media/rep/

Repositorium für die Medienwissenschaft

Florian Sprenger

Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher 'environments'

2019

https://doi.org/10.25969/mediarep/12614

Veröffentlichungsversion / published version

Buch / book

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Sprenger, Florian: *Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher 'environments'*. Bielefeld: transcript 2019. DOI: https://doi.org/10.25969/mediarep/12614.

Erstmalig hier erschienen / Initial publication here:
https://doi.org/10.14361/9783839448397

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer Creative Commons - Namensnennung - Nicht kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0/ Lizenz zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu dieser Lizenz finden Sie hier:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Terms of use:
This document is made available under a creative commons - Attribution - Non Commercial - Share Alike 4.0/ License. For more information see:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Philipps Universität Marburg

FLORIAN SPRENGER

EPISTEMOLOGIEN DES UMGEBENS

ZUR GESCHICHTE, ÖKOLOGIE UND BIOPOLITIK KÜNSTLICHER *ENVIRONMENTS*

[transcript] Edition Medienwissenschaft

Florian Sprenger
Epistemologien des Umgebens

Edition Medienwissenschaft | Band 65

Für Nora, Martha und Selma, die diesem Buch seine Umgebung gegeben haben.

Florian Sprenger (Dr. phil.) ist Juniorprofessor für Medienkulturwissenschaft an der Goethe-Universität Frankfurt am Main. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Geschichte der Medientheorie, künstliche Environments im 20. Jahrhundert und Infrastrukturen der Überwachung in der Gegenwart.

Florian Sprenger

Epistemologien des Umgebens

Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher *environments*

[transcript]

Gefördert mit Mitteln des Forschungszentrums für Historische Geisteswissenschaften sowie der Johanna Quandt Young Academy, Goethe-Universität Frankfurt

FORSCHUNGSZENTRUM
HISTORISCHE GEISTESWISSENSCHAFTEN
FRANKFURT HUMANITIES
RESEARCH CENTRE

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Lizenz (BY-NC-SA). Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium zu nicht-kommerziellen Zwecken, sofern der neu entstandene Text unter derselben Lizenz wie das Original verbreitet wird. (Lizenz-Text: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de) Um Genehmigungen für die Wiederverwendung zu kommerziellen Zwecken einzuholen, wenden Sie sich bitte an rights@transcript-verlag.de
Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z.B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

Erschienen 2019 im transcript Verlag, Bielefeld
© Florian Sprenger

Umschlaggestaltung: Maria Arndt, Bielefeld
Druck: Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar
Print-ISBN 978-3-8376-4839-3
PDF-ISBN 978-3-8394-4839-7
https://doi.org/10.14361/9783839448397

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier mit chlorfrei gebleichtem Zellstoff.
Besuchen Sie uns im Internet: *https://www.transcript-verlag.de*
Unsere aktuelle Vorschau finden Sie unter
www.transcript-verlag.de/vorschau-download

Inhalt

1 Einleitung 9
1.1 Medien des Umgebens 18
1.2 Begriffe des Umgebens 30
1.3 Geschichten des Umgebens 34
1.4 Selbstverständlichkeiten des Vieldeutigen 40
1.5 Techniken künstlicher *environments* 47

2 Biopolitiken des Umgebens 61
2.1 Die Sicherheit der Zirkulation 65
2.2 Foucault und Canguilhem I: Regulation 73
2.3 Foucault und Canguilhem II: *Milieu* 78
2.4 Vom *milieu* zum *environnement* 82

3 Wissenschaften des *environments* 89
3.1 Umgebungen der Evolutionstheorie 92
3.2 *Environment*, *Umwelt* und *milieu* 97
3.3 Die Entstehung der Ökologie als Umgebungswissenschaft 104
3.3.1 Zwischen Holismus und Mechanismus 110
3.4 Leben und *environment* 119
3.4.1 John Scott Haldanes Physiologie der Dyade 122
3.4.2 Experimentelle *environments* 129
3.5 Vom Organizismus zur Kybernetik 146
3.5.1 Lawrence Henderson und die Fitness des *environments* 146
3.5.2 Alfred North Whitehead und die Prozesse der Reziprozität 154
3.5.3 Walter B. Cannon und die Homöostase 160
3.6 Das Ökosystem und die Bedingung des Beobachters 166
3.6.1 Endzustände der Gemeinschaft 167
3.6.2 Systeme der Ökologie 171
3.6.3 Das systemtheoretische Versprechen der Vorhersagbarkeit 180
3.7 Umgebungsmaschinen 186
3.7.1 William Ross Ashby und der Homöostat 187

3.7.2 Katzen und Kohle – Adaption als Feedback ... 194
3.7.3 System und *environment* ... 198
3.7.4 Technologien des Umgebens ... 204
3.8 Kontrollierte Umgebungen ... 209
3.8.1 Rekursionen der Kybernetik ... 210
3.8.2 Ökologie der Systeme: Eugene P. und Howard T. Odum ... 216
3.8.3 *Ecological Engineering* ... 222
3.9 Resilienz und das Ende des Gleichgewichts ... 230
3.9.1 Instabile *environments* ... 235
3.9.2 Instrumente der Biopolitik: Zirkulation vs. Adaption ... 246
3.9.3 Schluss: Genesis und Geltung einer Kritik der Gegenwart ... 250

4 Ausweitungen des Umgebenden – Kropotkin, Geddes, Mumford, McLuhan ... 253
4.1 Piotr Kropotkin und die Evolution der Gegenseitigkeit ... 256
4.2 Patrick Geddes und die Urbanität des *environments* ... 261
4.3 Lewis Mumford und der Organizismus der Technik ... 270
4.4 Marshall McLuhan und die *environments* der Medien ... 279
4.5 *Media ecology* und die Metaphern der Ökologie ... 290

5 Politiken des *environments* um 1970 ... 295
5.1 Ökologische Imperative – Rachel Carsons *environmentalism* ... 298
5.2 Ressourcen der Kommodifizierung – *environmental policy* um 1970 ... 307
5.3 Ambivalenzen des *environmentalism* ... 315
5.4 Design und *environment* I: Jean Baudrillard und die Zeichen der Umgebung ... 324
5.5 *Environmental Bubbles* ... 333
5.6 Design und *environment* II: Die Effizienz der Architektur ... 347
5.7 Ökologie und Ökonomie ... 359

6 Genealogien der Zirkulation: Kreise und Kreisläufe der Geschlossenheit ... 367
6.1 Das Verschwinden des Außen ... 370
6.2 Figuren des Kreislaufs – Zur Diagrammatik der Ökologie ... 375
6.2.1 Kreisläufe der Kausalität ... 384
6.2.2 Die Erde von außen ... 410
6.2.3 Ökologische Allverbundenheit ... 418
6.3 Figuren der Schließung – *Closed worlds* ... 422
6.3.1 Raumstationen als kreisende Welten ... 431
6.3.2 Biosphäre ohne Außen ... 442
6.4 Figuren der Zirkulation – Die Kreise der Gaia-Hypothese ... 452
6.4.1 Gaias Wechselwirkungen ... 458
6.4.2 Rhetorik der Handlungsmacht ... 460
6.4.3 Vom Blick ins Innere zur Gestaltung des Außen ... 466

6.4.4 Onto-Ökologien und die Kybernetisierung der Ökologie 470

7 Schluss – Die Unsicherheit des *environments* 479
7.1 Autonome Autos und ihre Umgebungen 484
7.2 Operationalisierungen der Unsicherheit 497
7.3 Am Ende: Unbequeme Begriffe und unsichere *environments* 501

Danksagung 505

Bibliographie 507

1 Einleitung

Ein *environment* ist kein *milieu*, ist keine *Umwelt*. Das Verhältnis von Umgebungen zu dem, was sie umgeben, wird von diesen drei Umgebungsbegriffen auf je spezifische Weise gefasst. Sie implizieren unterschiedliche Kausalitäten der Wechselwirkung, Zirkulation und Abhängigkeit zwischen Umgebendem und Umgebenem, unterschiedliche Ökologien, unterschiedliche Grade der Gestaltbarkeit des Umgebenden und damit unterschiedliche Potentiale der Regulier- und Regierbarkeit des Umgebenen. In den Geschichten dieser Begriffe werden verschiedene historische Epistemologien des Umgebens verhandelt. Die Differenzen zwischen ihren historischen Semantiken sind aufschlussreicher als die Kontinuitäten. Aufgrund dieser Unterschiede entziehen sie sich, obwohl sie füreinander eingesetzt werden, der gegenseitigen Übersetzbarkeit: Ein *environment* ist kein *milieu*, ist keine *Umwelt*.

Alle drei Umgebungsbegriffe bezeichnen wandelbare historische Formen der gegenseitigen Verschränktheit von Umgebendem und Umgebenem, in der das eine nicht ohne das andere gedacht werden kann. Ihr Verhältnis wird, das zeigt der Blick auf die Geschichte der Ökologie und darüber hinaus, mit allen drei Begriffen als eine Dyade beschrieben, als eine aus zwei komplementären Elementen bestehende Einheit des Unterschiedenen, die nur aufgrund der Wechselwirkung der beiden getrennten Seiten besteht. Eben weil jede Veränderung des Umgebenden auf das Umgebene wirkt und diesem seinen Ort, seine Funktion und seine Gefasstheit gibt, und weil das Umgebene das Umgebende so anfüllt, dass es umgeben kann, sind beide in ihrer Differenz als Relation aneinander gebunden. Die epistemologische Besonderheit von Umgebungsrelationen besteht darin, dass Umgebungen nur durch Umgebenes und Umgebenes nur durch Umgebungen erforscht werden können. Betrachtet man sie isoliert, verliert man ihre Relationen aus dem Blick und macht aus der Umgebung oder dem Umgebenen relationslose Räume oder Objekte.

Ein Verhältnis des Umgebens kann nicht in ein Verhältnis von Innenseite und Außenseite übersetzt werden, weil sich beide Seiten nicht konträr gegenüberstehen, sondern sie komplementär miteinander verschränkt sind. Ein Umgebungsverhältnis ist immer eine Verschränkung, in der das Umgebende nicht nur außen und das Umgebene nicht nur innen ist. Eine solche Verschränkung wirft Fragen

nach den Kausalitäten ihrer Wechselwirkung auf, nach dem linearen oder non-linearen, reziproken oder rekursiven, determinierten oder rückgekoppelten Verursachungsverhältnis in der Relation beider Seiten. Diese Relationen werden von den drei Begriffen in verschiedenen historischen Konstellationen auf unterschiedliche Weise gefasst.[1] Die Geschichten von Umgebungskonzepten sind die Geschichten der Wandlung dieser Relationen. Ihre Epistemologien umfassen gleichermaßen das Wissen über ihre Verschränkung wie die Verfahren ihrer Gestaltung. Weil mit dem Nachdenken über Umgebungen die Notwendigkeit hervortritt, die Wechselwirkungen zwischen dem Umgebenen und dem Umgebenden zu erklären, sind diese Versuche Experimentierfelder für neue Formen, Figuren, Metaphern und Bilder der Kausalität und der Relationalität.

Etwa seit Mitte des 19. Jahrhunderts und verstärkt seit dem frühen 20. Jahrhundert beginnen die Wissenschaften des Lebens, allen voran die Physiologie und die zu dieser Zeit entstehende Ökologie, das Lebendige nicht mehr in einem vitalen Impuls oder einer mechanischen Organisation des Organismus zu verorten, sondern in dessen reziproker Verschränkung mit der Umgebung. Das zu dieser Zeit entstehende Umgebungsdenken wendet sich gegen einen Begriff des Lebens, der dieses allein aus der Konstitution eines isolierten Organismus erklärt. Die Herausbildung der entsprechenden Epistemologien des Umgebens ist eng verbunden mit Versuchen, aus der starren Opposition mechanistischer und vitalistischer Ansätze zu entkommen, die die Wissenschaften des Lebens bis weit ins 20. Jahrhundert hinein prägen.

In den drei einflussreichsten Wissenschaftssprachen dieser Zeit werden mit *environment*, *milieu* und *Umwelt* drei unterschiedliche konzeptuelle Rahmen geprägt, um Relationen des Umgebens zu beschreiben und das Lebendige aus Wechselwirkungen heraus zu erfassen. Von Beginn an ist die Beschreibung ökologischer Relationen in allen drei Sprachen an Potentiale der Gestaltbarkeit gebunden: Das Wissen von den ökologischen Relationen zwischen Umgebendem und Umgebenem ist nicht zu trennen von den Verfahren ihrer technischen Modifikation. Vor allem im Kontext der experimentellen Physiologie in den 1920er Jahren, aber auch der Ökosystem-Ökologie seit dem zweiten Weltkrieg macht der gestaltende Eingriff durch die Zirkulationen von Stoffen systemische Zusammenhänge beobachtbar. Das entstehende Wissen um Regulationen ist die Grundlage von Verfahren der Gestaltung, die sich auf das Umgebende richten und durch dessen Verschränkung auf das Umgebene wirken. Die Geschichte ökologischen und physiologischen ›Umge-

1 Der Fokus auf diese drei Begriffe aus den dominanten Wissenschaftssprachen des 19. Jahrhunderts ist nicht als Ausschluss alternativer Umgebungsbegriffe gemeint. Doch gerade diese drei Begriffe stehen in einem engen Austauschverhältnis und inspirieren sich gegenseitig, weshalb es Sinn macht, in der Betrachtung ihrer Differenzen auf ihrer Verwandtschaft zu beharren.

bungswissens‹[2] ist die Geschichte der Gestaltung von Umgebungen und der damit einhergehenden Wandlungen ihres Verständnisses – bis hin zum *environment* als Quelle von Unsicherheit und Unvorhersagbarkeit wie in aktuellen Debatten über resiliente Systeme.

In diesem Sinne ist ökologisches Wissen stets Biopolitik: Es verhandelt Definitionen des Lebendigen durch die Gestaltung von Umgebungen, welche durch ökologische Relationen derart mit dem Umgebenen verschränkt sind, dass die Modifikation von Umgebungen eine indirekte Form der Machtausübung auf das Umgebene darstellt. Ökologien mögen bis in die Gegenwart mit dem Anliegen einer Rückkehr zur Natur auftreten. Eine wissens- und medienhistorische Perspektivierung kann diesen Anspruch bestenfalls als ein Missverständnis der historischen Entstehungsbedingungen ökologischen Denkens und entsprechender Umgebungstechnologien ausweisen. Ökologie ist nie unschuldig, rein, immun oder natürlich.

Welche Grade der Gestaltbarkeit die Biopolitik des Umgebens erreicht, wie die Zentrierung der Umgebung um das Umgebene ihre Wechselwirkungen bedingt und welche Kausalitäten zwischen ihnen wirken, wird in den Geschichten der drei Begriffe auf je unterschiedliche Weise und in spezifischen Kontexten immer wieder neu verhandelt und verändert sich mit dem Aufkommen neuer Technologien. Insbesondere den Begriff *environment* prägt in dieser Hinsicht ein besonderes Verhältnis zur Technik. Wenn dieser Begriff heute verwendet wird, um von smarten, distribuierten, autonomen oder adaptiven Technologien durchdrungene Räume zu bezeichnen und er zugleich in den Debatten um den Klimawandel und das Anthropozän eine zentrale Rolle spielt, dann ist diese Spannung zwischen Technizität und Natürlichkeit spürbar. Sie prägt den Begriff von Beginn an: einerseits wird er seit dem 19. Jahrhundert auf Seiten der Natur und einer mit ihr assoziierten harmonischen Ordnung der Welt verortet, die durch menschliche Eingriffe, vor allem durch Industrie und Technik gefährdet oder zerstört werde. Andererseits sind *environments* immer schon artifiziell: Wie die Geschichte der Ökologie bezeugt, werden sie durch die Gestaltung ihrer Wechselwirkungen mit dem Umgebenen erforscht. Die Geschichte des Umgebungsdenkens ringt mit dem Gedanken, dass es aufgrund der dyadischen Verschränkung beider Seiten kein gegebenes *environment* gibt, in das ein Organismus eintritt, sondern beide in einem Prozess gegenseitiger Hervorbringung stehen. Der Begriff unterläuft somit den tradierten Dualismus von Natur und Technik, was ihn für aktuelle Auseinandersetzungen mit gegenwärtigen Technologien so wertvoll macht. Zugleich wird er immer wieder auf einer der beiden Seiten verortet. Diese Spannung ist einer der Ausgangspunkte dieses Buches. Es

2 Diesen Begriff, der in der Computerwissenschaft als Übersetzung von *ambient intelligence* verwendet wird, übernehme ich in wissenschaftshistorischer Hinsicht von Wessely, Christina: »Wässrige Milieus. Ökologische Perspektiven in Meeresbiologie und Aquarienkunde um 1900«. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 36/2 (2013), S. 128-147. Hier: S. 128.

folgt dem Begriff *environment* auf dem Weg durch die geschilderten Veränderungen des Umgebungsdenkens und zeichnet nach, wie er – in Abgrenzung, aber auch in Korrespondenz zu *milieu* und *Umwelt* – in der Phase von etwa 1860 bis 1970 eine Ausdehnung gewonnen hat, die ihn noch in der Gegenwart überaus einflussreich macht.[3]

Der Aufstieg von *environment* zum diskursbestimmenden Begriff über diesen Zeitraum markiert den Einfluss, den ein Denken von und in Umgebungen, das Wissen um ihre Wechselwirkungen mit dem Umgebenen und schließlich die Möglichkeit ihrer technischen Gestaltung im Verlauf des 20. Jahrhunderts gewonnen haben. Wohl kaum ein Begriff wird derzeit ähnlich stark prämiert. Wohl kaum ein Begriff kann ähnlich viele Phänomene auf einen Nenner bringen. Die Rede ist von *environmental determinism* oder *environmental control*, von neuen *techno-environments*, *environmental terrorism* und *environmental activism*, *environmental humanities* und *environmental aesthetics*, *environmental justice* und *environmental crime*, *environmental medicine* und *environmental media*, von uns umgebenden smarten, intelligenten und adaptiven *environments*, *environmental ethics* oder *environmental philosophy* ganz allgemein, aber auch von *environments* des Wissens, der Technik, der Erziehung, der Architektur oder der Künste: Der Begriff *environment* ist allgegenwärtig. Er durchquert verschiedene disziplinäre Felder sowie akademische Kontexte und geht über seine angestammten Fachgebiete im Bereich der Ökologie sowie die Vielfalt umweltpolitischer Programme weit hinaus. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erlangt er zusätzlich zum deskriptiven Anspruch eine normative, appellative Programmatik und wird im Angesicht des Klimawandels ebenso wie digitaler Umgebungstechnologien zum zentralen Begriff gesellschaftlicher Aushandlungen. Dort, wo durch die technische Gestaltung von *environments* umgebene Organismen oder Populationen indirekt, also durch Relationen des Umgebens und die Regulation ihrer Wechselwirkung beeinflussbar werden, entwickeln sich in der zweiten Hälfte

3 Teile dieses Buches sind bereits in anderer Form veröffentlicht worden: Kapitel 3.1 und 3.2 basieren auf Sprenger, Florian: »Zwischen Umwelt und milieu. Zur Begriffsgeschichte von environment in der Evolutionstheorie«. In: *Forum interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 3/2 (2014); Kapitel 3.4 ist eine stark erweiterte Fassung von Sprenger, Florian: »Experimentelle *environments* und Epistemologien des Umgebens. John Scott Haldanes Physiologie des Lebendigen«. In: Huber, Florian/Wessely, Christina (Hg.; 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 49-70; Kapitel 5.1, 5.2 und 5.4 enthalten Teile aus Sprenger, Florian: »Ökologische Imperative. Richard Nixon, Jean Baudrillard und environmental design um 1970«. In: Moser, Jeannie/Vagt, Christina (Hg.; 2018): *Verhaltensdesign. Technologische und ästhetische Programme der 1960er und 1970er Jahre*. Bielefeld, Transcript, S. 41-56; Kapitel 5.5 basiert auf Sprenger, Florian: »Architekturen des environments. Reyner Banham und das Dritte Maschinenzeitalter«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (2015), S. 55-67; Kapitel 6.4 basiert auf Sprenger, Florian: »Das Außen des Innen. Latours Gaia«. In: Friedrich, Alexander/Löffler, Petra/Schrape, Niklas/Sprenger, Florian (Hg.; 2018): *Ökologien der Erde. Zur Wissensgeschichte und Aktualität der Gaia-Hypothese*. Lüneburg, Meson Press, S. 63-92.

des 20. Jahrhunderts unter den Namen *environmental design*, *environmental management* und *environmental engineering* Instrumente einer Biopolitik. Ihre an ökologisches Wissen gebundenen Verfahren harren weitestgehend einer Beschreibung.

Der erst Mitte des 19. Jahrhunderts im Englischen etablierte Begriff *environment*, dessen Verbreitung eng mit der Entstehung der Ökologie seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts verbunden ist, aber nicht mit ihr gleichgesetzt werden sollte, erfüllt in dieser historischen Spanne verschiedene Funktionen:

- als Umgebendes erklärt *environment* Veränderungen des Umgebenen durch das Umgebende;
- *environment* wird verwendet, um die Konsequenzen des eigenen Handelns und die Involviertheit des Beobachters in das Beobachtete in den Vordergrund zu rücken;
- *environment* eröffnet einen neuen Raum der Intervention, der weniger auf ein Zentrum der Veränderung zielt als Effekte von der Umgebung her umsetzt;
- mit der Gestaltung von *environments* wird eine neue Form der Biopolitik möglich, die durch die Regulation von Zirkulationen zwischen Umgebendem und Umgebenem operiert;
- der Begriff leistet eine Ausweitung durch Zusammenfassung: was ein *environment* umfasst, ist nicht willkürlich, kann aber nahezu beliebig ausgeweitet werden, weil der Begriff heterogene Phänomene in einen handhabbaren Singular fasst;
- der Begriff überspringt Skalierungsebenen und kann zur Beschreibung kleinster Zellumgebungen innerhalb eines Körpers ebenso eingesetzt werden wie für Gesellschaften bis hin zu planetarischen Umgebungen;
- im *environment* muss der Mensch nicht im Mittelpunkt stehen und sein Raum kein Außen haben;
- der Begriff *environment* verspricht, die althergebrachten Dualismen von Natur und Kultur, Menschlichem und Nicht-Menschlichem oder Natürlichem und Technischem zu unterlaufen;
- in ihrem *environment* sind alle gleich – ob Menschen, Tiere, Pflanzen oder Dinge;
- *environment* stellt in Aussicht, der Materialität der Dinge durch ihre Involviertheit in Umgebungen ihr Gewicht zurückzugeben;
- im Verhältnis von *environment* und dem von ihm Umgebenen erscheint alles mit allem verbunden: »Everything is connected to everything else.«[4]

4 Commoner, Barry (1971): *The Closing Circle. Confronting the Environmental Crisis*. New York, Knopf. S. 33. Eine alternative Formulierung dieser seit den 1970er Jahren enorm einflussreichen Formel bietet Timothy Morton an: »Everything is interconnected.« (Morton, Timothy (2010): *The Ecological Thought*. Cambridge, Harvard University Press. S. 1).

Schon diese grobe Auflistung zeigt das breite Spektrum an Erklärungsmöglichkeiten, das *environment* zu einem »Konsensbegriff mit heute fast universaler Geltung«[5] macht. Als Selbstverständlichkeit bleibt der Begriff in den jeweiligen Debatten jedoch zumeist im Hintergrund. Er wird selten eigens reflektiert oder auf seinen Einsatz und seine Geschichte befragt. Die hier vorgestellte Genealogie dieses Umgebungsbegriffs nimmt einige der Probleme in den Blick, auf die er reagiert, die er verhandelt oder hervorbringt. Sie konzentriert sich auf seine Verwendung in den ökologischen und physiologischen Wissenschaften, der Stadtplanung und der Architektur sowie der Entwicklung adaptiver Umgebungstechnologien, deckt aber keineswegs seine gesamte Breite ab. Die Vielfalt seiner Verwendung soll nicht als Resultat einer Aufweichung oder als unzulässige Umdeutung gedeutet werden, sondern als Effekt der Plausibilität dessen, was der Begriff sagbar und sichtbar macht.

Environments werden im Verlauf dieser Geschichte als Umgebungen von unterschiedlichen Entitäten beschrieben – in der Ökologie von Organismen und Populationen, in den Künsten von Betrachterinnen und Betrachtern, in der Architektur von Bewohnerinnen und Bewohnern. Diese Konzepte dessen, was seit Mitte des 19. Jahrhunderts als Umgebenes erscheint, haben eine länger zurückreichende Geschichte als der Begriff *environment* und können auch ohne Bezug auf eine Umgebung verwendet werden. Doch mit der Entwicklung eines konzeptuellen Rahmens und entsprechender Begriffe für Umgebungsverhältnisse werden die Existenzbedingungen desjenigen, was umgeben ist, in die dyadische Wechselwirkung beider Seiten verlagert. Mit Ernst Haeckel gesprochen, der den Begriff Ökologie 1866 prägt, tritt mit diesem Umgebungsdenken die »materielle Wechselwirkung zwischen Theilen des Organismus und der ihn umgebenden Außenwelt«[6] in den Mittelpunkt. Keine Ökologie kommt ohne ein Konzept des Umgebens aus, auch wenn Umgebungskonzepte nicht notwendigerweise ökologisch sein müssen. Folgerichtig erscheint das Lebendige in der experimentellen, häufig organizistisch geprägten Physiologie der Wende zum 20. Jahrhundert sowie der entstehenden Ökologie als Effekt der reziproken Abhängigkeit des Umgebenen vom Umgebenden, von anorganischen Faktoren wie Klima, Geographie oder anderen Lebewesen, ohne die der Fortbestand eines umgebenen Organismus oder einer umgebenen Population nicht mehr erklärbar erscheint. Die Relation des Umgebens tritt um 1860

5 Geulen, Christian: »Plädoyer für eine Geschichte der Grundbegriffe des 20. Jahrhunderts«. In: *Zeithistorische Forschungen* 7/1 (2010), S. 79-97. Hier: S. 88.

6 Haeckel, Ernst (1866): *Generelle Morphologie. Band 2*. Berlin, Reimer. S. 192. Der Begriff *Umwelt* wird erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts von Jakob von Uexküll im wissenschaftlichen Kontext etabliert. Konzepte wie Biozönose, Holocoen oder Lebensgemeinschaft, die das Zusammenwirken von Populationen mit ihren Umgebungen bezeichnen, werden jedoch schon im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts geprägt.

in Frankreich spätestens mit Claude Bernards experimenteller Physiologie, in England mit Herbert Spencers Etablierung des Begriffs *environment* und in Deutschland mit Haeckels Prägung des Begriffs der Ökologie als Gegenstand der Forschung wie der Gestaltung hervor. Jede Veränderung auf der einen Seite dieser Relation resultiert in Veränderungen auf der anderen Seite. Diese Betrachtungsweise bietet um 1900 die Chance, aus der festgefahrenen Debatte zwischen vitalistischen bzw. holistischen und mechanistischen Positionen zu entkommen, indem das Lebendige nicht auf einer der beiden Seiten der Dyade, sondern in ihrem Wechselspiel verortet wird. Mit diesem Konzept des Lebendigen ist in allen drei Sprachen eine Biopolitik verbunden, die auf unterschiedliche Weise dieses Verhältnis als Instrument einer ›Regierung durch Regulation‹[7] nutzbar macht. Diese Biopolitik geht von der seit dem Beginn der experimentellen Erforschung von Umgebungsrelationen ständig wiederholten Beobachtung aus, dass gestaltende Eingriffe in das Umgebende indirekt auf das Umgebene wirken. Umgebungen, so die Konsequenz, sind Medien der Machtausübung, weil sie mit dem Umgebenen verschränkt sind und eine spezifische Form von Macht ermöglichen, die im 20. Jahrhundert in unterschiedlichen Formen des *environmental designs*, des *environmental managements* und des *environmental engineerings* ihre mächtigsten Ausprägungen findet.

Die Relationalität des Umgebens ist seit dem späten 19. Jahrhundert Gegenstand einer Geschichte der Aushandlung: Das Verursachungs- und Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem *environment* und dem Umgebenen, also die Kausalität, mit der das eine auf das andere wirkt, wird immer wieder neu geprägt.[8] Ihre Wechselwirkung wird als mechanistisch oder holistisch, organisch oder materialistisch, re-

7 Vgl. dazu ausführlich Bühler, Benjamin (2018): *Ökologische Gouvernementalität. Zur Geschichte einer Regierungsform*. Bielefeld, transcript. Bühler beschreibt, wie sich mit der ökologischen Ausrichtung von Politik und der damit einhergehenden Aufgabe der Stabilisierung von Systemen der Gegenstand der Regierung von Subjekten auf Natur und damit auf Umgebungsverhältnisse verschiebt. Während es Bühlers Studie über *Ökologische Gouvernementalität* darum geht, die ökologische von der ökonomischen Gouvernementalität abzusetzen und zu beschreiben, wie die politische Ökologie mit spezifischen Formen der Narration und einem ökologischen Verständnis von Demokratie einhergeht, steht hier die Verflechtung von Ökologie und Biopolitik im Fokus.

8 Ein frühes, vor der Entstehung der modernen Biologie liegendes Beispiel dafür ist Friedrich Wilhelm Joseph Schellings Prinzip des von seiner Umgebung konstituierten Organismus, wie es Nelly Tsouyopoulos beschrieben hat. Für Schelling setze die Existenz eines Organismus im Gegensatz zur toten Materie eine umgebende Außenwelt voraus, weil der Organismus nur in gleichzeitiger Abgrenzung und Angewiesenheit auf diese Außenwelt existieren kann. Der Organismus wird bei Schelling, wie Tsouyopoulos erörtert, zum Medium, durch das Einflüsse von außen auf ihn wirken. Schelling spreche daher von einer doppelten Außenwelt des Organismus, die sich im Äußeren und im Inneren befinde. Die innere Außenwelt sorge für die dialektische Wiederherstellung und Aufhebung des Gleichgewichts und damit für ein dynamisches Verhältnis von innerer und und äußerer Außenwelt (vgl. Tsouyopoulos, Nelly: »Schellings Konstruktion des Organismus und das innere Milieu«. In: Baumgartner, Hans Michael/Jacobs, Wilhelm G. (Hg., 1993): *Philosophie der Subjektivität. Zur Bestimmung des neuzeitlichen Philosophierens. Band 2*. Stutt-

ziprok oder rekursiv, kybernetisch oder systemisch, determiniert oder dynamisch, berechenbar oder unvorhersagbar, stabil oder instabil, resilient oder chaotisch, als Ressource oder als Lebensgrundlage bestimmt und als in unterschiedlichen Graden auf den Ort in der Mitte zentriert beschrieben. Christina Wessely und Florian Huber haben in ihrer Darstellung der Geschichte des Begriffs *milieu* betont, dass dieser, analog zu *environment*, als universaler Begriff sowohl »Theorien der *Umgebung* als auch Theorien der *Beziehungen* und Theorien der *Wirksamkeit* zwischen Körpern und ihrer Umwelt«[9] zu etablieren erlaube. An den unterschiedlichen Versuchen, die Dynamik dieser Relation für den Begriff *environment* konzeptuell zu erfassen, kann man ablesen, wie Vorstellungen einer natürlichen Harmonie schrittweise von Annahmen der Stabilität und schließlich von Konzepten der Homöostase, der Selbstregulation, der Autopoiesis und der Resilienz abgelöst wurden. In historischer Perspektive kann man beobachten, wie sich verschiedene Ausprägungen ökologischen Denkens bei der Erforschung dieser Wechselwirkung nach den jeweiligen Vorannahmen ihres Entstehungskontextes, implizit bleibenden Metaphysiken oder expliziten politischen Interessen richten. Ihr Umgebungswissen wird von Experimentalsystemen, medialen Anordnungen und technischen Gerätschaften gerahmt, mit denen Wissen um ökologische Relationen fabriziert wird, indem *environments* gestaltet werden. Ökologisches Wissen über die Wechselwirkung zwischen *environments* und Organismen oder Populationen sowie über die Zirkulations- und Regulationsvorgänge zwischen beiden Seiten wird, wie Wessely anhand des Aquariums gezeigt hat, zumeist durch den Eingriff in Umgebungen und durch Techniken der Gestaltung dieser Relationen hervorgebracht.[10] Das Wissen über diese Wechselwirkung und die Techniken ihrer Gestaltung lassen sich nicht voneinander trennen, sondern bilden gemeinsam den Komplex, um den dieses Buch kreist.

Edgar Morin hat dieses Verhältnis 1977 ›ökologische Relation‹[11] genannt und die Verschränkung der Seiten des Umgebenden und des Umgebenen vor dem Hintergrund eines systemtheoretischen Ansatzes spezifiziert: Die Autonomie von Organismen wird durch ihre Abhängigkeit von der Umgebung konstituiert. Als lebende und damit sterbende, also entropische Wesen sind Organismen auf Energie- und Materiezuflüsse aus ihrer Umgebung angewiesen, um ihre Organisation aufrecht

---

gart, Frommann-Holzboog, S. 591-600. Vgl. zum Verhältnis der Romantik zur Ökologie auch Hui, Yuk (2019): *Recursivity and Contingency*. London, Rowman & Littlefield).

9 Wessely, Christina/Huber, Florian: »Milieu. Zirkulationen und Transformationen eines Begriffs«. In: ders./dies. (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 7-16. Hier: S. 13. Hervorhebungen im Original.

10 Vgl. Wessely: »Wässrige Milieus«. S. 135.

11 Morin, Edgar (1977/2010): *Die Methode. Die Natur der Natur*. Wien, Turia und Kant. S. 241. Im Original verwendet Morin hauptsächlich den ins Französische rückübersetzten Begriff *environnement*, greift stellenweise aber auch auf *milieu* zurück: Morin, Edgar (1977): *La méthode. La Nature de la Nature. Tome 1*. Paris, Seuil.

zu erhalten und sich von dieser Umgebung zu lösen – ein Gedanke, den Claude Bernard für den Begriff *milieu* bereits 1878 geäußert hat: »*La fixité du milieu intérieur est la condition de la vie libre, indépendante*: le mécanisme qui la permet est celui qui assure dans le *milieu intérieur* le maintien de toutes les conditions nécessaires à la vie des éléments.«[12] Weil Organismen unabhängig sind, sind sie von ihrer Umgebung abhängig. Abhängigkeit und Unabhängigkeit, Heteronomie und Autonomie bilden für Morin keine Dichotomie, sondern sind operational miteinander verschränkt. In einem ko-evolutiven Prozess erlangen Organismen diese Unabhängigkeit durch die wachsende Komplexität ihrer Kopplungen mit dem *environment* – ergo durch Steigerung ihrer Abhängigkeit. Autonomie ist, wie Morin betont, nicht substanziell zu verstehen, sondern relativ und damit relational.[13] In diesem Sinne binden ›ökologische Relationen‹ Organismen und ihre Umgebungen aneinander und meinen jene Verhältnisse von Umgebendem und Umgebenem, in denen beide Seiten sowohl autonom als auch voneinander abhängig sind. Ökologische Relationen sind nicht das Resultat der Interaktion der beiden Seiten, die sie in Beziehung setzen, sondern haben Teil an der gegenseitigen Hervorbringung von Umgebendem und Umgebenem.

Als Systemtheoretiker gibt Morin keinen Hinweis auf die Geschichte seiner Überlegungen, die eng mit der Erforschung der Autonomie des Organismus und der Erklärung des Lebendigen verbunden sind. Indiesem Kontext erlauben Umgebungsbegriffe, das »Spannungsverhältnis zwischen Selbstbehauptung und Außendeterminierung«[14] zu problematisieren. Nicht nur die Ökologie im engeren Sinn, sondern alle Formen des Umgebungsdenkens kreisen um diese ökologische Relation und ringen mit der Beschreibung der Wechselwirkung zwischen diesen verbundenen und zugleich unabhängigen Seiten. Dieses Buch stellt einige Aspekte der Geschichte der unterschiedlichen Ausprägungen ökologischer Relationalität vor, wie sie mit dem Begriff *environment* formuliert werden.[15] Von ökologischer Relationali-

12 Bernard, Claude (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, Baillière. S. 113. Kursivierung im Original. Hans Blumenberg hat diesen Zusammenhang ebenfalls prägnant auf den Punkt gebracht: »Organismen sind Systeme, die unter einem gewaltigen Aufwand an ihrer Umwelt entzogener Energie den Fortbestand der Vorrichtungen verteidigen, mit denen der Energieentzug betrieben wird.« (Blumenberg, Hans (1997): *Die Vollzähligkeit der Sterne*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 433; für eine aktuelle Formulierung dieses Prinzips aus der theoretischen Biologie vgl. Moreno, Álvaro/Mossio, Matteo (2015): *Biological Autonomy. A Philosophical and Theoretical Enquiry*. New York, Springer.)

13 Morin, Edgar: »Ist eine Wissenschaft der Autonomie denkbar?«. In: *Trivium* 20 (1981/2015), S. 2-9. Hier: S. 4.

14 Wessely/Huber: »Milieu«. S. 13.

15 Dass dieses Buch nur am Rande auf die Arbeiten Gilbert Simondons und das von ihm artikulierte Nachdenken über Umgebungsrelationen zurückgreift, hängt damit zusammen, dass der von Simondon verwendete Begriff *milieu* nicht mit dem Begriff *environment* gleichgesetzt werden kann und eine eigene Aufarbeitung verlangt. Simondons Überlegungen richten sich auf Prozes-

tät soll im Folgenden immer dann die Rede sein, wenn nicht die Beschreibung von konkreten Relationen, sondern das Gefüge ihres Zusammenhalts, ihre Wissensordnung und damit ihre Historizität gemeint sind.

1.1 Medien des Umgebens

Besondere Dringlichkeit entfaltet diese Perspektive beim Blick auf eine neue Klasse gegenwärtiger Umgebungstechnologien: In dem, was Internet der Dinge, *ubiquitous computing* oder *ambient intelligence* genannt wird, aber auch im Mobilfunk, in der Anwendung von Drohnen oder im automatisierten Straßenverkehr wird gegenwärtig eine Transformation der Räume dieser Technologien manifest, die von Beginn an mit Rückgriff auf den Begriff *environment* beschrieben wird.[16] Im Sinne

se der Individuation, die nicht durch ein vorgängiges Prinzip geregelt sind, nach dessen Formbestimmung sie sich richten müssten. Vielmehr beschreibt er Individuation als ein Geschehen zwischen dem Individuum und seinem *milieu* (vgl. Simondon, Gilbert: »Das Individuum und seine Genese«. In: Blümle, Claudia/Schäfer, Armin (Hg., 2007): *Struktur, Figur, Kontur. Abstraktion in Kunst und Lebenswissenschaften*. Berlin, Diaphanes, S. 29-45. Vgl. auch Hansen, Mark: »System-Environment Hybrids«. In: Clarke, Bruce/ders. (Hg., 2009): *Emergence and Embodiment*. Durham, Duke University Press, S. 113-142 und Mitchell, Robert: »Simondon, Bioart and the Milieu of Biotechnology«. In: *Inflexions* 5 (2012), S. 68-110). Die Umgebungsrelation Individum/*milieu* ist jedoch nicht identisch mit der Relation Organismus/*environment*. Mit dem von Simondon vorgestellten Denken des *milieus*, so hilfreich es zur Untersuchung der Genese von Technologien auch sein mag, lassen sich, so die Vermutung, die Geschichte des Begriffs *environment* und vor allem die Biopolitik des *environmental design* nur unzureichend erfassen, zumal sich Simondons Begriff des *milieus* auch von Foucaults Begriff deutlich unterscheidet. Eine ähnliche, methodisch begründete Zurückhaltung gilt für André Leroi-Gourhans Buch *Milieu et techniques* von 1945, in dem auf Claude Bernards Unterscheidung von *milieu intérieur* und *milieu extérieur* aufbauend die Ko-Evolution von Mensch und Technik als Umgebungsgestaltung eines prä-individuellen technischen *milieus* dargestellt wird, das zwischen Innerem und Äußerem liegt. Der Austausch zwischen Organismus und *milieu* sorge für eine Exteriorisierung von Funktionen des Organismus in das *milieu* – in Form von kulturellen Artefakten, die Objekte von Interaktionen werden, wodurch diese Funktionen außerhalb des Organismus weitergegeben werde. Für Leroi-Gourhan kann das *milieu* des Menschen nicht mehr ohne Technologie verstanden werden, ist dabei aber weniger auf den Organismus zentriert als *environment* (vgl. Leroi-Gourhan, André (1945): *Milieu et Techniques*. Paris, Michele).

16 »Ubiquitous computing enhances computer use by making many computers available throughout the physical environment, while making them effectively invisible to the user.« (Weiser, Mark: »Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing«. In: *Communications of the ACM* 36/7 (1993), S. 75-84. Hier: S. 75) »The organization of situated action is an emergent property of moment-by-moment interactions between actors and between actors and the environments of their action.« (Suchman, Lucy (1987): *Plans and Situated Actions. The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge, Cambridge University Press. S. 177) In einschlägigen Handbüchern fällt der Begriff auf nahezu jeder Seite: Poslad, Stefan (2009): *Ubiquitous Computing. Smart De-*

der von Mark Hansen erörterten »originary ›environmental condition‹«[17] sind diese Technologien im Raum verteilt und nicht mehr als isolierte Einzelgeräte, sondern in ihrer Vernetzung und Distribution zu verstehen. Sie sind in der Lage, sich auf unterschiedliche Weise an veränderliche Umgebungsfaktoren zu adaptieren. Rechenkraft wandert zunehmend aus den Black Boxes von Endgeräten in den Raum aus, um dort vernetzt und kontextabhängig auf der Grundlage massenhaft gesammelter Sensordaten zu operieren: *Everyware*, wie sie Adam Greenfield treffend genannt hat.[18] Der Status der davon betroffenen technologischen Objekte –autonome Fahrzeuge sind das im Schlusskapitel besprochene Beispiel – ändert sich auf fundamentale Weise, weil sie nicht mehr losgelöst von ihren Umgebungen betrachtet werden können.[19] Durch ihre Kapazitäten der Vermittlung, Lokalisierung, Sensorik und Datensammlung bereiten sie die von ihnen registrierten, überwachten und kontrollierten Räume zu *environments* auf, in denen die Orte von Objekten durch ihre Umgebungsrelationen bestimmt werden.

Folgt man Erich Hörls Diagnose, dass der Aufstieg ökologischer Beschreibungen eine Selbstauslegung westlicher Kulturen unter derartigen »technologischen Bedingungen«[20] darstellt, dann sind *environments* zu Beginn des 21. Jahrhunderts jene Orte, an denen angesichts von in die Umgebung ausgelagerten Technologien die traditionell festgelegten Grenzen zwischen Technik und Natur sowie zwischen handelnden Subjekten und nicht-handelnden Artefakten neu verhandelt werden. Hörl beschreibt das Aufleben ökologischer Begriffe bis hin zu den unterschiedlichen Ausprägungen von Medienökologie oder auch dem, was Rosi Braidotti »posthuman ecologies«[21] genannt hat, als Bestandteil einer »allgemein-ökologische[n]

vices, Environments and Interactions. Chichester, Wiley; Krumm, John (Hg., 2010): *Ubiquitous Computing Fundamentals*. Boca Raton, Chapman & Hall; Nguyen, N.T/Phung, D.Q/Venkatesh, S./Bui, H.: »Learning and Detecting Activities from Movement Trajectories Using the Hierarchical Hidden Markov Models«. In: *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* 2 (2005), S. 955-960; Yiannoudes, Socrates (2016): *Architecture and Adaptation. From Cybernetics to Tangible Computing*. New York, Routledge.

17 Hansen, Mark B. N.: »Ubiquitous Sensation. Towards an Atmospheric, Collective, and Microtemporal Model of Media«. In: Ekman, Ulrik (Hg., 2012): *Throughout. Art and Culture Emerging with Ubiquitous Computing*. Cambridge, MIT Press, S. 63-88. Hier: S. 84.

18 Vgl. Greenfield, Adam (2006): *Everyware. The Dawning Age of Ubiquitous Computing*. Berkeley, New Riders.

19 Hörl hat diese Veränderung von Umgebungstechnologien als Entstehung einer neuen »technologischen Bedingung« erklärt: Hörl, Erich: »Die technologische Bedingung. Zur Einführung«. In: ders. (Hg., 2011): *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 7-53. Hier: S. 8f.

20 Vgl. ebd., S. 11.

21 Vgl. Braidotti, Rosi (Hg., 2019): *Posthuman Ecologies. Complexity and Process after Deleuze*. London, Rowman & Littlefield.

Transformation«[22] oder auch einer »allgemeine[n] Environmentalisierung durch Technologie und Technikwissenschaften«.[23] Er betont die Herausforderung, eine nicht-natürliche Ökologie zu denken, um ein ökologisch reformuliertes Konzept einer Technik ohne Zwecke, ohne Teleologie und ohne anthropozentrische Bindung in Angriff zu nehmen. Seine Diagnose geht jedoch davon aus, dass ›Umgebung‹ nur im »vulgären Sinne«[24] als Bestandteil dessen, was er mit Bezug auf Foucault »Environmentalität«[25] nennt, verstanden werden könne. Man müsse »jenseits jedes tradierten räumlich-umgebungshaften, ja sagen wir: jedes ›umhaften‹ Verständnisses von Umwelt (als Umgebendes, Umschließendes, um etwas herum Seiendes«[26] ansetzen, um diese »ontogenetische Betrachtung von Umweltlichkeit«[27] zu erfassen und zu einem »radikal relationale[n] und prozessuale[n] Verständnis von Environment«[28] zu gelangen, das die Voraussetzung eines zeitgemäßen Verständnisses von Technologie sei.

Dieses Buch entwickelt, den Ausgangspunkt Hörls und auch sein Ziel einer Kritik der Gegenwart teilend,einen anderen Ansatz: eine Geschichte des Umgebungswissens, der Gestaltung künstlicher *environments* und der mit ihnen einhergehenden Biopolitik. Erst wenn man in den Blick nimmt, dass das Wissen über ökologische Relationen an ihre Gestaltung und damit an Techniken ihrer Modifikation gebunden ist, wird die Verwicklung dessen, was heute Ökologie genannt wird, mit der Biopolitik des Umgebens offensichtlich. Ökologisches Wissen ist seit dem Ende des 19. Jahrhunderts mit reziproken Relationen und ihren vielschichtigen Wechselwirkungen befasst, aber keinesfalls ausschließlich ein Reservoir un-

22 Hörl, Erich: »Die Ökologisierung des Denkens«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 14 (2016), S. 33-45. Hier: S. 35. Hörl verwendet in Anlehnung an Georges Bataille die Bezeichnung ›allgemein‹ in Abgrenzung zu einer ›beschränkten‹ Ökologie, welche »Figuren des Unversehrten, Unbeschädigten, Unverletzten, Intakten, Gesunden, Immunen, Heilen« (Hörl, Erich: »Tausend Ökologien. Der Prozeß der Kybernetisierung und die allgemeine Ökologie«. In: Diedrichsen, Diedrich/Franke, Anselm (Hg., 2013): *The Whole Earth. Kalifornien und das Verschwinden des Außen*. Berlin, Sternberg Press, S. 121-131. Hier: S. 128.) der Technisierung entgegenstelle. Allerdings wird, anders als Hörl andeutet, in der akademischen Ökologie die Grenze von Natur und Technik gerade nicht aufrechterhalten, sondern ständig durch Verfahren und Techniken der Gestaltung von *environments* unterlaufen. Hörls Charakterisierung gilt allenfalls für die populäre Aneignung ökologischen Wissens oder für die sogenannte *deep ecology* (vgl. Næss, Arne (1989): *Ecology, Community, and Lifestyle. Outline of an Ecosophy*. Cambridge, Cambridge University Press). Entsprechend geht es im Folgenden darum, zu zeigen, dass die akademische Ökologie von Beginn an ein Wissen über Technik enthält und dieses ihre biopolitische Dimension ausmacht.

23 Hörl: »Tausend Ökologien«. S. 128.

24 Hörl, Erich: »Die environmentalitäre Situation«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 4/1 (2018), S. 221-250. Hier: S. 225.

25 Hörl: »Tausend Ökologien«. S. 121.

26 Hörl: »Die environmentalitäre Situation«. S. 225.

27 Ebd., S. 227.

28 Ebd., S. 235.

schuldiger Naturbeschreibung. Um diese biopolitische Dimension der Ökologie zu untersuchen, ist es nötig, zu spezifizieren, was im jeweiligen Kontext als Relation beschrieben und wie durch Umgebungsrelationen das Lebendige gestaltet und reguliert wird. Einen Gedanken Dieter Merschs aufnehmend, sollen daher im Folgenden die Modalitäten des Relationalen in den Blick genommen werden: »Schließlich lässt sich auch nicht von ›Relationen‹ sprechen, ohne deren Modus mitzudenken, denn Bezüglichkeiten, kausale Relationen, Reziprozitäten, Juxtapositionen oder auch Funktionen und logische oder instrumentelle Beziehungen bezeichnen sowohl nach ihrer Struktur als auch nach ihrer Ausrichtung hin je Verschiedenes.«[29] Während es Mersch um eine Kritik posthumanistischer Metaphysik geht, soll hier mit den Verfahren historischer Epistemologien des Umgebens eine genealogisch motivierte, historisch informierte Kritik an der Biopolitik der Gestaltung von Umgebungen und ihrer Verankerung im ökologischen Denken entworfen werden, die auch das umfasst, was Medienökologie genannt wird.

Die Beschreibung von Technologien und Medien, von Agencements und Assemblagen heterogener Elemente in ihrer Wechselwirkung, tritt heute wie selbstverständlich unter dem Namen einer Ökologie der Medien auf. Die unter diesem Titel versammelten Ansätze nutzen die in der Geschichte der Ökologie entwickelten Beschreibungssprachen, um die Gegenwart technischer Medien durch ihre ökologischen Relationen, ihre Verknüpftheit und ihre Wechselwirkungen zu erklären. Innerhalb des weiten Feldes medienökologischer Ansätze kann unterschieden werden in ein engeres Verständnis der *media ecology* – im Folgenden zur Unterscheidung auf Englisch geschrieben – im Anschluss an Marshall McLuhan und Neil Postman[30], das vor allem in Nordamerika verfolgt wird und Harmonie- und Stabilitätsmodelle sowie Ansätze der Emergenz zur Erklärung medialer Entwicklungen vertritt.[31] Medien sollen dabei nicht als Werkzeuge, sondern als *environments* erklärt werden, die ihre Benutzer nicht durch ihre Inhalte, sondern durch ihren Einfluss auf das gesamte Gefüge des Wahrnehmens, Denkens und Handelns prägen. Eine gemeinsame Methodik hat die *media ecology* nicht entwickelt; vielmehr handelt es

29 Mersch, Dieter: »Ökologie und Ökologisierung«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 4/1 (2018), S. 187-220. Hier: S. 208.

30 Vgl. McLuhan, Marshall (1964): *Understanding Media. The Extensions of Man*. New York, Mentor; Postman, Neil: »The Humanism of Media Ecology«. In: *Proceedings of the Media Ecology Association* 1 (2000), S. 10-16; Altheide, David L. (1995): *An Ecology of Communication. Cultural Formats of Control*. New York, De Gruyter; Strate, Lance (2017): *Media Ecology. An Approach to Understanding the Human Condition*. New York, Peter Lang. Dieser Bezug wird später in der Auseinandersetzung mit McLuhans Verständnis des Begriffs *environment* weiter ausgeführt.

31 So etwa Logan, Robert K.: »The Biological Foundation of Media Ecology«. In: *Explorations in Media Ecology* 9/3 (2010), S. 19-34; Strate, Lance (2011): *On the Binding Biases of Time. And other Essays on General Semantics and Media Ecology*. Fort Worth, New Non-Aristotelian Library Institute of General Semantics; Scolari, Carlos A.: »Media Ecology. Exploring the Metaphor to Expand the Theory«. In: *Communication Theory* 22/2 (2012), S. 204-224.

sich um ein Sammelbecken für verschiedene Formen der Auseinandersetzung mit Medien, die eine als ›ökologisch‹ gekennzeichnete Herangehensweise sowie den Bezugspunkt McLuhan teilen und sich in Nordamerika zumeist in institutionellen Außenseiterpositionen wiederfinden.[32]

Ein anderes Verständnis entwirft der größtenteils in Europa ausgearbeitete Ansatz, der unter einer Ökologie der Medien eine Beschreibungssprache für medientechnische Zusammenhänge versteht und nicht auf Harmonie oder Gleichgewicht, sondern auf ständige Veränderung und Dynamik abzielt.[33] Dabei steht die ökologisch genannte Verknüpftheit und Relationalität von Technologien, ihren Infrastrukturen und Nutzern im Mittelpunkt. Eine solche Ökologie der Medien meint demnach ein Gefüge, ein Netzwerk, eine Assemblage oder ein System aus heterogenen Elementen, deren ökologische Wechselwirkungen erforscht werden sollen, wie Matthew Fuller schreibt: »The term ›ecology‹ is used here because it is one of the most expressive language currently has to indicate the massive and dynamic interrelation of processes and objects, beings and things, patterns and matter.«[34] Das Potential eines solchen Ansatzes liegt darin, nicht Einzelmedien, sondern die Ensembles von Apparaturen, Institutionen, Infrastrukturen und Akteuren in ihren

32 Bezeichnenderweise ist einer der Grundlagentexte der *media ecology*, auf den immer wieder verwiesen wird, Christine Nystroms Doktorarbeit *Towards a Science of Media Ecology: The Formulation of Integrated Conceptual Paradigms for the Study of Human Communication Systems* von 1973, bis heute unveröffentlicht.

33 Fuller, Matthew (2007): *Media Ecologies. Materialist Energies in Art and Technoculture*. Cambridge, MIT Press; Herzogenrath, Bernd (Hg., 2009): *Deleuze/Guattari & Ecology*. New York, Palgrave Macmillan; Stiegler, Bernard: »Relational Ecology and the Digital Pharmakon«. In: *Culture Machine* 13 (2012), S. 1-19; Wiedemann, Carolin/Zehle, Soenke (Hg., 2012): *Depletion Design. A Glossary of Network Ecologies*. Amsterdam, Institute of Network Cultures; Kember, Sarah/Zylinska, Joanna (2015): *Life After New Media*. Cambridge, MIT Press; Hörl, Erich/Burton, James (Hg., 2017): *General Ecology. The New Ecological Paradigm*. London, Bloomsbury; Miyazaki, Shintaro: »Algorhythmische Ökosysteme. Neoliberale Kopplungen und ihre Pathogenese von 1960 bis heute«. In: Seyfert, Robert/Roberge, Jonathan (Hg., 2017): *Algorithmuskulturen. Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit*. Bielefeld, transcript, S. 173-188; Goddard, Michael (2018): *Guerrilla Networks. An Anarchaeology of 1970s Radical Media Ecologies*. Amsterdam, Amsterdam University Press. Zur Übersicht vgl. Löffler, Petra/Sprenger, Florian: »Einleitung in den Schwerpunkt Medienökologien«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 14 (2016), S. 10-18. Zum Unterschied beider Ausprägungen vgl. Goddard, Michael: »Towards an Archaeology of Media Ecologies. Media Ecology, Political Subjectivation and Free Radios«. In: *Fibreculture Journal* 17 (2011), S. 6-17. Dem Sammelband *Die verstellte Welt – Beiträge zur Medienökologie* (mit einem Vorwort von Neil Postman) geht es bereits 1988 um eine Ökologie der Medien in engstem Sinn: ›Ökologisch‹ sind Medien demnach, weil sie ein System des Rundfunks bilden. In diesem Band wird jedoch mit keinem Wort erläutert, welche ökologischen Wissensbestände in Anspruch genommen werden (vgl. Fröhlich, Werner D./Zitzlsperger, Rolf/Franzmann, Bodo (Hg., 1988): *Die verstellte Welt. Beiträge zur Medienökologie*. Frankfurt/Main, Fischer).

34 Fuller (2007): *Media Ecologies*. S. 2.

Wechselwirkungen zu beschreiben, ohne auf eine dualistische Gegenüberstellung von Natur und Technik oder Menschlich und Nicht-Menschlich zurückzugreifen. So sollen die vielschichtigen Assemblagen, in die Technologien eingebettet sind, als ökologische Verhältnisse beschreibbar gemacht werden. Erst in ihrer Verschränktheit treten, so die Annahme, die Prozessualität des Geschehens, die Gleichrangigkeit aller Akteure und die Relationalität ihrer Verschränktheit hervor. Dabei werden auch die ökologischen Aspekte von Technologien der Extraktion, Distribution und Destruktion in den Mittelpunkt gestellt: der Ressourcenverbrauch, die Bedingungen ihrer Produktion und die Materialien, aus denen Medien hergestellt sind.[35]

Irritierenderweise gibt es in beiden Ausrichtungen von Medienökologie kaum systematische oder historische Argumentationen über die Übertragbarkeit ökologischer Konzepte auf Wissensgebiete außerhalb der Lebenswissenschaften. Wie sich die Ansätze der akademischen Ökologie auf Medien übertragen lassen und welche Schwierigkeiten damit verbunden sind, wird bislang ebenso selten thematisiert wie die grundsätzliche Frage, was mit der Aussage gemeint ist, dass Medien eine Ökologie bilden. Entsprechend ist zu vermuten, dass die Aneignung ökologischer Begriffe und Konzepte in diesem Kontext einerseits mit der appellativen Struktur des ökologischen Begriffs *environment* zusammenhängt, der aus dem exklusiven Bezug auf natürliche Phänomene gelöst wird. Dieser Imperativ äußert sich in der Dringlichkeit einer an Ressourcenverbrauch, *environmental protection* und ökonomisch-ökologischem Gleichgewicht orientierten Perspektive auf Medientechnologien. Andererseits stellen ökologische Konzepte und Begriffe eine Beschreibungssprache für gegenseitige Abhängigkeiten, Dynamiken und Relationen bereit, die, so die Hoffnung, vor den Substantialismen und Essentialismen des Dualismus gefeit sein könnte. Ein solches ökologisches Denken in Relationen widersetze sich einer simplen Verobjektivierung der Natur, der Aufsprengung der Dyade und der damit einhergehenden Zerstörung von *environments*.[36]

35 Vgl. Gabrys, Jennifer (2011): *Digital Rubbish. A Natural History of Electronics*. Ann Arbor, University of Michigan Press; Maxwell, Richard/Miller, Toby (2012): *Greening the Media*. New York, Oxford University Press; Parikka, Jussi (2015): *A Geology of Media*. Minneapolis, University of Minnesota Press; Cubitt, Sean (2017): *Finite Media. Environmental Implications of Digital Technologies*. Durham, Duke University Press.

36 So etwa Fraser, Mariam/Kember, Sarah/Lury, Celia: »Introduction: Inventive Life«. In: dies./dies./dies. (Hg., 2006): *Inventive Life. Approaches to the New Vitalism*. London, Sage, S. 1-14; Massumi, Brian: »National Enterprise Emergency. Steps Toward an Ecology of Powers«. In: *Theory, Culture & Society* 26/6 (2009), S. 153-185; Bennett, Jane (2010): *Vibrant Matter. A Political Ecology of Things*. Durham, Duke University Press; Ingold, Tim: »Toward an Ecology of Materials«. In: *Annual Review of Anthropology* 41/1 (2012), S. 427-442; Manning, Erin (2012): *Relationscapes. Movement, Art, Philosophy*. Cambridge, MIT Press; Trinkaus, Stephan: »Welcher Tisch?«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 11 (2014), S. 179-185; Hui, Yuk: »Einige Fragen, das Verhältnis von Materie und Relation betreffend«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (2015), S. 165-170; Löffler, Petra: »Im Raum sein. Streuen - Erstrecken - Zerstreuen«. In: *Zeitschrift für Medien-*

Allzu häufig übernehmen derartige Medienökologien jedoch die vermeintlich ökologische, in der akademischen Ökologie aber bereits seit langem verabschiedete Formel, dass alles miteinander verbunden sei, also alles aus Relationen bestehe und tendieren zu dem, was Julian Jochmaring als »Relationsidealismus«[37] kritisiert hat.[38] Mitunter kulminieren diese Diskussionen in dem, was im Folgenden Onto-Ökologien genannt werden soll – Bezugnahmen auf die Ökologie, die nicht bei der Beschreibung biologischer oder nicht-biologischer Sachverhalte stehen bleiben, sondern die Ökologie zu einem Modus des Denkens von Verknüpfungen und Verbundenheiten erheben und diese Relationalität, wie etwa Timothy Morton, zu einer Ontologie erklären: »›Space‹ and ›environment‹ are ways in which objects sensually relate to the other objects in their vicinity, including the larger objects in which they find themselves.«[39] Ein solches ontologisches Verständnis ökologischer Relationalität mag in Georges Canguilhems Bemerkung einen Anstoß finden, ein *milieu* sei ein »reines Beziehungssystem ohne jegliche Verankerung«[40]. Doch Can-

und Kulturforschung 5/2 (2014), S. 209-223; Angerer, Marie-Luise (2017): *Affektökologie. Intensive Milieus und zufällige Begegnungen*. Lüneburg, Meson Press; Ruddick, Susan M.: »Rethinking the Subject, Reimagining Worlds«. In: *Dialogues in Human Geography* 7/2 (2017), S. 119-139.

37 Jochmaring, Julian: »Das Unbehagen in der (Medien-)Ökologie. Relationalität, Posthumanismus und die Negativität des Umweltlichen«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 2/1 (2016), S. 91-112. Hier: S. 100.

38 Einige Beispiele: »My essay, which speaks of a radical kinship of people and things, is indebted to a rich and diverse tradition of ecological thinking, including a variety of pantheisms, vitalisms, and materialisms. Its ontological monism is a riff on the ecological theme that ›all things are interconnected‹. There was never a time when human agency was anything other than an interfolding network of humanity and nonhumanity.« Bennett, Jane: »The Agency of Assemblages and the North American Blackout«. In: *Public Culture* 17/3 (2005), S. 445-465. Hier: S. 463; »Ecology shows us that all beings are connected. The ecological thought is the thinking of interconnectedness. The ecological thought is a thought about ecology, but it's also a thinking that is ecological. Thinking the ecological thought is part of an ecological project.« Morton (2010): *The Ecological Thought*. S. 7; »One of the insights emerging from theoretical and artistic activity in recent years has been that ecology is less a word or an analytical term denoting a thing than it is a way of looking at things in their relations, conceptualising and making sense of their multiple scales.« Parikka, Jussi: »Cartographies of Environmental Arts«. In: Braidotti, Rosi (Hg., 2019): *Posthuman Ecologies. Complexity and Process after Deleuze*. London, Rowman & Littlefield, S. 41-60. Hier: S. 44. Während Erich Hörl 2013 noch die »Primordialität von Relation« (Hörl: »Tausend Ökologien«. S. 122) als ontologische Modalität betont hat, wendet er 2018 die »Partialität der Relationen« (Hörl: »Die environmentalitäre Situation«. S. 246.) gegen die These der Allverbundenheit.

39 Morton, Timothy (2013): *Realist Magic. Objects, Ontology, Causality*. Ann Arbor, Open Humanities Press. S. 43. An anderer Stelle schreibt Morton: »[…] that what is called the ›between such as environment‹ is really another object.« Ebd., S. 174.

40 Canguilhem, Georges: »Das Lebendige und sein Milieu«. In: ders. (Hg., 2009): *Die Erkenntnis des Lebens*. Berlin, August. S. 242-279. Hier: S. 243. In einer raumtheoretischen Studie über medienökologische Relationen des Zerstreuens hat Petra Löffler vorgeschlagen, die »Qualitäten des

guilhems Überlegung kann, wie sich zeigen wird, nicht auf die Begriffe *Umwelt* und *environment* übertragen werden, die von einer sehr viel stärkeren Zentrierung auf den umgebenen Mittelpunkt gekennzeichnet sind. Zwar implizieren auch diese Begriffe Relationen, doch handelt es sich in allen drei Fällen nicht um eine Relationalität, in der alles miteinander verbunden ist, sondern um sehr spezifische, historisch verortete und unterschiedlichen Modellen der Verursachung entsprechende Relationen. Eine Immanenz der Relationen, wie sie in vielen Medien- und Onto-Ökologien vertreten wird, kann die Auseinandersetzung mit dem, was durch Relationen in spezifischen Kontexten verbunden oder getrennt wird, nicht ersetzen.[41]

Neben der Allverbundenheit wird von Medienökologien häufig auch auf die vermeintlich emergenten Eigenschaften ihrer Gegenstände verwiesen. Wenn im Rahmen der *media ecology* behauptet wird, dass, so Carlos Scolari, »environments structure what we can see, say, and do«, bringt der Begriff sein Potential der Verknüpfung von allem mit allem zur vollsten Ausdehnung und wird selbsterklärend: »They [environments] assign roles and pressure us to play them. Media environments specify what we can do and what we cannot.«[42] In einer ähnlichen Formulierung des Medienökologen Joshua Meyrowitz sind Emergenz und ökologische Verbundenheit nicht nur Bestandteil von Prozessen, sondern Muster der Erklärung: »The new environment is always more than the sum of its parts.«[43] Holismus und Emergenz, die hier implizit mit Ökologie gleichgesetzt werden, verstärken Evidenz und Selbstverständlichkeit, wenn sie ohne konkrete Beschreibung ihres Zustandekommens und ihrer Komponenten verwendet werden, weil sie die Erklärung des Zusammenwirkens von Faktoren durch eine unhintergehbare Kraft des Ganzen zu ersetzen erlauben. Dieses Ganze sei mehr ist als die Summe seiner Teile – und zwar ›always‹. Woher dieses Mehr kommt, was das Ganze zum Ganzen macht und wo seine Grenzen liegen, muss nicht mehr erklärt werden. Dass es eine Summe der Teile gibt, wird vorausgesetzt.

Mi-lieus, die Intensitäten des reinen spatium als ungefügte Gefüge zu denken« (Löffler: »Im Raum sein«. S. 224). Während mit diesem Ansatz Räume als *milieus* des Nebeneinander- und Dazwischenseins beschreibbar sind, implizieren die Umgebungsverhältnisse von *environments* eher Raumverhältnisse des Umgebens, die anderen Hierarchien gehorchen.

41 Es geht an dieser Stelle also keineswegs um eine generelle Kritik einer Philosophie, die im Anschluss an Alfred North Whitehead oder Gilbert Simondon Relationen als primär beschreibt (vgl. etwa Debaise, Didier: »What is Relational Thinking?«. In: *Inflexions* 5 (2012), S. 1-11 oder Voss, Christiane: »Auf dem Weg zu einer Medienphilosophie anthropomedialer Relationen«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 2/2 (2010), S. 169-184).

42 Scolari: »Media Ecology«. S. 205. Vgl. auch Strate, Lance: »Media Ecology and the Systems View«. In: *Systema* 3/1 (2015), S. 37-45.

43 Meyrowitz, Joshua (1985): *No Sense of Place. The Impact of Electronic Media on Social Behavior*. Oxford, Oxford University Press. S. 19.

Die Selbstverständlichkeit, mit welcher der Begriff in medienökologischen Ansätzen häufig verwendet wird, verhindert, eben diese Fragen zu stellen. Dies führt zu dem, was Edgar Morin »holistische Blindheit«[44] genannt hat: Selbst wenn man der Theorie der Emergenz Glauben schenkt, besagt sie nicht, dass jedes System zu jedem Zeitpunkt emergent ist. Das Ganze kann auch weniger als die Summe seiner Teile sein. Ein Ganzes gibt es nur in Relation zu den Teilen, und um diese Relationen zu klären, müsste auch geklärt werden, was das Ganze und was die Teile sind.[45] So bleibt festzuhalten, dass *environment* in derartigen Formulierungen schon durch seine Nennung etwas zu offenbaren scheint. Der Erklärungsanspruch des Begriffs besteht nur noch in seiner Verwendung und allein dadurch hofft man, etwas erklärt zu haben.

Den geschilderten Aneignungen ökologischen Wissens tritt dieses Buch daher mit einiger Skepsis gegenüber, zumindest solange unklar bleibt, was jeweils mit Ökologie gemeint ist, welche Metaphorik am Werk ist und welche Relationen des Umgebens sowie Kausalitäten der Wechselwirkung in Anschlag gebracht werden. Die folgenden Kapitel zeigen vielmehr, dass ökologische Relationalität nicht gegeben ist, sondern historisch unterschiedlich bestimmt wird. Dass die Verbindung dem Verbundenen vorausgeht, heißt nicht, dass alles miteinander verbunden ist. Ökologie sollte nicht vorschnell mit Relationalität gleichgesetzt werden, ohne die Modalitäten oder Relata zu spezifizieren, die in historischen Konstellationen festlegen, welche Arten der Verursachung als Relationen denkbar sind und wie durch diese Relationen das Umgebene reguliert werden kann. Ökologischen Wissens ist, auch wenn es auf Medien angewendet wird, mit einer Biopolitik des Umgebens verflochten. Umgebungswissen ist zumindest potentiell immer Regierungswissen.

Zusammengefasst geht es also darum, auch die gegenwärtigen medienökologischen Ansätze – vor allem dort, wo die Bezugnahme auf ökologische Begriffe und Konzepte ungeklärt bleibt – als Bestandteil der hier beschriebenen Geschichte auszuweisen. Ihre Aneignung ökologischer Beschreibungen nur als metaphorisch zu bezeichnen[46], würde der Bedeutung der neuen Technologien, der Operationalisierung von Umgebungsrelationen und ihrer biopolitischen Dimension

44 Morin (1977/2010): *Die Methode*. S. 139.

45 Der Philosoph Ernest Nagel hat in seinem Aufsatz »On the Statement ›The Whole is more than the Sum of its parts‹« darauf hingewiesen, dass die Rede von Emergenz nur dann argumentativ hinreichend sei, wenn geklärt werde, was unter ›Ganzem‹ und unter ›Teil‹ verstanden wird und unter welchen Bedingungen sie zusammenwirken. Nagel arbeitet vier Bedeutungen von Summe und acht Bedeutungen des Ganzen heraus (vgl. Nagel, Ernest: »On the Statement ›The Whole is more than the Sum of its Parts‹«. In: Lazarsfeld, Paul/Rosenberg, Morris (Hg., 1955): *The Language of Social Research*. Glencoe, Free Press, S. 519-527).

46 Die Schwierigkeiten der *media ecology*, ihre Begriffe zu klären, hat Niall Stephens herausgehoben und argumentiert, dass ihre Bezugnahme auf die Wissenschaft der Ökologie lediglich metaphorisch sei (vgl. Stephens, Niall P.: »Toward a More Substantive Media Ecology. Postman's Metaphor Versus Posthuman Futures«. In: *International Journal of Communication* 8/1 (2014), S.

nicht gerecht. Die in diesem methodischen Vorgehen implizite Distanzierung von Beschreibungssprache und beschriebenem Objekt ist die Voraussetzung der im Schlusskapitel dieses Buches aufgenommenen Entwicklungslinie autonomer, adaptiver Technologien, die sich an unsichere *environments* anpassen. Das Unselbstverständlich-Machen eines Begriffs ist ein langwieriges Unterfangen, doch es ist notwendig, um Beschreibungssprache und beschriebenes Objekt nicht zu verwechseln. Erst auf dieser Grundlage tritt die historische Spezifik ökologischer Relationen hervor.

Gegen die ökologische Relationalität der Allverbundenheit hat Frédéric Neyrat eine »ecology of separations« stark gemacht, die davon ausgeht, dass jede Relation in einer Trennung und in einem Abstand gründet, die Distanz und damit Kritik erst ermöglichen.[47] Auch Donna Haraway hat die historische wie situative Spezifität von Relationen gegenüber ihrer Allverbundenheit betont: »Nothing is connected to everything, everything is connected to something.«[48] Während es Neyrat mit dieser Absage an eine Immanenz der Relationen darum geht, Natur weder als »fixed substance, nor as indefinite process, but as a separating mediation«[49] zu denken und Haraway eine »ecology of practices«[50] anvisiert, in der das gemeinsame Produzieren von (Um-)Welt als *worlding* im Mittelpunkt steht, soll an dieser Stelle eine in Neyrats Arbeiten nur angedeutete Linie weiterverfolgt werden: die Historisierung des von ökologischem Denken ausgehenden »struggle against the denial of relations«[51]. Entsprechend gilt es, die Geschichte der Idee ökologischer Allverbundenheit, d.h. einer immanenten Relationalität, ebenso in Angriff zu nehmen wie die Geschichte der biopolitischen Gestaltung ökologischer Relationen. Beide Geschichten weisen, wie sich zeigen wird, eine Reihe von Kreuzungspunkten auf.

In ihrem Buch *Staying with the Trouble* argumentiert Haraway, dass angesichts der Verflochtenheit aller Akteure, von Menschen und Nicht-Menschen oder von Organismen und Techniken, die Gegenüberstellung von Organismus und *environment* an Überzeugungskraft verliere: »What happens when the best biologies of the twenty-first century cannot do their job with bounded individuals plus contexts, when organisms plus environments, or genes plus whatever they need, no longer

1-19). Dem ist fraglos zuzustimmen, doch die epistemologische Dimension des Nachdenkens über Umgebungen und ihre biopolitischen Konsequenzen sind damit noch nicht berührt.

47 Vgl. Neyrat, Frédéric: »Elements for an Ecology of Separation. Beyond Ecological Constructivism«. In: Hörl, Erich/Burton, James (Hg., 2017): *General Ecology. The New Ecological Paradigm*. London, Bloomsbury, S. 101-125 sowie ausführlicher Neyrat, Frédéric (2018): *The Unconstructable Earth. An Ecology of Separation*. New York, Fordham University Press.

48 Haraway, Donna J. (2016): *Staying with the Trouble. Making Kin in the Chthulucene*. Durham, Duke University Press. S. 31.

49 Neyrat: »Elements for an Ecology of Separation«. S. 102.

50 Haraway (2016): *Staying with the Trouble*. S. 42.

51 Neyrat: »Elements for an Ecology of Separation«. S. 104.

sustain the overflowing richness of biological knowledges, if they ever did?«[52] Die Vorstellung von Individuen und aus Individuen zusammengesetzten Gesellschaften, die ihrem *environment* unverbunden, aber abhängig gegenüberstehen, sei nicht mehr tragfähig, um zu erfassen, wie Lebewesen gemeinsam ihre Welten hervorbringen. Haraway – selbst vom Ökologen George Evelyn Hutchinson promovierte Biologin – stützt ihre Ausführungen auf die Arbeiten Lynn Margulis' zur Endosymbiose und zur Symbiogenese, die Scott Gilbert, Chemiker und Schüler von Haraway, Jan Sapp, Evolutionsbiologe und Freund von Margulis, sowie der Wissenschaftsphilosoph Alfred I. Tauber 2012 provokativ gewendet haben. In einem Aufsatz mit dem Titel »A Symbiotic View of Life: We have never been individuals« betonen sie, dass das Konzept des individuellen Organismus in Auflösung begriffen sei: »The discovery of symbiosis throughout the animal kingdom is fundamentally transforming the classical conception of an insular individuality into one in which interactive relationships among species blur the boundaries of the organism and obscure the notion of essential identity.«[53] Diesen innerhalb der Biologie durchaus umstrittenen Forderungen nach verliert der Begriff des Organismus sowohl in einem essentialistischen Verständnis als auch als pragmatisches Beschreibungswerkzeug an Überzeugungskraft, weil sich die Grenzen zwischen dem Organismus und seinem *environment* angesichts der Bedeutung von Energieströmen, Rückkopplungen und der verteilten Agency von mehreren Kilogramm überlebensnotwendiger symbiontischer Bakterien im Inneren des menschlichen Verdauungstrakts immer weniger bestimmen lassen.

Die von Margulis erarbeiteten Erkenntnisse über Symbiose und die ökologischen Relationen innerhalb von Lebewesen aufnehmend, fordern die Autoren, die Rede vom menschlichen Organismus durch den Begriff *holobiont* zu ersetzen.[54] Ein

52 Haraway (2016): *Staying with the Trouble*. S. 30.

53 Gilbert, Scott F./Sapp, Jan/Tauber, Alfred I.: »A Symbiotic View of Life. We Have Never Been Individuals«. In: *The Quarterly Review of Biology* 87/4 (2012), S. 325-341. Hier: S. 326. Dass das Konzept des Organismus schon länger als heuristische Fiktion gilt, hat Charles Wolfe gezeigt: Wolfe, Charles T.: »Do Organisms Have An Ontological Status?«. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 32/2-3 (2010), S. 195-232. Vgl. dazu auch das von Andreas Folkers und Sven Opitz verantwortete Forschungsprojekt *Symbiotic Collectives*: http://symbiotic-collectives.net, letzter Zugriff am 23. Januar 2019.

54 Vgl. Sagan, Lynn: »On the Origin of Mitosing Cells«. In: *Journal of Theoretical Biology* 14/3 (1967), S. 225-274. Ihre ersten Texte veröffentlicht Margulis unter dem Nachnamen ihres damaligen Ehemanns Carl Sagan. Margulis' These besagt, dass Mitochondrien und Plastiden als Bestandteile von komplexeren Zellen im Verlauf der Evolution durch Symbiose entstanden sind. Als Endosymbionten wurden ursprünglich unabhängige einzellige Bakterien in das Innere der komplexeren Zelle aufgenommen und übernahmen dort die Funktion von Organellen. Die Entstehung komplexer Zellen, die die Grundlage höherer Lebewesen sind, beruht also auf einer Umschichtung von Umgebungsrelationen. Zu Margulis' und Haraways Konzepten der Symbiose vgl. auch Folkers, Andreas/Hoppe, Katharina: »Von der Modernisierung zur Ökologisierung. Werden und

holobiont sei nicht durch eine Identität oder Geschlossenheit gegenüber der Außenwelt gekennzeichnet, sondern setze sich aus verschiedenen Akteuren, Bakterien und organischen Zusammenhängen zusammen – als Hybrid. Entsprechend kann er weder als Subjekt noch als Objekt verstanden werden, insbesondere, wenn man diesen Dualismus auf das Verhältnis von Organismus und *environment* projiziert und beide in einem ausschließenden Verhältnis von Innen und Außen gegenüberstellt oder das *environment* lediglich als Zugabe zum Organismus betrachtet.

Gegen diesen Binarismus verwehrt sich auch Haraway und betont stattdessen das gegenseitige *worlding* biologischer Prozesse. Durch ihre Verflochtenheit werde möglich, was sie *sympoiesis* nennt: die Hervorbringung von Welten durch einschließende Gegenseitigkeit, die Andersheit bewahrt. Mit Bezug auf Gilbert führt sie das Argument an, dass biologische Forschung sich auf die Idee von Modellorganismen stütze, mit deren Hilfe Experimente durchgeführt werden, die unter möglichst einflussfreien Laborbedingungen stattfinden.[55] Es werde versucht, Modellorganismen so weit wie möglich von ihren *environments* zu lösen, um sie als Individuen zu erforschen. Die Verflochtenheit des Organismus mit seiner Umgebung und mit seinem Inneren werde dabei nicht bedacht. Entsprechend besteht der Ansatz, den sowohl Gilbert, Sapp und Tauber als auch Haraway vorschlagen, nicht in der Abkehr, sondern in der Ausweitung von Umgebungsrelationen: »There are only webbed ecosystems made of variously configured, historically dynamic contact zones.«[56] Die dualistische, ausschließende Gegenüberstellung habe zu einer Missachtung ökologischer Relationen und ihrer Verflechtungen geführt.[57] Vielmehr wirken auch innerhalb dessen, was bisher als unteilbare Organismen verstanden wurde, ökologische Relationen von Umgebendem und Umgebenem und eröffnen Potentiale eines Denkens der *sympoiesis*, des Gemeinsam-Machens durch »linked metabolisms, articulations, or coproductions (pick your metaphor) of economies and ecologies«[58]. Organismen können sich gegenseitig und mehrfach enthalten, wie Margulis' Texte

Biopolitik bei Deleuze/Guattari und Haraway«. In: Nungesser, Frithjof/Delitz, Heike/Seyfert, Robert (Hg., 2018): *Soziologien des Lebens. Überschreitung – Differenzierung – Kritik*. Bielefeld, transcript, S. 137-165.

55 Haraway (2016): *Staying with the Trouble*. S. 64.

56 Haraway, Donna J./Wolfe, Cary: »Companions in Conversation«. In: dies./ders. (2016): *Manifestly Haraway*. Minneapolis, University of Minnesota Press, S. 199-298. Hier: S. 250.

57 Diese Überlegung ist also keineswegs, wie Hörl andeutet, eine Abkehr vom Denken in Umgebungen (vgl. Hörl: »Die environmentalitäre Situation«. S. 244). Bezeichnenderweise rekurrieren die von Haraway angeführten Texte zur Beschreibung dividueller, in sich selbst symbiotischer Organismen auf das Ökosystem-Konzept: McFall-Ngai, Margaret et. al.: »Animals in a Bacterial World, a New Imperative for the Life Sciences«. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110/9 (2013), S. 3229-3236 sowie Tauber, Alfred I.: »Expanding Immunology: Defensive versus Ecological Perspectives«. In: *Perspectives in Biology and Medicine* 51/2 (2008), S. 270-284.

58 Haraway (2016): *Staying with the Trouble*. S. 49.

zur Endosymbiontentheorie vorführen. Die Konsequenz daraus lautet, den klassischen Begriff des Organismus aufzugeben, ihn nicht als feststehende Einheit eines unteilbaren Individuums aufzufassen, sondern als Dividuum, in dem Umgebungen und Organismen ineinander verschachtelt sind und in dem Organismen ebenso zu Umgebungen werden wie Umgebungen aus Organismen bestehen.

Haraways Kritik an der Individualität des Organismus trifft ein zentrales Problem der Ökologie: Die Annahme der Geschlossenheit eines Systems, d.h. einer festen Grenze zwischen Innen und Außen, zwischen Umgebendem und Umgebenem, setzt eine umfangreiche Schließungsarbeit voraus, in der die Wechselwirkungen zwischen beiden Seiten entweder ganz gekappt oder aber soweit reguliert werden, dass die Geschlossenheit trotz ihrer Angewiesenheit gewährleistet bleibt. Die Versuche der Konstruktion geschlossener künstlicher *environments*, sogenannter *closed worlds* in Druckluftkammern, U-Booten, Raumstationen oder in Projekten wie *Biosphere II* zeigen, dass diese Annahme mit dem Versuch eines Ausstiegs aus Umgebungsrelationen verbunden ist und in Anstrengungen resultiert, ein un-umgebenes System zu konstruieren – ein Versuch, der in allen im letzten Kapitel thematisierten Projekten scheitert, weil die Schließung nie endgültig genug sein kann. Zugleich zeigen diese Beispiele aber auch – mit und gegen Haraways Absage an »organisms plus environments«[59] –, dass das Nachdenken über Umgebungsrelationen selbst dann wirksam sein kann, wenn das Umgebene nicht als Individuum behandelt wird, sondern als Effekt der dyadischen Wechselwirkungen – in welcher Wissensordnung auch immer sie beschrieben werden. Eine solche historisch-epistemologische Perspektive auf ein Umgebungsdenken, das die Dyade von Organismus und *environment* nicht vorschnell als obsolet verabschiedet, sondern die Geschichte der auf sie angewendeten Relationen und Kausalitäten in den Blick nimmt, ist dazu in der Lage, die biopolitische Dimension ökologischen Denkens zu erfassen – vor allem dort, wo durch die Geschlossenheit eines Systems und die Kontrollierbarkeit aller Komponenten ein biopolitisches Experimentierfeld eröffnet wird.

1.2 Begriffe des Umgebens

Die Besonderheit von Umgebungsbegriffen besteht darin, stets eine Relationalität des Umgebens zu bezeichnen und damit Fragen der Kausalität ebenso aufzuwerfen wie der Vermittlung. Um diese Wissensordnungen in ihren historischen Transformationen zu erfassen, liegt ein historisch-epistemologisches Vorgehen nahe. Hans-Jörg Rheinbergers Darstellung historischer Epistemologie folgend umfasst dieses Verfahren die »Reflexion auf die historischen Bedingungen, *unter* denen,

59 Ebd., S. 30.

und die Mittel, *mit* denen Dinge zu Objekten des Wissens gemacht werden, an denen der Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in Gang gesetzt sowie in Gang gehalten wird«.[60] Epistemologien des Umgebens sind in diesem Sinn weniger als Erkenntnistheorien denn als Geschichten des Wissens und seiner Unterscheidungen, ästhetischen Ausdrucksformen und Praktiken zu verstehen. Sie umfassen jene Rationalitäten der Relationalität des Umgebens, die in unterschiedlichen historischen Kontexten variiert und durchgespielt werden. Die genannten Umgebungsbegriffe problematisieren Fragen nach dem immer wieder neu ausgehandelten Verhältnis des äußeren Umgebenden zum inneren Umgebenen, nach den Grenzen des Umgebenden und schließlich nach dem, was außerhalb des Umgebenden liegt und dieses umgibt – nach der Umgebung des Umgebenden.

Von Epistemologien des Umgebens im Plural zu sprechen, bedeutet, die historischen Semantiken unterschiedlicher Umgebungsbegriffe auseinanderzuhalten. Es gibt nicht das eine Umgebungsverhältnis, das alle Relationen bestimmt, sondern eine Vielfalt an möglichen und historisch durchdeklinierten Relationen und entsprechenden Kausalitäten, deren Aufkommen schon vor der Prägung des Begriffs *environment* im 19. Jahrhundert beginnt. Leo Spitzer hat in seinem Aufsatz »Milieu and Ambiance« die Beziehung moderner Umgebungsbegriffe zum griechischen Begriff für das Umgebende, *periechon* (περιέχον), ausführlich dargestellt. Spitzer zufolge wurde *periechon* nie adäquat ins Lateinische übertragen und hat keine begriffliche Tradition herausgebildet.[61]

Der von Spitzer inspirierte Blick auf den griechischen Begriff ist an dieser Stelle hilfreich, weil sich trotz mangelnder Tradierung mit seiner Hilfe einige Probleme erläutern lassen, die sich dem Nachdenken über Umgebungen und ihre Relationen seither stellen. Die Präposition *peri* meint *um*, *herum* oder *mit*; als Partizip von *echein* steht *echon* für *haben* oder *halten*. *Periechon* nennen die Griechen entsprechend das Umhüllende, das Umschließende, das Umfassende, das Umgebende. Der Begriff steht für den Versuch, den Ort als etwas zu bestimmen, das nicht unabhängig von

60 Rheinberger, Hans-Jörg (2007): *Historische Epistemologie zur Einführung*. Hamburg, Junius. S. 11.

61 Im lateinischen Begriff *ambiens*, so Spitzer, verliert sich »the richness and fullness of the Greek term.« (Spitzer, Leo: »Milieu and Ambiance«. In: ders. (1948): *Essays in historical Semantics*. New York, Vanni, S. 179-316. Hier: S. 180) Spitzer verteidigt die ›Wärme‹ und ›Tiefe‹ von *periechon* gegen die ›Kälte‹ und ›Abstraktion‹ von *milieu* und *medium*. Er versucht, den Begriff *periechon* mit seinen organischen Konnotationen sowie der schützenden Funktion des Umhüllenden gegen die vermeintlich determinierenden Abstraktionen von *milieu*, *environment* und *Umwelt* auszuspielen. Dieser Argumentation soll an dieser Stelle eine Alternative entgegengestellt werden, welche die epistemologischen Qualitäten von Umgebungskonzepten in den Vordergrund rückt. So viel die vorliegenden Überlegungen Spitzers Aufsatz verdanken, so sehr müssen sie ein Gegenmodell zu dessen Verfallsgeschichte entwerfen, für die alle Ableger von *periechon* defizitär sind (vgl. an Spitzer anschließend die Einordnung von *periechon* in die Geschichte des Begriffs *Umwelt* in Toepfer, Georg: »Umwelt«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 566-607. Hier: S. 567).

dem ist, was sich an ihm befindet, wie auch das, was sich an einem Ort befindet, nicht unabhängig von dem ist, was diesen umgibt. Aristoteles definiert *periechon* von der umgebenden Begrenzung her und fasst diese wiederum als bedingendes Verhältnis. Als *periechon* gibt das Umgebende einen Ort, indem es ihn umgibt. Im vierten Buch seiner *Physik* bestimmt Aristoteles den Ort, *topos*, als »die Grenze des umfassenden Körpers, insofern sie mit dem Umfassten in Berührung steht«[62]. Wie ein Krug das Wasser umgibt, so umhüllt *periechon* analog etwas, ohne selbst Teil davon zu sein und bestimmt zugleich dessen Ausdehnung. Das Gefäß ist nicht als Ding gedacht, sondern als Umgebendes und Enthaltendes, dessen Umfang bestimmt, was es enthält. Die Umgebung bildet daher die Grenze von Umgebendem und Umgebenem. Das Umgebende ist wie der Krug »weder ein Teil des in ihm Befindlichen, noch ist er größer als das, was dazwischen ist«[63]. Wie die Wände des Krugs dem Wasser zwischen ihnen, weist das Umgebende dem Umgebenen seinen Ort zu, es schließt ein und umschließt. *Periechon* ist für Aristoteles weder ein Ding noch ein Ort. Es handelt sich vielmehr um ein Verhältnis, eine Relation: das, was um etwas herum ist. In diesem Sinne kann das Verhältnis des Umgebens entweder an einer festen Grenze gestoppt oder aber als unendlich ineinander geschachtelt gedacht werden.

Der epistemologische Rahmen, innerhalb dessen Dinge durch Relationen zueinander verortet werden, Anordnungen durch das bestimmt sind, was es um sie herum gibt, das Innen vom Außen geschieden ist und all dies schließlich als Ort benennbar gemacht wird, ist, wie Spitzer nachzeichnet, im Verlauf der Geschichte in eine Reihe anderer Konzepte und Begriffe diffundiert: *Umwelt*, *milieu* und *environment*, *Ambiente* und *Äther*, *Sphäre* und *Element*, aber auch *Medium*, *Aura* und *Klima*. Die drei Begriffe *milieu*, *Umwelt* und *environment*, um die es im Folgenden geht, überlappen sich in vielen Hinsichten, machen aber doch jeweils anderes sagbar, weil sie in verschiedenen Wissensgebieten mit je eigenen historischen Semantiken eingeführt wurden und weiter geprägt werden. Sie sollten keinesfalls gleichgesetzt

62 Aristoteles (1987): *Physik*. Hamburg, Meiner. S. 169, 212a. Vgl. dazu auch Morison, Benjamin (2002): *On Location. Aristotle's Concept of Place*. Oxford, Clarendon Press sowie Berz, Peter: »Contenant Contenu. Anordnungen des Enthaltens«. In: Härtel, Insa/Knellessen, Olaf (Hg., 2012): *Das Motiv der Kästchenwahl. Container in Psychoanalyse, Kunst, Kultur*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, S. 133-154. Umgebungen geben demnach einen Ort, weil ein Ort nicht selbst einen Ort haben kann, wie Aristoteles zeigt: Der Ort ist weder die Form noch die Materie eines Dings, weil er dann am Ort des Dings sein müsste, der Ort aber nicht an einem Ort sein kann. Eine Umgebung gibt einen Ort, ohne selbst ein Ort zu sein. Deshalb begrenzt, so hat Werner Hamacher diesen Gedanken fortgeführt, die Umgebung ein Ding, ohne die Grenze des Dings zu sein (vgl. Hamacher, Werner: »Amphora (Extracts)«. In: *Assemblage* 20/April (1993), S. 40-41).

63 Aristoteles (1987): *Physik*. S. 167, 211a. *Periechon* ist daher, dies sei an dieser Stelle angemerkt, nicht mit dem *Dazwischen* identisch, das heißt, es ist kein *Medium* im Sinne eines Vermittelnden oder Dazwischenliegenden, auch wenn beide Konzepte verwandt sind.

werden, sondern bezeichnen jeweils eigene Potentiale und Konfigurationen von Umgebungsrelationen. Setzt man *Umwelt*, *environment* und *milieu* in eins, verliert man aus den Augen, dass alle drei Begriffe in historisch situierten Konstellationen geformt wurden, gerade im Kontext der Biologie unterschiedlichen Konzepten des Lebens entsprechen und damit auch andere epistemologische Konsequenzen haben.

Die geschilderte Konjunktur des Begriffs *environment*, die in den gegenwärtigen technischen Entwicklungen einen Ausdruck findet, kann auch als eine Konsequenz des Klimawandels und der mit ihm einhergehenden Diagnose des Anthropozäns verstanden werden. Die Imperative, die sich daraus ergeben, sind Teil der Motivation dieses Buches. Wie die Geschichte der technischen Gestaltung von Umgebungen im 20. Jahrhundert durch *environmental design*, *environmental management* und *environmental engineering* im weiteren Verlauf zeigen wird, geht *environment* nicht darin auf, eine Erscheinungsform der Natur, eine ausbeutbare Ressource oder eine Produktivkraft zu sein. Vielmehr sind die Wandlungen des Begriffs mit Versuchen verbunden, das Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem auf neue Weise als Inbegriff des Lebendigen zu erfassen und damit auch die Möglichkeit ihrer Gestaltung durch technische Hilfsmittel zu ermöglichen. Wenn *environments* also keine natürlichen Ressourcen sind, deren Ausbeutung einfach nur verhindert werden müsste, sondern sich ihr Verhältnis zum Natürlichen so gewandelt hat, dass heute die technische Durchdringung von Umgebungen selbst als *environment* bezeichnet werden kann, dann steht die Technik nunmehr synthetischer *environments* und adaptiver Technologien in einem neuen Verhältnis zum von ihr umgebenen Menschen. Macht über das Umgebene kann demnach durch das Umgebende ausgeübt werden. Diese Epistemologie des Umgebens und die mit ihr verbundene Biopolitik gilt es zu klären, will man die gegenwärtige Lage als Konvergenz von Umgebungstechnologien mit dem Anthropozän verstehen.

Die vorangegangenen Bemerkungen haben bereits angedeutet, dass die Auseinandersetzung mit dem Begriff *environment* durchaus eine existenzielle Dimension hat. Wenn die Prognosen der Klimaforschung stimmen, werden Teile der Erde in einem Jahrhundert oder sehr viel früher kaum noch bewohnbar sein und sich in der Konsequenz die Formen des menschlichen Zusammenlebens ändern müssen. Eine solche Zukunftsprognose stellt auch die Geisteswissenschaften der Gegenwart in Frage. Was bedeutet eine Auseinandersetzung mit Konzepten, Geschichten und Begriffen, wenn das Überleben der Menschheit auf dem Spiel steht? Wie geht man mit der Herausforderung um, die Zukunft der Geisteswissenschaften mit der Zukunft des Planeten zusammenzudenken? Was also kann die Geisteswissenschaft, was kann im speziellen eine wissensgeschichtlich orientierte Medien- und Kulturwissenschaft zum Verständnis der gegenwärtigen Lage beitragen? Das vorliegende Buch ist kein Plädoyer und keine Handlungsanweisung. Was es stattdessen aufweisen will, sind die Spannungen und Widersprüche, die in der Geschichte des Be-

griffs *environment* auftauchen. Damit ist jedoch mehr gemeint als eine theoretische Verhandlung historischer Veränderungen. Begriffe haben eine weltliche Macht. Sie beeinflussen unser Selbstverständnis, indem sie etwas sagbar oder nicht sagbar machen. Entsprechend haben sie Auswirkungen auf das, was wir tun oder nicht tun. Eine Antwort auf die genannten Fragen wird man nur finden, wenn man sich über die verwendeten Begriffe im Klaren ist. Zu dieser Klarheit soll das Buch beitragen, indem es diese vermeintliche Selbstverständlichkeit des Begriffs verunklart und die historische Entstehung seiner Evidenzen rekonstruiert.

1.3 Geschichten des Umgebens

Die Überlegungen dieses Buches verfolgen einige der verwinkelten Pfade, welche der Begriff *environment* auf dem Weg zu der angedeuteten Breite genommen hat – und damit auch die Potentiale und Probleme, die mit seiner Verwendung gegenwärtig verbunden sein können. Die Entwicklung eines solch populären und vielgebrauchten Begriffs kann jedoch nicht in einer einheitlichen Geschichte zusammengefasst werden. Eine vollständige Kartographierung seiner Wanderung durch unterschiedliche Anwendungsgebiete ist kaum möglich.[64] Die fünf Studien, die dieses Buch umfasst, beschreiben stattdessen in unterschiedlichen Perspektiven Ereignisse, Definitionen, Darstellungsformen und Transformationen, um eine Tendenz der Entwicklung des Begriffs aufzuzeigen. Zusammen sollen diese fünf auch separat lesbaren Kapiteln ein Raster ergeben, mit dem sich die begriffs-, die

64 Nicht verfolgt werden kann in diesem Buch beispielsweise, wie das Nachdenken über Umgebungsverhältnisse seit den 1920er Jahren in der Psychologie (Dewey, John (1922): *Human Nature and Conduct*. New York, Holt and Company; Gibson, James J. (1986): *The Ecological Approach to Visual Perception*. New York, Taylor & Francis; Järvilehto, Timo: »The Theory of the Organism-Environment System. I. Description of the Theory«. In: *Integrative Physiological and Behavioral Science* 33/4 (1998), S. 321-334), der Phänomenologie (Merleau-Ponty, Maurice (1942): *La structure du comportement*. Paris, PUF) und der Gestalttheorie (Koffka, Kurt (1935): *Principles of Gestalt Theory*. London, Paul, Trench & Trubner) fortentwickelt wird. 1918 erscheint die Dissertation *The Theory of Environment – An Outline of the History of the Idea of Milieu and its Present Status* von Armin Hajman Koller, die aufbauend auf den raumtheoretischen Überlegungen Friedrich Ratzels sowie Johann Gottfried Herders und der deutschsprachigen Anthropogeographie auf gut 120 Seiten schildert, wie der Begriff *milieu* – um *environment* geht es, anders als der Titel vermuten lässt, nur am Rande – zur Beschreibung externer Faktoren auf soziale Verbünde verwendet wird. Es geht also um »the far-reaching dependence of national character on the physical environment«. (Koller, Armin Hajman (1918): *The Theory of Environment. An Outline of the History of the Idea of Milieu and its Present Status*. Menasha, Banta. S. 9; auf eine ähnliche Weise argumentiert Franklin, Thomas (1925): *The Environmental Basis of Society. A Study in the History of Sociological Theory*. New York, Century). Kollers Studie besteht größtenteils aus einer Sammlung einschlägiger Zitate, die er sehr selektiv auf die Anthropogeographie hin anordnet. Der angekündigte zweite Band über Biologie ist nicht erschienen.

wissens- und die technikgeschichtliche Entwicklung der Beschreibung und Nutzbarmachung ökologischer Relationen verfolgen und auf die Gegenwart beziehen lässt. Dieses Raster ist keineswegs als vollständige Erschließung gedacht, sondern vielmehr als Orientierungshilfe für die verwinkelte Geschichte des Begriffs. In diesem Kontext werden Akteure und Orte des Transfers von Wissen – das, was Peter Galison eine trading zone genannt hat – ebenso beschrieben wie die materiellen Bedingungen, die solchen Transfers zugrundeliegen: die Räume der Aushandlung von Wissen zwischen Institutionen, Wissensobjekten, Konzepten, ihren Medien und Orten.[65] Um die Probleme einer reinen Ideen- oder Begriffsgeschichte zu vermeiden – Vernachlässigung von Praktiken und Materialitäten, Abstraktion geordneter Konzepte von ihren unordentlichen Entstehungsherden –, werden immer wieder die Ökonomien und Institutionalisierungen, die Politiken und Poetiken, die Materialitäten und Medien dieses Wissens im Mittelpunkt stehen.

Die Entscheidung für die Beschreibung einer sich über den langen Zeitraum von etwa 1860 bis 1970 erstreckenden Entwicklung ist der Vermutung geschuldet, dass nur so die übergreifende Tendenz beschreibbar wird, in deren Kontext im 20. Jahrhundert *environments* zu Orten technischer Kontrolle, Modifikation sowie Gestaltung geworden sind und damit eine Biopolitik wirkmächtig wird, deren Auswirkungen noch kaum durchdacht sind.[66] Das Jahr 1970 markiert dabei mit dem Aufstieg des *environmentalism* als globaler Bewegung, dem von Richard Nixon unterzeichneten *National Environmental Protection Act*, dem *Earth Day*, den ersten Schritten zur Gründung des *United Nations Environment Programme*, der Etablierung neuer ökologischer Theorien, in denen Gleichgewichtsvorstellungen durch Dynamiken ersetzt werden, sowie der künstlerischen Reflexion all dessen einen Scheidepunkt, an dem die Geschichte dieses Buchs endet. Die Darstellung des Übergangs von den ökologischen Fragen der 1970er Jahre hin zur Prämierung von Nachhaltigkeit, zur Auseinandersetzung mit dem Klimawandel und zur Debatte um das Anthropozän kann hier nicht geleistet werden.[67] Es soll jedoch deutlich werden, dass die bis zu dieser Zeit entstehenden Rahmenbedingungen der Gestaltung von

65 Galison, Peter (1997): *Image and logic. A Material Culture of Microphysics*. Chicago, University of Chicago Press. S. 781ff.

66 Es kann jedoch nicht darum gehen, dieses Momentum der Kontrolle als simplen Versuch der Beherrschung der Natur, ihrer Manipulation und Zerstörung in eine Verfallsgeschichte einzuordnen, wie es in der Historiographie der ökologischen Wissenschaften häufig geschehen ist (so etwa Worster, Donald (1977): *Nature's Economy. The Roots of Ecology*. Garden City, Anchor Press/Doubleday und Mitman, Greg (1992): *The State of Nature. Ecology, Community, and American Social Thought, 1900-1950*. Chicago, University of Chicago Press). Dies würde die Unterscheidung in natürliche und künstliche *environments*, die im Verlauf dieser Geschichte unterlaufen wird, zementieren.

67 Vgl. für solche Perspektiven beispielsweise Woods, D.: »Scale Critique for the Anthropocene«. In: *the minnesota review* 2014/83 (2014), S. 133-142; Tsing, Anna Lowenhaupt/Swanson, Heather/Gan, Elaine et al. (Hg., 2017): *Arts of Living on a Damaged Planet*. Minneapolis, University of Minneso-

environments durch die Nutzbarmachung ökologischer Relationen bis in die Gegenwart wirken und vor allem für aktuelle Umgebungstechnologien wichtig sind. Den Schlusspunkt dieses Buchs bilden entsprechend eine von dieser Genealogie ausgehende Analyse exemplarischer technologischer *environments* der Gegenwart und ein Ausblick auf die aktuellen Transformationen des Begriffs.

Das Ziel dieses Buches besteht nicht in einem lückenlosen Nacherzählen der Verwendung des Begriffs *environment* – ein unmögliches Vorhaben –, sondern vielmehr im Versuch, anhand konkreter historischer Konstellationen nachzuzeichnen, wie Umgebungswissen gestaltende, modifizierende Eingriffe in Umgebungen nahelegt bzw. rechtfertigt und welcher Modus biopolitischer Macht damit einhergeht. Die Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher *environments* sind nur vor dem Hintergrund dieser Epistemologien zu verstehen. Daher hat dieses Buch auch ein anderes Ziel als eine Wissenschaftsgeschichte der Ökologie.[68] Vielmehr handelt es sich um eine Wissensgeschichte des mit dem Begriff *environment* einhergehenden Umgebungswissens und der entsprechenden Technologien.[69] Anstatt

---

ta Press; Schneider, Birgit (2018): *Klimabilder. Eine Genealogie globaler Bildpolitiken von Klima und Klimawandel*. Berlin, Matthes & Seitz.

68 Eine Geschichte der Ökologie stellt auch insofern ein historiographisches Problem dar, als bis heute angesichts ihres »methodisch und ideologisch hybriden und ambivalenten Charakters« (Trepl, Ludwig (1987): *Geschichte der Ökologie. Vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart*. Frankfurt/Main, Athenäum. S. 226) kein verbindlicher Konsens darüber besteht, was Ökologie ist und was ihre Gegenstände sind. Die Wissenschaftsgeschichte der Ökologie ist bislang von Arbeiten dominiert, die von Ökologen oder *environmentalists* geschrieben sind: Worster (1977): *Nature's Economy*; McIntosh, Robert P. (1985): *The Background of Ecology. Concept and Theory*. Cambridge, Cambridge University Press; Acot, Pascal (1988): *Histoire de l'ecologie*. Paris, Presses universitaires de France; Bramwell, Anna (1989): *Ecology in the 20th Century. A History*. New Haven, Yale University Press; Bocking, Stephen (1997): *Ecologists and Environmental Politics. A History of Contemporary Ecology*. New Haven, Yale University Press; Golley, Frank B. (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology. More than the Sum of the Parts*. New Haven, Yale University Press; Hagen, Joel Bartholemew (1992): *An Entangled Bank. The Origins of Ecosystem Ecology*. New Brunswick, Rutgers University Press; Kingsland, Sharon E. (2005): *The Evolution of American Ecology, 1890-2000*. Baltimore, Johns Hopkins University Press; Coleman, Daniel C. (2010): *Big Ecology. The Emergence of Ecosystem Science*. Berkeley, University of California Press. Einen interdisziplinären Ansatz verfolgen die Beiträge in Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer.

69 Während sich die wissenschaftshistorische Forschung zur Ökologie des Begriffs bislang kaum angenommen hat (so etwa McIntosh (1985): *The Background of Ecology*; Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology* und Schwarz/Jax (Hg., 2011): *Ecology Revisited*), haben 2018 die *environmental historians* Paul Warde, Libby Robin und Sverker Sörlin einen Entwurf einer Ideengeschichte des Begriffs vorgelegt. Ihr Buch geht jedoch von vornherein von einer massiv eingeschränkten Traditionslinie aus, in der *environment* als natürliche, zu schützende Umgebung im engen Sinn gefasst wird, als »conceptual framing of the growing and largely negative consequences of human activities on the earth« (Sörlin, Sverker/Wormbs, Nina: »Environing Technologies. A Theory of Making Environment«. In: *History and Technology* 34/2 (2018), S. 101-125. Hier:

den Begriff *environment* als ahistorische Gegebenheit zu nehmen, fragt dieses Buch, wie *environments* durch Umgebungsrelationen hervorgebracht und erkannt werden. Nicht jeder Raum ist ein *environment*, sondern es gibt Bedingungen, unter denen er dazu wird.

Der naheliegende Schritt hin zu einer Untersuchung der materiellen Kulturen der jeweiligen Wissenschaften sowie der Praktiken und Techniken, mit denen sie Umgebungswissen hervorbringen und Umgebungen gestalten[70], hat diese Arbeit an vielen Stellen inspiriert und wird immer wieder aufgenommen. Als methodischer Rahmen der gesamten Arbeit würde dies aber ein anderes Vorgehen erfordern, welches die in diesem Buch verfolgte Transformation ökologischer Relationalität nur partiell erfassen könnte. Diese Transformation besteht gerade in der Konvergenz des Wissens von der Gestaltbarkeit ökologischer Relationen und dem aus den Verfahren der Gestaltung resultierenden Wissen über ökologische Relationen. Auch wenn eine Perspektive auf Medialität und Materialität, auf Instrumente, Experimente und Lokalitäten überaus produktiv ist und im letzten Kapitel erprobt wird, bildet den Rahmen der fünf Teile stattdessen der Versuch, die Tiefentektonik der Begriffe und Konzepte zu erfassen. Im Sinne Michel Foucaults geht es also darum, jene Transformationen zu beschreiben, »die nicht so sehr Modifikationen der Objekte, der Begriffe und der Theorien sind, sondern Modifikationen der Regeln, gemäß denen die Diskurse ihre Objekte bildeten, ihre Begriffe definierten, ihre Theorien konstituierten«[71]. Wie werden also, anders gefragt, zu bestimm-

S. 4). Diese Geschichte beginne in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg; davor habe *environment* lediglich soviel wie Kontext, »a name for a list of attributes« (Warde, Paul/Robin, Libby/Sörlin, Sverker (2018): *The Environment. A History of the Idea*. Baltimore, Johns Hopkins University Press. S. 30.) oder ein »external thing that could shape our interior life« (ebd., S. 176.) bedeutet. Die Autoren gehen von einer methodisch problematischen Trennung in eine präkonzeptuelle Phase des Begriffs vor dem Zweiten Weltkrieg und einer darauf folgenden konzeptuellen Phase aus, die seit den 1970er Jahren von einer Phase der Institutionalisierung ersetzt werde. Die wenigen Bezüge auf die Geschichte des Begriffs vor dieser Zeit sind methodisch problematisch und inhaltlich nicht immer korrekt. Alternative Verwendungsweisen werden ausgeblendet, die wichtigen Studien von Canguilhem, Spitzer, Harvey oder Luke nicht zitiert, der Begriff *environment* nur oberflächlich problematisiert und als Setzung behandelt. Deshalb wird dieses Buch hier nur herangezogen, wo es um die von ihm dargestellte enge Geschichte des Begriffs geht: dort, wo deutlich wird, wie die Krise des *environments* in Aushandlungsprozessen im institutionellen Wechselspiel unterschiedlicher Akteure hervorgebracht wird.

70 Vgl. Wessely: »Wässrige Milieus«; Güttler, Nils (2014): *Das Kosmoskop. Karten und ihre Benutzer in der Pflanzengeographie des 19. Jahrhunderts*. Göttingen, Wallstein; Benson, Etienne (2010): *Wired Wilderness. Technologies of Tracking and the Making of Modern Wildlife*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

71 Foucault, Michel: »Diskussionsbeitrag zu François Dagognet [1970]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 2*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 34-37. Hier: S. 34f. Dass hier im Sinne der älteren französischen Tradition von Epistemologie und nicht von einer Archäologie des Wissens die Rede ist, welche laut Foucault die *episteme* einer Epoche als die Organisation ihrer Erkenntnis untersucht,

ten Zeitpunkten ökologische Relationen beschreibbar? Was macht bestimmte Beschreibungen der Relationalität evidenter als andere? Welche Formen der Macht werden durch diese unterschiedlichen Ausprägungen ökologischer Relationen etabliert?

Von Epistemologien ist an dieser Stelle die Rede, weil dieses Wissen Formationsregeln gehorcht, die von der Geschichte ökologischen und physiologischen Wissens ebenso geprägt sind wie von den Experimentalsystemen, den involvierten Technologien und materiellen Bedingungen der Beobachtung von Umgebungen. Dieses epistemologische Vorgehen ist keinesfalls als Absage an die in der Wissenschaftsgeschichte in den letzten Jahren äußerst erfolgreich etablierten Verfahren der Untersuchung von Experimentalsystemen, Laboren und Aufschreibesystemen zu verstehen. Vielmehr eröffnet sich in Korrespondenz mit den einschlägigen Arbeiten die Möglichkeit, auch die im experimentellen Umgang mit *environments* gepflegte Epistemologie des Konkreten, wie sie Hans-Jörg Rheinberger genannt hat, von Epistemologien des Umgebens her zu durchdenken. Auch in den Experimentalsystemen etwa der Physiologie wird durch und in Umgebungsrelationen experimentiert.[72]

In ähnlicher Hinsicht hat Tobias Cheung anhand der Innen/Außen-Unterscheidung die Herausbildung eines auf Selbsttätigkeit beruhenden Organismuskonzepts zwischen 1780 und 1860 beschrieben, das in Claude Bernards Unterscheidung von Organismus, *milieu intérieur* sowie *milieu extérieur* kulminiert und einen Teil der Vorgeschichte der hier betrachteten Entwicklung bildet. Cheung unterstreicht, wie bereits Ende des 18. Jahrhunderts Biologen beginnen, die »Wechselwirkung selbst als konstitutives Moment der Existenzbedingung und Existenzfähigkeit«[73] zu beschreiben. Was zu dieser Zeit im Französischen als *milieu* verhandelt wird, ist im Englischen begrifflich noch nicht gefasst. Auch die Gestaltung von *environments* zur Erforschung oder Regulation des Umgebenen tritt, von Bernards experimenteller Physiologie stark beeinflusst, erst mit der Wende zum 20. Jahrhundert als biopolitisches Verfahren hervor. Mit der Betonung der technischen Verfasstheit von *environments* sowie der Untrennbarkeit von ökologischem Wissen und der Gestaltung von Umgebungen setzt dieses Buch dort ein, wo Cheungs Studie zu biologischen *milieus* endet, erweitert die Wissenschaftsgeschichte aber um die Wissensgeschichte.

Ein begriffs- und wissensgeschichtliches Vorgehen, das nicht nach einer ›richtigen‹ Bedeutung fragt oder ein heutiges Verständnis in die Vergangenheit proji-

---

hängt mit der notwendigen Beschränkung auf Begriffe und Gestalten des *environments* zusammen.

72 Vgl. Rheinberger, Hans-Jörg (2006): *Epistemologie des Konkreten. Studien zur Geschichte der modernen Biologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

73 Cheung, Tobias (2014): *Organismen. Agenten zwischen Innen- und Außenwelten 1780-1860*. Bielefeld, transcript. S. 12.

ziert, soll diese Wendungen, Brüche und Zusammenhänge analysieren, ohne die Lücken und Leerstellen zu überspringen, die eine solche Geschichte notwendigerweise ausmachen. Dies erfordert in einigen Schritten eine Abkehr vom Vorgehen der etablierten Begriffsgeschichte, für die Namen wie Joachim Ritter, Hans Blumenberg und Reinhard Koselleck stehen, hin zu Wissensgeschichte und historischer Epistemologie.[74] Versteht man Konzepte und ihre Bedeutungen als Effekte von Signifikationsprozessen, Projektionen und Diskursen sowie ihrer materiellen und medialen Grundlagen, also als im historischen Kontext sich wandelndes Wissen, hilft ein diskursanalytisches Instrumentarium bei der Erforschung ihrer Funktionen. Aus dem »historische[n] Beharrungsvermögen der Terme«, so hat Joseph Vogl die notwendige Vorsicht eines solchen Vorhabens auf den Punkt gebracht, lässt sich nicht auf »begriffliche Kontinuitäten schließen«.[75] Stattdessen kann gerade in den Diskontinuitäten, Abbrüchen und Wiederaufnahmen nach einer Symptomatik gesucht werden, die auch Einblick in die Versprechungen und Erwartungen zu geben vermag, die einem Begriff anhaften. Begriffe können, Reinhard Koselleck folgend, als die kleinste Einheit der Selbstauslegung einer Epoche verstanden werden und als Indikatoren wie als Faktoren historischer Prozesse dienen.[76] In ihnen kristallisiert sich, wie eine Kultur sich versteht, wie sie die Herausforderungen ihrer Zeit artikuliert und ihnen begegnet. Entsprechend rückt die Funktion des Begriffs *environment* für die Aushandlung gesellschaftlicher Selbstverständnisse in den Mittelpunkt. Christian Geulen hat anhand zentraler Grundbegriffe des 20. Jahrhunderts gezeigt, dass ihre Geschichte immer auch eine Geschichte der mit ihnen verbundenen Erwartungen ist: »Ihre Ausbreitung ist weniger als Rezeption denn als multiple Projektion beschreibbar.«[77] In ihrer Dimension semantischer Attraktivität dienen Grundbegriffe Geulen zufolge in Reaktion auf gesellschaftliche Transformationen als Projektionsfläche für die Lösung entstehender Spannungen. Auch *environment* changiert zwischen einer Analysekategorie und einer normativen Handlungsorientierung. Diese Dynamik macht den Begriff um 1970 außerhalb der Wissenschaft so wirksam. Ein Einblick in die Geschichte von Umgebungsbegriffen kann dabei helfen, diese Optionen der Selbstauslegung nicht als selbstverständlich und unwiderrufbar zu nehmen.

74 Darin unterscheidet sich das hier vertretene Vorhaben vom Vorgehen in Georg Toepfers unverzichtbarem *Historischen Wörterbuch der Biologie*: Toepfer, Georg (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler.

75 Vogl, Joseph: »Für eine Poetologie des Wissens«. In: Richter, Karl (Hg., 1997): *Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930. Walter Müller-Seidel zum 75. Geburtstag*. Stuttgart, Metzler, S. 107-127. Hier: S. 117.

76 Vgl. Koselleck, Reinhart: »Begriffsgeschichte und Sozialgeschichte«. In: ders. (1979): *Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 107-129.

77 Geulen: »Plädoyer für eine Geschichte der Grundbegriffe«. S. 91.

Zwei markante Studien haben eine unverzichtbare begriffsgeschichtliche Basis geschaffen, auf die sich kulturwissenschaftliche Auseinandersetzungen mit der Geschichte ökologischen Wissens stützen können: Leo Spitzers bereits erwähnter auf *periechon* zurückgreifender Aufsatz »Milieu and Ambiance« von 1942 sowie Georges Canguilhems Arbeiten zum Begriff des *milieus* als einer »Kategorie des zeitgenössischen Denkens« aus dem Jahr 1947.[78] Gemeinsam ist ihren Ausführungen, die trotz ihrer Zeitgenossenschaft nicht aufeinander Bezug nehmen, eine Perspektive auf die ›Containerfunktion‹ der jeweiligen Konzepte. Sie machen deutlich, wie Umgebungsbegriffe im Verlauf der Geschichte immer wieder neue Faktoren in sich aufnehmen und neue Sachverhalte erschließen konnten. Beide Arbeiten zeigen die tiefe Verankerung dieser Begriffe in verschiedenen Theoriehaushalten und die Schaltstellen, an denen sie ihr volles Potential entfalten. Diesen beiden Studien verdankt dieses Buch seine Inspiration.

1.4 Selbstverständlichkeiten des Vieldeutigen

Definitionen dessen, was *environment* bedeutet, finden sich selbst in einschlägigen Texten nur selten, und wenn, dann wird *environment* häufig durch das bestimmt, was es nicht ist. David Harvey hat bereits 1993 in seinem Aufsatz »The Nature of Environment« auf diese Inkohärenz hingewiesen, aber auch ihre Produktivität herausgehoben: »That a simple word should be used in such a multitude of ways testifies to its fundamental incoherence as a unitary concept.«[79] Anhand der Vielschichtigkeit und Ambiguität des Begriffs könne man die jeweilige Gegenwart seiner Verwendung analysieren – in Harveys Perspektive die mit der ökologischen Inwertsetzung von Natur verbundenen Klassenkonflikte. Mit einem ähnlichen Argument hat Timothy W. Luke 1995 betont, dass gerade die Vagheit des Begriffs es ermöglicht, den Schutz von *environments* zum ethischen Selbstzweck zu erklären: »For almost any given ecological writer, the significance of the environment and environmentalism is now apparently assumed to be so obvious that precise

78 Vgl. Spitzer: »Milieu and Ambiance« sowie Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 233. Zum Zusammenhang beider Texte vgl. Feuerhahn, Wolf: »*Milieu*-Renaissance auf den Schultern von Leo Spitzer und Georges Canguilhem? Zum Nachleben der Sekundärliteratur in der Wissenschaftsgeschichte«. In: Huber, Florian/Wessely, Christina (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 18-34. Wie Thomas Brandstetter und Karin Harrasser unterstrichen haben, endet Spitzers Analyse dort, wo der Begriff in eine wissenschaftlich-analytische Verwendung übergeht, an der sich wiederum Canguilhems Studie abarbeitet (vgl. Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin: »Einleitung«. In: ders./dies. (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 7-21. Hier: S. 15).

79 Harvey, David: »The Nature of Environment. Dialectics of Social and Environmental Change«. In: *Socialist Register* 29 (1993), S. 1-51. Hier: S. 2.

definitions are superfluous.«[80] Der Begriff fungiert demnach, ähnlich wie der Begriff *milieu*, dem folgende Worte Georges Canguilhems gelten, als »universale[r] und notwendige[r] Modus der Erfassung von Erfahrung und Existenz der Lebewesen«[81]. Um derart transversal zu werden und zum Austauschplatz verschiedener Wissensgebiete, Praktiken und Begehren aufzusteigen, ist für einen Schlüsselbegriff wie *environment* eine konstitutive Unschärfe unerlässlich. Diese Polysemie ist jedoch kein Hindernis für eine historische Annäherung an den Begriff, sondern macht sie als Problemgeschichte gerade sinnvoll: so ungenau und vage der Begriff auch sein mag, so sehr zieht er sein Beschreibungspotential und seine Plausibilität aus dieser Offenheit. Er zeigt an, was selbstverständlich erscheint, aber deswegen erklärungsbedürftig ist.

Auch beim Blick auf die terminologischen Orientierungsversuche ökologischer Wörterbücher wird deutlich, dass der Begriff selbst keineswegs einer Klärung zugeführt wird. So werden, um einige prägnante aktuelle Beispiele zu nennen, im *Historical Dictionary of Environmentalism* von 2009 neun Stichworte zu *environment* gelistet, der Begriff selbst aber nicht erläutert.[82] Auch Bücher, die von nichts anderem handeln als *The Environment – Issues and Choices for Society* (1981) versäumen es, ihren Gegenstand zu definieren.[83] Das *Dictionary of Environment and Ecology* (1985) sowie das *Dictionary of Environmental Science* (2003) sagen zu *environment* lediglich, dass es als Umgebung alles sei, was sich außerhalb eines Organismus befände.[84]

Diese weit verbreitete negative Definition wird bereits 1949 von einem der ersten ökologischen Standardwerke vorgeschlagen, *Principles of Animal Ecology* von Warder Clyde Allee, Alfred Emerson, Orlando Park, Thomas Park und Karl Schmidt: »The environment of any organism consists, in final analysis, of everything in the universe external to the cells and intimately utilized cell products of that particular organism. Those parts of the total environment that are evidently of direct importance to the organism are regarded as constituting the effective environment.«[85] Wird *environment* auf diese Weise lediglich als das definiert, was außerhalb des Organismus liegt, aber relational auf diesen bezogen ist, wird es allein negativ bestimmt als das, was nicht der umgebene Organismus ist. Diese sehr allgemeine Definition spezifiziert daher neben dem *environment* auch *effective*

80 Luke, Timothy W.: »On Environmentality. Geo-Power and Eco-Knowledge in the Discourses of Contemporary Environmentalism«. In: *Cultural Critique* 31/2 (1995), S. 57-81. Hier: S. 60.

81 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 233.

82 Vgl. Dauvergne, Peter (2009): *Dictionary of Environmentalism*. Plymouth, Sacrecrow.

83 Vgl. ReVelle, Penelope/ReVelle, Charles (1981): *The Environment. Issues and Choices for Society*. New York, Van Nostrand.

84 Vgl. Collin, P.H (1985): *Dictionary of Environment and Ecology*. London, Bloomsbury. S. 74; Licker, Mark D. (2003): *Dictionary of Environmental Science*. New York, McGraw-Hill. S. 135.

85 Allee, W. C./Emerson, Alfred E./Park, Orlando/Park, Thomas/Schmidt, Karl P. (1949): *Principles of Animal Ecology*. Philadelphia, Saunders. S. 1.

environments: Das *environment* im generellen Sinn umfasst das, was außerhalb des Organismus zum Universum gehört, und das *effective environment* das, was in einer Relation zum Organismus steht. Um zu vermeiden, dass die in Anschlag gebrachten Begriffe unscharf werden, sprechen die Autoren eine Warnung aus: »For ecology in particular, the number of entities should not be unnecessarily increased.«[86] Die von diesem Lehrbuch vorgeschlagene Definition des *environments* leistet dies, indem sie eine Heterogenität an Umgebungsfaktoren in eine begriffliche Entität fasst. Diese unterläuft die eigene Warnung jedoch zugleich, indem sie das *environment* verdoppelt: in »everything in the universe«[87] und in das, was in einer Relation der Wechselwirkung mit dem Organismus steht. Trotz seiner Offenheit markiert der Begriff also eine Zentrierung, die aus der Relationalität des Umgebens folgt.

Wenn die Reichweite dessen, was umgibt, von den Relationen zum Umgebenen abhängt, stellt sich zugleich das Problem der Involviertheit des Beobachters und die Frage, wie sich bestimmen lässt, wie weit die Relationen reichen, was Teil des *effective environments* ist und was nicht. Wie und nach welchen Kriterien die geforderte Eingrenzung vollzogen werden soll, wie also das Ende der Relationen und die Reichweite der Wechselwirkungen bestimmt werden, wird in *Principles of Animal Ecology* durchaus typisch für derartige Verwendungen nicht ausgeführt. Schon in diesem Buch tritt diese Frage aber als Effekt der Positionalität des Beobachters hervor, der bestimmen muss, was zum *environment* gehört und was nicht.

Wie Nicolas Pethes betont hat, implizieren Umgebungsbegriffe »das Denken einer Grenze, das wiederum von der Möglichkeit ihrer Überschreitung konstituiert ist«[88] und gewinnen darin ihre Dynamik. Pethes schildert ausgehend von systemtheoretischen Überlegungen, wie unterschiedliche Wissenschaften mit Hilfe des *milieu*-Begriffs (und, so kann man ergänzen, auf eine ähnliche Weise mit den Begriffen *Umwelt* und *environment*) nicht nur die »Relativität ihrer Gegenstände«[89], sondern ebenso die Position des Beobachters reflektieren, der mit jeder Beobachtung seine Umgebung in das System einfügt, von dem aus er beobachtet.[90] Durch

86 Ebd., S. 5.

87 Ebd.

88 Pethes, Nicolas: »Milieu. Die Exploration selbstgenerierter Umwelten in Wissenschaft und Ästhetik des 19. Jahrhunderts«. In: *Archiv für Begriffsgeschichte* 59 (2017), S. 139-156. Hier: S. 142.

89 Ebd. Pethes' Erklärung der Dynamik ökologischen Wissens wird von den im Folgenden dargestellten Beispielen belegt, doch seine Gleichsetzung von *Umwelt*, *milieu* und *environment* kassiert deren epistemologische Differenzen.

90 Beobachter meint hier keine Person, sondern eine Theoriefigur und wird entsprechend ausschließlich in der männlichen Form verwendet. Die mit ihrer vermeintlichen Objektivität und Neutralität einhergehende Geschlechtslosigkeit dieser Figur in den Wissenschaften des 20. Jahrhunderts müsste im Rahmen einer Geschichte der Figur des Beobachters eigens aufgearbeitet werden.

die Geschichte der Ökologie zieht sich, so kann man Pethes' Überlegungen fortsetzen, eine Relativierung des Standpunkts des Beobachters, der selbst Teil einer Umgebung ist. Umgebungsdenken ist mit der Frage beschäftigt, wie die Wechselwirkung von Umgebenem und Umgebendem beobachtet werden kann und ob der Beobachter durch seine Beobachtung derart in das Beobachtete interveniert, dass es keine vom Beobachter losgelöste Beobachtung geben kann. In den Worten Pethes': »Wer Milieustudien betreibt, studiert in der Terminologie der Systemtheorie eben nicht die Umwelt, sondern rekonstituiert durch den Wiedereintritt der System/Umwelt-Unterscheidung auf Seiten des Systems die Grenzen zwischen beiden, so dass die Einheit der Wissenschaft genau in der paradoxalen Doppelrolle der Umwelt als systemintern und -extern besteht.«[91] Die Beobachtung von Umgebungen impliziert also, dasjenige, was als Umgebendes außerhalb liegt, in eine größere Einheit der Unterscheidung zu fassen, die Umgebendes und Umgebenes enthält, selbst aber ebenfalls eine Umgebung hat.

Aus der Spannung zwischen diesen beiden Feststellungen – der radikalen, aber zentrierten Offenheit für alles im Universum und der pragmatischen Eingrenzung durch den Beobachter – speisen sich die Produktivität und die Problematik des Begriffs in der Ökologie. Er kann zugleich alles außerhalb des Umgebenen meinen und das spezifizieren, was in einer jeweiligen ökologischen Relation steht. Als Singularkomplex erlaubt er die Zusammenfügung heterogener Faktoren zu einer Einheit. Er kann so verwendet werden, dass allein seine Nennung als Erklärung anmutet, weil er alle möglichen Faktoren der Wechselwirkung umfasst. Aus dieser Vielfalt kann dann je nach Bedarf ausgewählt werden, was die relevante ökologische Relation verbindet.

Der Begriff wird im Verlauf seiner Geschichte so angewendet, dass er verschiedene, überaus heterogene Faktoren sammelt, sie in eine für theoretische Auseinandersetzungen handhabbare Einheit fügt und sie in einen Singular verpackt. Eine Umgebung, ob als *environment*, als *milieu* oder als *Umwelt*, meint mithin all das, was zumindest potentiell in einer Wechselwirkung und räumlichen Nähe zu dem steht, was sie umgibt. Je nach Skalierung kann dies das ganze Universum umfassen. Was zur jeweiligen Umgebung gehört, wird von ökologischen Relationen auf historisch variable Weise gerahmt. Diese abstrahierende und zugleich zentrierende Funktion ist allen Umgebungsbegriffen eigen, tritt aber an *environment* besonders deutlich hervor. Die Grade der Zentrierung um den Mittelpunkt der Umgebung unterscheiden Umgebungsbegriffe voneinander. Jakob von Uexküll hat diese Zentriertheit für den *Umwelt*-Begriff explizit hervorgehoben und – ohne jeden Bezug zur Ökologie – beschrieben, dass jedes Lebewesen über eine »eigentümliche Umwelt [verfügt], die

91 Ebd.

sich mit dem Bauplan des Tieres wechselseitig bedingt«[92]. Das Lebewesen bildet Uexküll zufolge den Mittelpunkt einer Welt, die es als *Umwelt* durch seine physiologischen Eigenschaften konstituiert. Dafür ist eine Verdoppelung nötig: Die jeweils genuine *Umwelt* erscheint bei Uexküll als subjektiver Ausschnitt aus einer gegebenen, aber nur auf indirektem Wege zugänglichen objektiven Außenwelt, die er auch Umgebung nennt. Sie bildet das »Eine, das allen Umwelten für ewig verschlossen bleibt«[93], weil Umwelten stets relativ seien, aber doch auf die alle Umwelten umfassende Umgebung bezogen blieben.

Uexkülls Unterscheidung in Umwelt und Umgebung ähnelt zwar der Abgrenzung von *environment* und *effective environment*, doch während bei Uexküll die Rolle des Beobachters als methodisches Problem nur am Rande auftaucht, macht die englischsprachige Ökologie zumindest in der am Begriff des Ökosystems orientierten Forschung das Problem des Beobachters zu einem ihrer Ausgangspunkte.[94] Der

92 Uexküll, Jakob von (1909/2014): *Umwelt und Innenwelt der Tiere*. Berlin, Springer. S. 4. Zu Uexküll vgl. auch Schnödl, Gottfried/Sprenger, Florian (2020): *Uexkülls Umgebungen*. Lüneburg, Meson Press. In Vorbereitung.

93 Uexküll, Jakob von/Kriszat, Georg (1934): *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*. Berlin, Springer. S. 103.

94 Dass Niklas Luhmanns Definition des *Umwelt*-Begriffs eher dieser Verwendung des Begriffs *environment* als Uexkülls Modell entspricht, hängt – so eine These, die hier nur angedeutet, aber nicht weiter verfolgt werden kann – damit zusammen, dass seine Referenzen allesamt mit dem *environment*-Begriff operieren: Er rekurriert sowohl auf Heinz von Foersters sowie Humberto Maturanas und Francisco Varelas auf Uexküll zurückgreifende Formulierung eines ökologisch-kybernetischen Verständnisses von *environment* als auch auf Talcott Parsons organizistisch-organisationstheoretischen Begriff, der in Harvard im sogenannte Pareto Circle geprägt wird. Dessen Gründungsmitglieder Lawrence J. Henderson und Alfred North Whitehead machen den Begriff *environment* zu einem zentralen Instrument ihrer physiologischen bzw. philosophischen Forschung. Über diese beiden Linien ließe sich Luhmanns *Umwelt*-Begriff enger an den *environment*-Begriff knüpfen als an Uexkülls Konzept. Zwar entwickelt Luhmann mit Bezug auf Uexküll die Unterscheidung in *Umwelt* und Umgebung weiter. Die *Umwelt* ist in diesem Kontext das System aus der Sicht des Systems und die Umgebung das, was der externe Beobachter des Systems erkennt: »Jakob von Uexküll hat […] schon sehr früh in der Biologie bewusst gemacht, dass die Umwelt eines Tieres nicht das ist, was wir als Milieu, als Umgebung beschreiben würden. Wir können mehr oder andere Dinge, vielleicht auch weniger, sehen, als ein Tier wahrnehmen und verarbeiten kann. Diese beiden Umweltbegriffe sind also zu unterscheiden.« (Luhmann, Niklas (2011): *Einführung in die Systemtheorie*. Heidelberg, Auer. S. 83) Während der *Umwelt*-Begriff für Luhmann markiert, dass die Unterscheidung in System und Umwelt vom System selbst prozessiert wird, impliziert der *milieu*-Begriff eine Prägung jeder Beobachtung durch ihre gesellschaftliche und soziale Verortung. Dass Luhmann hier an einer der wenigen Stellen in seinem Werk den *milieu*-Begriff verwendet, ist sicherlich dem Versuch der Abgrenzung von entsprechenden soziologischen Strömungen geschuldet – in den beiden zitierten Werken Uexkülls, *Theoretische Biologie* und *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*, taucht er jedenfalls nicht auf. Doch so klar wie Luhmanns Unterscheidung ist Uexkülls Abgrenzung nicht, weil dieser keine selbstreferentielle Figur des Beobachters kennt und mit dessen Posi-

Begriff des Ökosystems, Mitte der 1930er Jahre von Arthur Tansley eingeführt, aber erst in den 1940er Jahren im Zuge einer kybernetischen Reformulierung ökologischer Grundannahmen durchgesetzt, führt zu einer Dopplung, die für die Institutionalisierung der Ökologie eine enorme Rolle gespielt hat.[95] Ein Ökosystem umfasst immer die beobachterabhängige Skalierung des systemischen Zusammenhangs einer Population und ihres *environments*. Dieses System selbst hat jedoch, wie sich an den Versuchen der Konstruktion geschlossener Systeme zeigen wird, eine eigene Umgebung.

Die Produktivität der potentiellen Offenheit und parallelen Zentrierung sowie die Involviertheit des Beobachters liegen darin, dass der Begriff *environment* die Vielfalt dessen, was jeweils umgibt – analog zu den korrespondierenden Umgebungsbegriffen in anderen Sprachen – in einen handhabbaren Singular fasst und zugleich auf eine andere Weise als *milieu* oder *Umwelt* die Beobacherabhängigkeit des Umgebungsverhältnisses problematisierbar macht. Diese in seiner Offenheit gründende Produktivität hat zur Folge, dass mit der Nennung des Begriffs nicht mehr spezifiziert werden muss, was er bezeichnet. Er wird zu dem, was der Wissenschaftshistoriker G.N. Cantor im Kontext einer Auseinandersetzung mit der Geschichte von Ätherkonzepten »argumentative resource«[96] genannt hat: ein Begriff, der allein durch seine Verwendung etwas zu erklären scheint und immer dann bereitsteht, wenn Begründungen fehlen und eine Wirkung unerklärlicherweise geschieht. Welche konkreten Faktoren unter seinem Dach zusammengefasst werden, spielt für die begriffliche Ausweitung nur eine untergeordnete Rolle. Dadurch kann

tion ringt. Zwischen Uexküll und Luhmann liegen die Systemtheorie Ludwig von Bertalanffys, der Ökosystem-Begriff und die Kybernetik, die allesamt zur Konsolidierung des Beobachters beitragen. Luhmanns Lösung für das Problem der Umgebung der *Umwelt* besteht – korrespondierend zu jenen Theorien, die mit dem Begriff *environment* operieren – in der Einführung des Beobachters: Der Beobachter der Beobachtung unterscheidet in das, was beobachtet und was, worin sich die Beobachtung vollzieht. Für den Beobachter erster Ordnung ist die *Umwelt* als *Umwelt* beobachtbar (was wiederum Teil der *Umwelt* des Beobachters zweiter Ordnung ist). Die Umgebung der *Umwelt* ist daher das, was dem Beobachter zweiter Ordnung als Welt erscheint. Es können zwar Beobachter beliebig vieler Ordnungen angefügt werden, doch zur Welt außerhalb der Umwelt kann man nicht gelangen. Sie ist bei Luhmann die epistemologische Grenze aller *Umwelten*, bei Uexküll aber deren metaphysische Einheit.

95 Das Konzept des Ökosystems sollte entsprechend nicht mit Luhmanns Paradoxierung der Beobachtung von *Umwelten* gleichgesetzt werden, weil in einem Ökosystem Komplexität nicht aus der Beobachtung resultiert, sondern im Beobachteten liegt.

96 Cantor, G.N.: »The Theological Significance of Ethers«. In: ders./Hodge, M.J.S. (Hg., 1981): *Conceptions of Ether. Studies in the History of Ether Theories 1740-1900*. Cambridge, Cambridge University Press, S. 135-156. Hier: S. 156. Den Begriff der ›argumentativen Ressource‹ verwendet Cantor, um die Funktion des Äthers als Erklärungsinstrument für unerklärliche physikalische Vorgänge zu bestimmen.

environment Beliebiges bezeichnen und für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden, was Luke ironisch zusammengefasst hat: »It is anything out there, everything around us, something affecting us, nothing within us, but also a thing upon which we act.«[97] Der Bonus seiner Offenheit liegt darin, jenes in sein Spektrum aufnehmen zu können, was für die Zwecke seines Einsatzes hilfreich ist. Der Begriff wird plausibel, weil er schon durch seine Verwendung etwas zu erklären scheint.

Die hier verfolgte Perspektive gilt entsprechend der Plausibilität des Begriffs. Plausibel ist etwas, das einleuchtend und allgemein verständlich erscheint, aber noch nicht so evident ist, dass es alternativlos wäre. Vom lateinischen *plausus* für Beifall, ist Plausibilität kein objektives Kriterium für Aussagen, sondern ein diskursives Instrument, das Aussagen auch ohne Beleg ihrer Richtigkeit als wahr erscheinen lässt und entsprechend in Aushandlungen konstruiert und als Zustimmungsfähigkeit hervorgebracht werden muss. Der Übergang von Plausibilität zu Evidenz ist Luhmann zufolge nur ein marginaler: »Plausibel sind Festlegungen der Semantik dort, wo sie ohne weitere Begründung einleuchten und man erwarten kann, daß sie auch anderen einleuchten. Evidenz ist verstärkte Plausibilität. Sie ist gegeben, wenn auch der Ausschluss von Alternativen mit einleuchtet.«[98] Die Geschichte des Begriffs *environment* schließt mithin die Geschichte dieser Plausibilitäten ein und umfasst die Rhetoriken und Projektionen, die ihn begleiten.

Die gegenwärtige Konjunktur des Begriffs für gesellschaftliche Selbstbeschreibungen ist in dieser Hinsicht ein Anzeichen dafür, dass er im Laufe seiner Geschichte als Selbstverständlichkeit zum Selbstzweck aufgestiegen ist.[99] Eine Selbstverständlichkeit kann Gegenstand einer begriffs- oder wissensgeschichtlichen Untersuchung sein; ein Selbstzweck hingegen sollte darüber hinaus im Hinblick auf seine (wissens)politischen Funktionen analysiert werden. Wenn ein Begriff derart verwendet wird, dass jede Wissenschaft oder politische Aktivität, die nicht auf ihn zurückgreift, aufgrund einer vermeintlich unabweisbaren Notwendigkeit seiner Beachtung zurückgewiesen werden kann, sprich ihre Legitimität über seine Anwendung geregelt wird, hilft ein Blick auf seine Geschichte. Denn es gilt, diese Selbstverständlichkeit unselbstverständlich zu machen. Mit der Geschichte seines Gewordenseins konfrontiert, verliert sich die Evidenz des Begriffs.

Angesichts seiner Konjunktur optieren die folgenden Ausführungen für Vorsicht und Sorgfalt bei der Neueinführung von Terminologien, wie sie gerade auf den Feldern beliebt ist, auf denen *environment* derzeit besonders gern verwendet

97 Luke: »On Environmentality«. S. 64.

98 Luhmann, Niklas (2010): *Gesellschaftsstruktur und Semantik. Studien zur Wissenssoziologie der modernen Gesellschaft. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 49.

99 Zu den Problemen des verwandten Naturbegriffs in den aktuellen Debatten vgl. Swyngedouw, Erik: »Trouble with Nature. Ecology as the New Opium for the People«. In: Hillier, Jean/Healey, Patsy (Hg., 2010): *The Ashgate Research Companion to Planning Theory. Conceptual Challenges for Spatial Planning*. Farnham, Ashgate, S. 299-320.

wird. Solche Bestrebungen sollten von einer permanenten Neuerschließung der Vergangenheit des Begriffs flankiert werden, die beim Verständnis der Gegenwart hilft und durch ein genealogisches Verfahren mit der Geschichte ihres Gewordenseins zugleich auf die Möglichkeit ihres Andersseins verweist.[100] Andernfalls besteht die Gefahr unhinterfragter Selbstverständlichkeit. Es gilt, die Historiographie des Begriffs in diese Debatten einzuführen und darauf hinzuweisen, dass er nicht selbstverständlich ist, sondern epistemologische Vorannahmen über die Relationen von Umgebendem und Umgebenem impliziert und nicht von der Biopolitik des Umgebens getrennt werden kann.

1.5 Techniken künstlicher *environments*

In den gut 150 Jahren seiner Verbreitung hat sich die Bedeutung des Begriffs *environment* derart verschoben, dass er heute in einer bedeutsamen Hinsicht mit dem Rücken zu dem steht, was er zur Zeit seiner Einführung in Aussicht stellte. In den Anfängen bezeichnete *environment*, vereinfacht gesagt, einen durch seinen Gegensatz zum Gemachten als anti-artifiziell bestimmten Raum des Lebendigen, eine natürliche Umgebung, an die sich Organismen anpassen müssen, um zu überleben. Bei Herbert Spencer, der den Begriff 1855 im Englischen als biologischen Fachterminus etabliert, ist *environment* ein gegebener Rahmen, an den sich ein Organismus evolutionär anpasst und dadurch eine stabile, d.h. beim Ausbleiben von Veränderungen permanente Form findet.[101]

In dieser Hinsicht übernimmt der Begriff in den ersten Dekaden seiner Verwendung eine ähnliche Funktion wie der Natur-Begriff: Er setzt das Gegebene vom Gemachten ab.[102] Diese Gegenüberstellung hat zwei Konsequenzen: zum einen dient der Begriff zur Kennzeichnung einer anti-technischen Natürlichkeit, die zum anderen mit Zuständen der Harmonie, des Gleichgewichts oder der Stabilität identifiziert wird. Seine Prägung innerhalb der Formationen der Evolutionstheorie koinzidiert historisch mit dem Moment, an dem zur Mitte des 19. Jahrhunderts der industrielle Eingriff in die Natur vor allem in Großbritannien eine kritische Schwelle erreicht – jene Schwelle, die gegenwärtig auch als einer der Startpunkte

100 Vgl. zu diesem Verständnis von Genealogie Foucault, Michel: »Nietzsche, die Genealogie, die Historie (1971)«. In: ders. (1987): *Von der Subversion des Wissens*. Frankfurt/Main, Fischer, S. 69-90.

101 Vgl. Spencer, Herbert (1855): *Principles of Psychology*. London, Longman's. S. 371.

102 Der Naturbegriff ist, wie Raymond Williams festgehalten hat, einer der komplexesten Begriffe überhaupt und kann sehr unterschiedliche Dinge meinen: »the essential quality and character of something; the inherent force which directs either the world or human beings or both; the material world itself, taken as including or not including human beings« (Williams, Raymond (1976): *Keywords. A Vocabulary of Culture and Society*. London, Fontana. S. 219).

des Anthropozäns beschrieben wird.[103] Entsprechend wird *environment* von Beginn an und auch über die ›ökologische Wende‹ der 1970er Jahre hinaus als Antidot gegen die Technisierung präsentiert. Der Begriff korrespondiert mit Bestrebungen, sich von tradierten Denk- und Handlungsweisen abzusetzen und ein ›neues Denken‹, ein neues Verhältnis zur Natur oder mit Hilfe der Ökologie eine neue politische und ökonomische Praxis zu etablieren. Ein frühes Beispiel für die mit dieser Abgrenzung des Gegebenen vom Gemachten verbundenen Harmonievorstellungen findet sich bei George Perkins Marsh, dessen *Man and Nature* von 1862 zwar den Begriff *environment* noch nicht verwendet, aber protoökologisch argumentiert und später als wichtiger Bezugspunkt sowohl der konservatorischen Bewegungen der Zwischenkriegszeit als auch des *environmentalism* seit den 1960er Jahren fungiert: »Nature, left undisturbed, so fashions her territory as to give it almost unchanging permanence of form, outline, and proportion, except when shattered by geologic convulsions; and in these comparatively rare cases of derangement, she sets herself at once to repair the superficial damage, and to restore, as nearly as possible, the former aspect of her dominion.«[104] Entscheidend an diesem Zitat sind die Worte ›left undisturbed‹. Nur wenn der Mensch nicht eingreift, kann die Natur zu einer Permanenz ihrer Erscheinungsformen gelangen: »But man is everywhere a disturbing agent. Wherever he plants his foot, the harmonies of nature are turned to discords.«[105] Das Gegebene entzieht sich dem Machen, und das Gemachte der Harmonie. Dieses Konzept der Natur, auf dessen Seite auch *environment* anfangs verortet wird, trägt das Potential der Gestaltung jedoch bereits in sich – als negativen Horizont der menschgemachten Zerstörung.

Dass das Verhältnis von Organismus und *environment* als eine natürliche Ordnung zunächst in Opposition zu allem vom Menschen Hervorgebrachten steht, hängt mit der Dominanz von Harmonie- und Stabilitätsvorstellungen eines stabilen Gleichgewichts zusammen, die auch den Beginn der Ökologie prägen. Der überaus einflussreiche Populationsökologe Frederic Clements etwa nennt Anfang des 20. Jahrhunderts den Endzustand, in den jede Lebensgemeinschaft gelange, insofern sie nicht durch äußere, d.h. menschliche Eingriffe gestört werde, *climax*. In diesem ungestörten Zustand des Gleichgewichts existieren Populationen in »entire harmony with a stable habitat«.[106] Der Begriff *environment* wird von Clements in der exklusiven Gegenüberstellung von Kultur und Natur auf Seiten der Natur

103 Vgl. Steffen, W./Grinevald, J./Crutzen, P./McNeill, J.: »The Anthropocene. Conceptual and Historical Perspectives«. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 369/1938 (2011), S. 842-867.

104 Marsh, George Perkins (1864/1965): *Man and Nature, Or Physical Geography as Modified by Human Action*. Cambridge, Belknap. S. 29.

105 Ebd., S. 36.

106 Vgl. Clements, Frederic E. (1916): *Plant Succession. An Analysis of the Development of Vegetation*. Washington, Carnegie Institution. S. 99.

verortet, d.h. im Gegebenen und Unveränderbaren, aus dem wiederum eine natürliche Harmonie resultiert. Die in der deutschsprachigen Ökologie entwickelten Konzepte natürlicher Lebensgemeinschaften wie Biozönose (Karl Möbius, 1877) oder Holocoen (Karl Friedrichs, 1937), welche in den 1930er Jahren auch in der englischsprachigen Ökologie diskutiert werden, bezeichnen ebenfalls stabile Zustände von Lebensräumen, deren Harmonie durch die Abwesenheit menschlicher Eingriffe definiert wird. Ein von solchen im Detail sehr unterschiedlichen Konzepten vorgestelltes holistisches Gleichgewicht besteht in stabilen Verhältnissen der Dichte verschiedener Arten und einem gleichbleibenden Ressourcenverbrauch, also in einer »steady balance of organic nature«[107], wie Stephen Forbes, einer der Begründer der systemorientierten Ökologie, 1887 schreibt. 1903 ergänzt er, dass diese Harmonie nur bestehen kann, insofern sie nicht vom Menschen gestört wird: »There is a general consent that primeval nature, as in the uninhabited forest or the unfilled plain, presents a settled harmony of interaction among organic groups which is in strong contrast with the many serious maladjustments of plants and animals found in countries occupied by man.«[108] Natur als *environment* ist demnach dann stabil und zugleich harmonisch, wenn sie nicht modifiziert wird. Natürliche Ereignisse wie Jahreszeiten oder Naturkatastrophen bringen die Harmonie der Wechselwirkung aus der Balance, zu der sie alsbald selbsttätig zurückfindet.

In Zitaten wie diesen wird die Vorstellung eines unberührten Naturzustands mit einer Epistemologie des Umgebens verschränkt, in der Umgebendes und Umgebenes derart verschränkt sind, dass ihre gegenseitige Anpassung von selbst zum optimalen Gleichgewicht tendiert. Harmonie meint hier weniger ein metaphysisches Konzept als ein zueinander passendes Verhältnis von Organismus oder Population und *environment*. Insofern Harmonie seit der Antike die Vereinigung von Gegensätzen etwa in Symmetrien, Korrespondenzen oder Kreisen bezeichnet, besteht die von den zitierten Texten behauptete Harmonie in der Übereinstimmung und dem Einklang von Lebewesen und ihren *environments*. Dieses Verhältnis resultiert in einem beständigen Ausgleich und einer Stabilität der Relationen. Ihr Gleichgewicht entspricht einer kausalen Äquivalenz von Aktionen und Reaktionen. In dieser Harmonie sind die Funktionen jedes Teils so abgestimmt, dass sie ein funktionales Ganzes bilden, wie es in den holistischen Ansätzen dieser Zeit postuliert wird, besonders prominent bei Jan Smuts, auf den auch die genannten Autoren rekurrieren.[109] Häufig werden dabei soziale Vorstellungen auf die Natur projiziert und im Holismus der Zwischenkriegszeit soziale Harmonie mt einer ständisch und oft

107 Forbes, Stephen: »The Lake as a Microcosm«. In: *Bulletin of the Scientific Association* 1 (1887), S. 77-87. Hier: S. 86.

108 Forbes, Stephen: »On some Interactions of Organisms«. In: *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History* 1/1 (1903), S. 3-18. Hier: S. 5.

109 Vgl. Smuts, Jan (1926): *Holism and Evolution*. London, Macmillan.

auch rassistisch geordneten Gesellschaft identifiziert.[110] Wie die Gesellschaft kann auch die natürliche Ordnung von menschlichen Eingriffen oder Technik nur gestört werden. *Environment* wird in diesem Sinne als etwas außerhalb der Kultur und in Opposition zur Technik stehendes begriffen und damit auf Seiten der Natur verortet.

Man könnte die Geschichte der Ökologie als Geschichte solcher Harmonie-, Gleichgewichts- und Stabilitätsvorstellungen schreiben – oder als Gegengeschichte der Disharmonie, des Ungleichgewichts und der Multistabilität, wie sie vor allem seit den späten 1970er Jahren gegen die populäre Ökologie in Stellung gebracht werden. Die Begriffe der Harmonie, des Gleichgewichts und der Stabilität haben eine lange Geschichte und verweisen im Kontext der entstehenden Ökologie auf die Lebensbegriffe der biologischen Wissenschaften sowie auf die Debatten zwischen Holismus bzw. Vitalismus und Mechanismus.[111] Während diese Zusammenhänge im Folgenden nur gestreift werden können, steht stattdessen die Geschichte ökologischen Umgebungsdenkens im Vordergrund. Sie ist immer auch eine Auseinandersetzung mit der Rolle der Technik im Verhältnis von Natur und Kultur. Galt der Begriff in den Wiegen der Evolutionstheorie als natürlicher Gegenpart von Organismen und war ihr Verhältnis in der Ökologie der Jahrhundertwende von Harmonievorstellungen geprägt, werden *environments* seit den 1920er Jahren und verstärkt mit der Kybernetisierungswelle der Mitte des 20. Jahrhunderts nicht nur zu technischen Planungsgegenständen und zu künstlerischen Experimentierfeldern, sondern gar selbst technisch hervorgebracht. In dieser Hinsicht dreht sich der Begriff so weit, dass heute Technologien selbst als *environments* bezeichnet werden können.

Erich Hörl hat aufbauend auf Arbeiten von Timothy Morton zu einer *Ecology without Nature*[112] eine ähnliche Beobachtung für den Begriff der Ökologie gemacht, der ebenfalls denaturalisiert werde: »While, from the perspective of the history of concepts and discourses, the concept of ecology designated primarily the other side of technics and mind, it has now begun to switch sides within the nature/technics

110 Vgl. Harrington, Anne (1999): *Reenchanted Science. Holism in German Culture from Wilhelm II to Hitler*. Princeton, Princeton University Press.

111 Vgl. zur langen Geschichte der Idee einer Harmonie der Natur. Egerton, Frank N.: »Changing Concepts of the Balance of Nature«. In: *The Quarterly Review of Biology* 28/2 (1973), S. 322-350. Zur Geschichte des Gleichgewichtsbegriffs in der Biologie und insbesondere in proto-ökologischen Theorien vgl. Toepfer, Georg: »Gleichgewicht«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 98-116. Der Wandel der Rolle des Menschen in der Ökologie wird beschrieben von den Beiträgen in Cronon, William (Hg., 1995): *Uncommon Ground. Toward Reinventing Nature*. New York, W.W. Norton & Co.

112 Vgl. Morton, Timothy (2007): *Ecology without Nature. Rethinking Environmental Aesthetics*. Cambridge, Harvard University Press.

divide, undoing the sutures that bound it to nature.«[113] Hörl zeichnet eine Bewegung hin zu einer nicht-natürlichen Ökologie nach, die sich auch für den Begriff *environment* aufzeigen lässt. Morton zufolge impliziert der Begriff der Natur eine Normativität, die sich in der dualistischen Gegenüberstellung von Natur und Nicht-Natur äußert. Daraus leitet er einen anderen Anspruch ökologischen Denkens ohne Natur ab. Während Hörl jedoch daran anschließend ebenfalls auf eine allgemeine Ökologie zielt, soll es hier darum gehen, die historischen Kontexte der Entstehung einer Biopolitik des Umgebens aus den Verschiebungen des Verhältnisses von *environment* und Technik heraus zu beschreiben.

Schon in den frühen ökologischen Ansätzen stellt sich parallel zur Affirmation von Natürlichkeit und Harmonie die Frage, wie der Mensch auf seine Umgebung wirkt und welchen Unterschied das Auftreten des Menschen als Umgebungsfaktor macht. Immer wieder werden die Auswirkungen der Ausbeutung von Ressourcen durch den Menschen und damit das von Menschen verursachte Ungleichgewicht thematisiert. In den Beschreibungen der Austernpopulation bei Möbius oder der Populationszyklen von Pflanzenvegetationen bei Clements finden menschliche Eingriffe, etwa zur Austernzucht oder zur Landwirtschaft, auf der Ebene des *environments* statt und wirken damit indirekt auf die umgebenen Populationen.[114] Sie stellen zwar eine Gefahr für das Gleichgewicht der jeweiligen Population bzw. der umgebenen Organismen dar, doch Möbius betont, dass menschliche Eingriffe nötig seien, um die bereits durch menschliche Eingriffe zerstörte ökologische Einheit der Biozönose wiederherzustellen.[115] In dieser Hinsicht erscheinen gestaltende Eingriffe, selbst wenn sie schützenden und konservierenden Charakter haben, unnatürlich und wirken disruptiv.

Dass in Umgebungen eingegriffen werden kann, dass sie zum Gegenstand gestaltender Maßnahmen werden können, ist damit jedoch bereits impliziert. Wenn also in diesem Kontext der Ort des Menschen und seiner Eingriffe in die Natur als Bedrohung des postulierten Gleichgewichts von Umgebendem und Umgebenem gefasst wird, dann ist das *environment* als Objekt dieser Eingriffe, obwohl es auf der Seite der Natur situiert wird, potentiell modifizierbar und Gegenstand menschlicher, mithin technischer Gestaltung. Selbst wenn das *environment* als anti-artifiziell bestimmt wird, ist es bereits menschlichen Eingriffen ausgesetzt. Der Schritt hin zur technischen Gestaltung von *environments* ist von Beginn an in der Ökologie angelegt, auch wenn er zunächst nur als negativer Horizont auftaucht.

---

113 Hörl, Erich: »Introduction to General Ecology. The Ecologization of Thinking«. In: ders./Burton, James (Hg., 2017): *General Ecology. The New Ecological Paradigm*. London, Bloomsbury, S. 1-74. Hier: S. 2.

114 Vgl. Clements (1916): *Plant Succession*. S. 3, 19, 26.

115 Vgl. Möbius, Karl August (1877): *Die Auster und die Austernwirthschaft*. Berlin, Wiegandt.

In einer historischen Linie bis in die Gegenwart kann man also konstatieren, dass der Begriff *environment* im Rahmen dessen, was Peter Sloterdijk »Umwelt-Umkehrung«[116] genannt hat, immer häufiger zur Beschreibung der künstlichen Gestaltung von Lebensräumen und letztlich zur Kennzeichnung rein technisch-medialer Umgebungen eingesetzt wird. Wichtig ist es jedoch, wie Julian Jochmaring betont hat, diese Umkehrung nicht mit der Prämisse einer vorhergehenden, nicht explizierten, unberührten Natur zu verknüpfen, weil dann die innerhalb der Ökologie vertretenen Harmonie-, Gleichgewichts- und Stabilitätsvorstellungen verfestigt würden und die Gestaltung von *environments* als Abkehr von einem natürlichen Zustand erschiene. In der Konsequenz wird, wie Jochmaring betont, »die Trennung von einer aus sich selbst heraus wachsenden Natur (*phýsis*) und der *technē* als Nachahmung bzw. Vollendung dieser Natur« untermauert.[117] Stattdessen wird im Folgenden versucht, diese Umkehrung als Element einer Geschichte des Wissens der Gestaltung von *environments* zu fassen, das *phýsis* und *technē* verbindet. Während die Annahmen der frühen Ökologie ihre Trennung hervorheben und *environments* als anti-artifiziell darstellen, lässt sich zeigen, dass bereits in diesem Kontext die Abgrenzung von *environment* und Technik von der Möglichkeit des gestaltenden Eingriffs in *environments* begleitet wird. Diese Möglichkeit bildet einen der Entstehungsherde ökologischen Wissens, auch wenn es dem Gemachten zunächst opponiert. Wenn also das Wissen von Umgebungsrelationen, d.h. von Zirkulationen und Regulationen, auf der Gestaltung von Umgebungen beruht und diese Gestaltung die Zirkulation durch Regulation erforschbar macht, dann ist die Geschichte

116 Sloterdijk, Peter (2004): *Sphären. Schäume. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 331. Sloterdijk meint damit den vor allem im Ersten Weltkrieg vollzogenen Wechsel von der Zerstörung feindlicher Individuen durch direkte Angriffe auf ihre Körper hin zur Vernichtung lebensnotwendiger Umgebungen. Durch Gas wird nicht allein der einzelne Soldat getötet, sondern jenes Element zerstört, das als Umgebung seine Überlebensbedingung darstellt: die Luft. An der englischen Übersetzung von Sloterdijks Buch wird jedoch eine Schieflage zwischen den Begriffen besonders deutlich, weil durch die Gleichsetzung von *Umwelt* mit *environment* zwei verschiedene Traditionen auf häufig verwirrende Weise ineinander verwoben werden (vgl. Sloterdijk, Peter (2009): *Terror from the Air*. Los Angeles, Semiotext(e)). Diese Irritation ist im Original angelegt, in dem *Umwelt*, *environment* und *milieu* parallel und ohne Differenzierung verwendet werden (vgl. Sloterdijk, Peter (2002): *Luftbeben. An den Quellen des Terrors*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 65). Zu Sloterdijks Bezug auf die Ökologie auch Folkers, Andreas/Marquardt, Nadine: »Die Verschränkung von Umwelt und Wohnwelt. Grüne *smart homes* aus der Perspektive der pluralen Sphärologie«. In: *Geographica Helvetica* 73/1 (2018), S. 79-93.

117 Jochmaring: »Das Unbehagen in der (Medien-)Ökologie«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 2/1 (2016). S. 93. Jochmaring kritisiert die von Sloterdijk implizierte »Umweltidealität« (ebd.), weil sie mit der Annahme einer unberührten Natur einhergeht, die durch Technik ausgebeutet oder zerstört werde. Damit werde der Dualismus von Natur und Technik fortgeschrieben. Während Jochmarings Perspektive auf eine an Uexküll und Merleau-Ponty geschulte Perspektive auf Umweltlichkeit hinausläuft, soll hier die Geschichte ökologischen Wissens im Vordergrund stehen.

der Ökologie eine Geschichte der Konvergenz von *phýsis* und *technē*, von Natur und Technik – selbst dort, wo sie diese Trennung mit aller Macht aufrechtzuerhalten versucht.

Das Konzept des Ökosystems bildet den entscheidenden Kreuzungspunkt, an dem die Harmonievorstellungen eines gegebenen Naturzustands, die von der frühen Ökologie vertreten werden, von Annahmen systemischer Stabilität abgelöst werden und das Management von *environments* als gemachten Objekten zum artikulierbaren Ziel wird.[118] Die lange Zeit dominanten Harmonie-, Gleichgewichts- und Stabilitätsvorstellungen erklären, wie innerhalb eines ökologischen Zusammenhangs durch den Ausgleich von Kräften und die Verteilung von Energie und Nährstoffen die Relationen der Komponenten stabil bleiben. »The universal tendency to the evolution of dynamic equilibria has been long recognized«[119], schreibt Arthur Tansley 1935. Sein Konzept des Ökosystems erlaubt zum einen, alle Faktoren eines solchen Systems – biotische und abiotische, natürliche und künstliche – auf gleicher Ebene zu beschreiben und zum anderen, die Folgen von Eingriffen zu prognostizieren, später auch zu simulieren und als Variablen zu kalkulieren. Der dieses Konzept aufnehmende kybernetische Ansatz läuft darauf hinaus, dass Stabilität als Resultat von Instabilität und Fluktuationen erscheint und durch Rückkopplungen beständig reproduziert werden muss. Trotz der Dynamik bleibt Stabilität dabei das Ziel. Erst um 1970 setzt das Konzept der Resilienz Komplexität und Unvorhersagbarkeit an die Stelle von Stabilität und löst die akademische Ökologie weitestgehend von Harmonievorstellungen.[120] In der Konsequenz durchläuft der Begriff in den letzten zwanzig Jahren eine weitere Transformation, die den Horizont dieses Buches bildet und am Ende skizziert wird: *Environments* sind nunmehr Quellen der Unsicherheit und Unvorhersagbarkeit, die ständige Adaption erfordern und damit das Umgebene auf neue Weise an das Umgebende koppeln. Entsprechend kann man die letzten Eskalationsstufen adaptiver Umgebungstechnologien etwa in Form von autonomen Fahrzeugen, Drohnen oder Robotern als neuen technologischen Umgang mit dem *environment* ansehen: Sie operieren nicht mit Regulationen ihrer Umgebung, sondern durch komplexes, adaptives Verhalten, indem sie mittels probabilistischer Methoden und leistungsfähigen Sensoren

118 Diesen Wandel hat Isabell Schrickel für den gleichen Zeitraum für die Meteorologie konstatiert: »Aus Natur wurde environment, ein skalier- und parametrisierbares, technisches Ambiente.« Schrickel, Isabell: »Von Cloud Seeding zu Albedo Enhancement. Zur technischen Modifikation von Wetter und Klima«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 6 (2012), S. 194-205. Hier: S. 194.

119 Tansley, Arthur G.: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. In: *Ecology* 16/3 (1935), S. 284-307. Hier: S. 300.

120 Vgl. zu dieser Veränderung innerhalb der Ökologie May, Robert M. (2001): *Stability and Complexity in Model Ecosystems*. Princeton, Princeton University Press.

Modelle ihres *environments* erzeugen, die einen sicheren Umgang mit Unsicherheit ermöglichen. Eine ausführliche Auseinandersetzung mit diesen Technologien bildet den Abschluss dieses Buches und den Sprung in die Gegenwart, in der *environment* nicht mehr als Gegenbegriff von Technik erscheint, sondern als deren Manifestation.

Gerade die Geschichte autonomer Technologien verweist immer wieder auf die Auseinandersetzung mit Umgebungskonzepten, die inbesondere die Kybernetik geprägt hat. Dass diese ökologisch informierte Universalwissenschaft ebenso wie die Systemtheorie im Fortlauf dieser Entwicklung eine besondere Stellung einnimmt (auch wenn sie keinesfalls das einzige Paradigma der Nachkriegsökologie darstellt), erklärt sich aus ihrer Verquickung von technischer Machbarkeit und theoretischer Analyse: Die kybernetisch geprägte Ökologie macht ihre Gegenstände zu technischen Objekten, weil sie sie als Regelkreise begreift. Die vermeintliche Stabilität, die ein Ökosystem aufgrund seiner negativen Feedbackschleifen auszeichnet, ist ein Motiv seiner technischen Kontrollierbarkeit. Ein System erscheint in diesem Kontext als ein Set an Variablen, deren Relationen logisch sowie mathematisch repräsentiert und entsprechend nachgebaut sowie reguliert werden können. *Environments* werden in der Folge der Ökosystem-Ökologie zu synthetischen Gefügen, die technischer und planerischer Kontrolle unterliegen – bis hin zu dem von den Brüdern Eugene P. und Howard T. Odum entwickelten Verfahren des *ecological engineerings* und der Gestaltung künstlicher geschlossener Systeme.

Trotz aller Harmonievorstellungen ist ökologischem Wissen die Technizität seiner Gegenstände eingeschrieben: Es gibt kein Wissen um die Zirkulations- und Regulationsvorgänge zwischen Umgebendem und Umgebenem ohne den Eingriff in diese Prozesse. Dies gilt nicht nur, weil der Beobachter solcher Relationen nicht unabhängig von ihnen existiert, sondern auch, weil die Erforschung von Zirkulations- und Regulationsvorgängen notwendigerweise in ihrer Veränderung besteht. Technisch sollen diese Eingriffe im Folgenden auch dann genannt werden, wenn ihre Instrumente die Beobachtung und die Modifikation von Umgebungsfaktoren etwa durch die Entnahme von Proben, die Veränderung der Blutzirkulation oder die Konstruktion eines Aquariums umfassen. Mit einem solch weiten Begriff von Technik kann die von der frühen Ökologie verordnete Opposition von Gegebenem und Gemachtem unterlaufen und gezeigt werden, dass ökologisches Wissen mit Wissen um die Gestaltung von Umgebungsrelationen einhergeht – selbst dort, wo das Selbstverständnis der Ökologie dieser Möglichkeit widerspricht.

Seit dem späten 19. Jahrhundert werden im Kontext der ökologischen und physiologischen Erforschung von Umgebungsfaktoren, aber auch in der Stadtplanung, der Architektur und der Hygiene die neuen Möglichkeiten sondiert, in Umgebungen und über sie vermittelt in Umgebenes einzugreifen. Mittels neuer Technologien und getragen vom Wissen um ökologische Relationen geht man von der Erforschung von Umgebungsverhältnissen dazu über, Umgebungen gemäß den Bedürf-

nissen und Bedingungen des Umgebenen zu erzeugen, weil so die Regulationen und Zirkulationen erforschbar werden, die zwischen ihnen vermitteln. In dieser Konvergenz des Wissens und der Gestaltung von Umgebungsrelationen lässt sich die Entwicklung des Begriffs nicht von technischen Neuerungen trennen, die seit der vorletzten Jahrhundertwende in immer stärkerem Ausmaß erlauben, Umgebungen den Bedürfnissen des Umgebenen anzupassen. Zwar sind Umgebungen immer schon gestaltet worden – Architektur und Ackerbau können als Beispiele dienen –, doch erst mit der Explikation der Dyade, ihrer Relationen und ihrer Kausalitäten in der Ökologie wird dieses Verhältnis systematisch erforscht, nutzbar gemacht und zum Instrument einer Biopolitik, die seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs die Verfahren des *environmental design*, *environmental management* und *environmental engineering* umfasst.

Unter diesen Namen ist seit den 1930er Jahren eine Vielfalt an Technologien und Verfahrensweisen versammelt, mit denen auf unterschiedlichen Anwendungsfeldern die Seite des Umgebenden systematisch modifiziert werden kann. Design, Management und Engineering stellen dabei Kristallisationen unterschiedlicher Technologien und Verfahrensweisen dar: Design als die Modifikation von Zirkulation und Regulation, Management als die Verwaltung und Optimierung von Wechselwirkungen und Engineering als die Umsetzung technischer Prinzipien zur Kontrolle von *environments*. Alle drei Bezeichnungen werden in unterschiedlichen Kontexten verwendet und können mitunter konträre Instrumente oder Verfahren meinen. Grob gesprochen – diese Abgrenzung lässt sich keinesfalls kontinuierlich aufrechthalten – betrifft *environmental design* die Gestaltung von menschlichen Lebensräumen und wird entsprechend hauptsächlich im Umfeld von Architektur, Stadtplanung, Geographie und Design verwendet. *Environmental management* umfasst zumeist staatlich, aber auch industriell gelenkte, seit den 1990er Jahren von den ISO-Normen 14001 und 14004 qualitätssichernd festgelegte Maßnahmen der Aufrechterhaltung, Revitalisierung oder Effizienzsteigerung natürlicher Ökosysteme: die Vermeidung von Müll und Ressourcenverbrauch, Landschaftsbau, Recycling, Stadtplanung, die Berechnung von Risiken und die Entwicklung nachhaltiger Strategien, etwa im Umweltschutz oder im Prozessablauf in Betrieben.[121] *Environmental engineering* bezeichnet die Anwendung ökologischer Prinzipien zur Kontrolle und Steuerung von Ökosystemen, in denen Menschen mit anderen Lebewesen interagieren. Ein kohärentes Feld der Verwendung der drei Formeln lässt sich jedoch kaum identifizieren. Während Historiographien des *environmental designs*, des

121 Unter dem Titel *ecological engineering* sind diese Verfahren Teil der akademischen Ökologie: Odum, Howard T./Odum, B.: »Concepts and Methods of Ecological Engineering«. In: *Ecological Engineering* 20/5 (2003), S. 339-361. Vgl. zur Geschichte des daran anschließenden *ecological planning* Ndubisi, Forster (2002): *Ecological Planning. A Historical and Comparative Synthesis*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

environmental managements oder des *environmental engineerings* aufgrund dieser Vagheit und Vielfalt kaum möglich sind, kann sehr wohl beschrieben werden, wie im Kontext spezifischer Auseinandersetzungen mit Umgebungsverhältnissen anhand dieser drei Formeln über die technische Gestaltung von künstlichen *environments* – und damit über Biopolitik – nachgedacht wird. Wenn im Folgenden von diesen drei Formeln die Rede ist, so ist stets der ganze Komplex umgebungsgestaltender Verfahren gemeint, der dann anhand einzelner Beispiele genauer spezifiziert wird.

Besonders prominent ist diese Verschiebung des Verhältnisses von *environment* und Technik mit dem Aufkommen von Computertechnologien sowie der durch sie möglichen Berechnung, Modellierung und Simulation von komplexen Vorgängen etwa in der Klima- oder der Schwarmforschung, aber auch in der Robotik in Verbindung gebracht worden.[122] Bereits die Odum-Brüder, die das Ökosystem-Konzept in den 1960er Jahren fest etablieren, nutzen frühe Formen analoger Simulationen bis hin zu Computersimulationen.[123] Wie Paul Edwards gezeigt hat, macht der Computer die Komplexität und Dynamik von Systemen berechenbar, was zu einer Eskalationslogik führt, in der mit der Annahme ökologischer Kausalitäten und Rückkopplungen operierende Klimamodelle und Weltsimulationen immer genauere Datensammlungen aus dem *environment* benötigen, diese aber nur verarbeitet werden können, wenn die Simulationen ständig verfeinert werden.[124] All dies dient dazu, das *environment* zu kontrollieren, weil die Techniken der Kontrolle selbst auf kybernetischen Prinzipien beruhen. So konstatiert der Chefdesigner von IBM, Eliot Noyes, 1966 im Angesicht des technologischen Umbruchs der Computertechnik: »But if you get to the very heart of the matter, what IBM really does is to help man extend his control of his environment.«[125] Mit Hilfe der Kybernetik traut man sich seit Mitte des 20. Jahrhunderts zu, in aus den Fugen geratene Ökosysteme einzugreifen und sie mit dem Wissen um Homöostase, Rückkopplung und Rekursion sowie den technischen Möglichkeiten des Computers zu reparieren, ihre Gestaltung zu planen und ihre Entwicklung zu prognostizieren.

Auch in den Künsten leitet der Begriff in der Umbruchszeit der 1960er Jahre eine Hinwendung zu materiellen, technischen und natürlichen Umgebungen an,

122 Vgl. etwa Schrickel: »Von Cloud Seeding zu Albedo Enhancement«; Vehlken, Sebastian (2012): *Zootechnologien. Eine Mediengeschichte der Schwarmforschung*. Berlin, Diaphanes; Schneider (2018): *Klimabilder.*

123 Vgl. zur Verwendung von Computern in der Odumschen Ökologie Kangas, Patrick: »The Role of Passive Electrical Analogs in H.T. Odum's Systems Thinking«. In: *Ecological Modelling* 178 (2004), S. 101-106.

124 Vgl. Edwards, Paul N.: »The World in a Machine. Origins and Impacts of Early Computerized Global System Models«. In: Hughes, A. C./Hughes, Th. P. (Hg., 2000): *Systems, Experts and Computers. The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After*. Cambridge, MIT Press, S. 221-253.

125 Zitiert nach Martin, Reinhold (2005): *The Organizational Complex. Architecture, Media, and Corporate Space*. Cambridge, MIT Press. S. 177.

die nunmehr selbst zum Gegenstand von Gestaltung werden sollen. Umgebungen werden zu Räumen der künstlerischen Intervention. Der Austritt aus der Bildfläche in den umgebenden Raum, der seit den *Environments* Allan Kaprows und Frederick Kieslers (zur Unterscheidung im Folgenden groß geschrieben) auch so benannt wird, prägt die Künste der Mitte des 20. Jahrhunderts.[126] Robert Smithsons *Land Art* kritisiert zur gleichen Zeit die Harmonievorstellungen der Ökologie durch Darstellungen gebrochener Kreise, um die es am Ende des Buches gehen wird.

Der beschriebene Wandel hängt auch mit der von Klimaanlagen und Lichtinstallationen durchzogenen, von Reyner Banham benannten ›architecture of the well-tempered environment‹ zusammen und ist ebenfalls eng an die Planung der Infrastrukturen vor allem nordamerikanischer urbaner Räume gebunden, wie sie in Buckminster Fullers *environmental design* Ausdruck findet.[127] Wie an Patrick Geddes' und Lewis Mumfords Aktivität im Bereich der Stadtplanung deutlich werden wird, wird in den 1930er Jahren das Zusammenwirken ganzer Bevölkerungen, Städte und ihrer Umgebungen auf den Stand ökologischen Wissens gebracht. Dadurch tritt das Verhältnis von Bewohnern zu ihrem *environment* als zentrales Planungsobjekt hervor. Potenziert wird dies von den seit längerem verfolgten und heute trotz ihres spekulativen Gestus immer realistischer werdenden Plänen des *geoengineerings* und des *terraformings*, die nicht mehr, wie in ihren Ursprungszeiten in den 1960er Jahren, der Bewohnbarmachung fremder Planeten, sondern der Fortsetzung der Belebbarkeit des eigenen Planeten dienen sollen. Als Modifikationen des Klimas mit dem Ziel, die negativen Folgen des menschlich induzierten Klimawandels zu lindern, verschränken diese technowissenschaftlichen Großprojekte der Symptombekämpfung Bio- mit Geopolitik und bilden »a potential plan B, in lieu of the perceived failure of plan A«.[128]

126 Die Bezüge der Künste auf ökologische Fragen und Umgebungskonzepte sind bereits gut erforscht, weshalb hier nur wenige Beispiele angesprochen werden. So hat etwa Fred Turner beschrieben, wie in den Multimedia-Installationen der 1960er Jahre das *environment* als *extension of man* psychedelisch in den Erfahrungsraum integriert wird: Turner, Fred (2013): *The Democratic Surround. Multimedia & American Liberalism from World War II to the Psychedelic Sixties*. Chicago, University of Chicago Press. James Nisbet hat die umfangreichen Korrespondenzen und Umdeutungen ökologischer Konzepte in der Land Art der 1960er und 1970er Jahre geschildert: Nisbet, James (2014): *Ecologies, Environments, and Energy Systems in Art of the 1960s and 1970s*. Cambridge, MIT Press.

127 Vgl. Banham, Reyner (1969): *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. Chicago, University of Chicago Press sowie Fuller, R. Buckminster (1938): *Nine Chains to the Moon. An Adventure Story of Thought*. Philadelphia, Lippincott.

128 Yusoff, Kathryn: »The Geoengine. Geoengineering and the Geopolitics of Planetary Modification«. In: *Environment and Planning A* 45/12 (2013), S. 2799-2808. Hier: S. 2800. Als Referenztexte zum *geoengineering* bzw. *terraforming* vgl. Fogg, Martyn J. (1995): *Terraforming. Engineering Planetary Environments*. Warrendale, Society of Automotive Engineers sowie Beech, Martin (2009): *Terraforming. The Creating of Habitable Worlds*. New York, Springer.

Um die bis hierhin vorgestellte Vielfalt an Verfahren grob zu ordnen, können zwei Ebenen des technischen Eingriffs in *environments* unterschieden werden. *Erstens* geschieht dies durch die Erzeugung künstlicher *environments* und die Kontrolle mehr oder weniger isolierter Umgebungsfaktoren wie in Aquarien, Terrarien und Vivarien, Flugzeugen, U-Booten, Raumstationen oder elektrisch beleuchteten und beheizten Wohnungen (bis hin zu den *smart homes* der Gegenwart).[129] Im Bergbau, im Weltraum oder im Gaskrieg wird auf komplementäre Weise die Anpassungsfähigkeit von Organismen durch Atemgeräte und spezielle Ausrüstung modifiziert. Diese Entwicklungen sind, wie an den Umgebungsexperimenten des Physiologen John Scott Haldane aus den 1920er Jahren beispielhaft ausgeführt werden wird, nicht zu trennen von einer Neuorientierung der experimentellen Physiologie, in der das Verhältnis von Organismen zu ihren Umgebungen zur Definition des Lebendigen aufsteigt. Durch die verfeinerten Möglichkeiten der Kontrolle und die Regulation von Energie- und Materieflüssen in miniaturisierten, vom Außen abgetrennten Räumen wird die Erforschung von Lebewesen in artifiziellen *environments* möglich.[130]

Neben dieser direkten Gestaltung künstlicher Umgebungen, die dem Überleben individueller Organismen dient, treten *zweitens* seit den 1960er Jahren die vornehmlich in der Ökologie, der Architektur und der Stadt- bzw. Landschaftsplanung entwickelten Methoden der Gestaltung von *environments* hervor. Sie greifen auf ähnliche Verfahren zurück wie die vorherigen Beispiele, erweitern jedoch den Maßstab auf regionale Planung und die Gestaltung von urbanen Räumen oder Naturschutzgebieten. Beispiele dafür sind die Stadtplanung und die Bevölkerungs-

129 In dieser Perspektive hat Christina Wessely die Praktiken der Produktion von Wissen um Umgebungen anhand von Aquarien beschrieben, in denen das Wechselverhältnis zwischen der Materialität und Medialität biologischer Forschung sowie die forschungsleitenden Aspekte der Konzepte von *milieu* und *Umwelt* besonders deutlich hervortreten (vgl. Wessely: »Wässrige Milieus«). Wie auch Mareike Vennen zeigt, sind die Protagonisten der Ökologie zu nicht unerheblichen Teilen Aquarianer (vgl. Vennen, Mareike (2018): *Das Aquarium. Praktiken, Techniken und Medien der Wissensproduktion*. Göttingen, Wallstein).

130 Bereits im 19. Jahrhundert gibt es, wie Katrin Solhdju gezeigt hat, vor allem im Umfeld des Physiologen Carl Ludwig in Leipzig Versuche, das Zusammenwirken von Organen durch ihre technische Substitutition zu erforschen und sie als künstliche Umgebungen anderer Organe nachzubilden. In den Experimenten geht es darum, vom Organismus getrennte Organe am Leben zu erhalten, um deren Funktionen zu erforschen. Solhdju zufolge erscheinen Organe dabei nicht als begenzte Entitäten, sondern stellen Austauschverhältnisse sicher. Diese Etappe der Physiologie läuft parallel zu den hier vorgestellten Verfahren (vgl. Solhdju, Katrin: »Interessierte Milieus. Oder: Die experimentelle Konstruktion ›überlebender‹ Organe«. In: Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 51-67 sowie Solhdju, Katrin: »Konzepte des Lebendigen und Kulturen des Interesses. Von einer Physiologie der Organe zur Transplantationsmedizin«. In: dies./Vedder, Ulrike (Hg., 2015): *Das Leben vom Tode her. Zur Kulturgeschichte einer Grenzziehung*. München, Fink, S. 163-182).

kontrolle oder die Maßnahmen des 1970 umgesetzten *National Environmental Policy Act*. Ihr Ziel besteht nicht darin, eine lebensfeindliche Umgebung für zumeist menschliche Organismen zugänglich zu machen bzw. *environments* in Experimentalsysteme zu verwandeln, sondern bestehende Ökosysteme durch gestaltende und modifizierende Eingriffe zu schützen oder so zu verändern, dass sie regulierbaren Parametern gehorchen. Es geht also weniger um die Umformung einer lebensfeindlichen Umgebung in ein dem Menschen zugängliches *environment* bzw. die technische Aufbereitung des menschlichen Organismus, damit er sich an ein solches *environment* anpassen kann, sondern um die Kontrolle und Gestaltung bereits bestehender Umgebungen durch die Optimierung ihrer Zirkulationen.

Während im ersten Fall die Gestaltung von Umgebungen durch den direkten Eingriff in die Dyade eines Lebewesens und seines *environments* geschieht, ist der Eingriff im zweiten Fall indirekter Art und betrifft ein *environment* als die Umgebung ganzer Populationen. Beiden Ebenen ist in der Verschränkung von ökologischem Umgebungswissen und technischen Entwicklungen eine biopolitische Dimension eingeschrieben. In beiden Fällen geht es um Veränderungen des Lebendigen, das nunmehr sowohl den umgebenen Organismus bzw. die Population als auch das umgebende *environment* umfasst. In beiden Fällen ist nicht jeder Raum ein *environment*, sondern es gibt historisch variable Bedingungen, unter denen er dazu wird – oder zu einem *milieu* oder zu einer *Umwelt*.

Environments steigen, darum drehen sich die folgenden Überlegungen, im 20. Jahrhundert in diesen beiden Hinsichten zu Gestaltungobjekten auf, die so erzeugt werden können, dass sie den Bedürfnissen des Umgebenen entsprechen oder dieses zu gewünschten Zwecken transformieren. Die Optimierung von Umgebungen dient in den genannten Beispielen künstlicher *environments* nicht zuletzt der Steigerung der Fähigkeiten von Körpern: sie sollen widerstandsfähiger, ausdauernder und stärker werden. Die Körper, deren Umgebungen durch *environmental design* in der Architektur, der Stadtplanung oder der Raumfahrt indirekt geformt werden, entsprechen jedoch häufig von vornherein dem Ideal eines männlichen, westlichen und gesunden Subjekts. Ein künstliches *environment*, etwa in klimatisierten Gebäuden oder Raumstationen, hat nur eine Atmosphäre, welche die Bedürfnisse aller umgebenen Körper unabhängig von ihrer individuellen Konstitution abdecken muss. Die Gestaltung von *environments* erscheint daher als ein Verfahren der Subjektivierung und Ausgrenzung durch die Gestaltung einer Umgebung, in der ein normierter Körper seine optimale Produktivität erreicht. So äußert sich eine Biopolitik, die Körper durch die Gestaltung ihrer Umgebungen normiert, sie als Organismen formt und die Bedingungen nicht nur ihres Überlebens, sondern ihrer Produktivität, ihrer Effektivität und ihrer Einsatzfähigkeit modifiziert.

Kontrolle, Planung und Management richten sich entsprechend nicht mehr direkt auf Lebewesen und Individuen, sondern erreichen ihr Ziel weitaus effektiver durch Eingriffe in deren *environments*. Dessen Modifikationen sind keine Abkehr

vom körperlichen Organismus, sondern im Gegenteil eine noch engere Regulation, die nicht mehr auf direkten Eingriffen beruht, sondern durch Regelkreisläufe und Rückkopplungen ihre Relation zum Umgebenden zu steuern vermag.[131] Kontrolle geht dabei über die seit der frühen Neuzeit die westliche Wissenschaft prägende Intention der Naturbeherrschung hinaus, weil sie nicht an Lebewesen, ihren Körpern oder Seelen ansetzt, sondern auf der Ebene der Umgebung und damit indirekt agiert. So kommt ein neuer Modus biopolitischer Macht ins Spiel, der im Anschluss anhand der Überlegungen Michel Foucaults zum Begriff des *milieus* ausführlich dargestellt wird und den dieses Buch durch die daran anschließenden Kapitel hindurch verfolgt.

Diese Transformationen ökologischen Umgebungswissens bilden die epistemologische wie technische Grundlage gegenwärtiger Technologien des *environments*. Sie markieren die Veränderung umgebender Räume hin zu berechneten, aber unvorhersagbaren Umgebungen, wie sie heute für mobile, smarte, ihre Umgebungen registrierende, adaptive Technologien charakteristisch sind. Autonome Technologien wie selbststeuernde Drohnen oder Autos, zelluläre Mobiltechnologien, die den Raum zu einem *environment* des Empfangs machen, oder die vernetzten Bestandteile des Internets der Dinge erzeugen Räume, die relational durch die Umgebungsverhältnisse zwischen Geräten untereinander sowie zwischen Geräten und Empfangsstationen gebildet werden. Von dieser Gegenwart umgebender Technologien her gewinnt die hier vorgestellte Geschichte ihre Brisanz, denn mit diesen Technologien werden Epistemologien des Umgebens in biopolitische Instrumente verwandelt.

131 Dabei handelt es sich um Prozesse der physiologischen Anpassung von Körpern, die von Philipp Sarasin und Jakob Tanner in einen breiteren sozioökonomischen Rahmen der entstehenden industriellen Gesellschaft gesetzt wurden. Vgl. Sarasin, Philipp/Tanner, Jakob (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

2 Biopolitiken des Umgebens

Insofern bei den Verfahren des *environmental designs*, des *environmental engineerings* und des *environmental managements* durch die Gestaltung von Umgebungen Einfluss auf das Umgebene genommen werden soll, wird dabei die ökologische Relation der Dyade zum Instrument der Regierung: Indem das *environment* gestaltet wird, verändern sich die Lebensbedingungen des Umgebenen, was Benjamin Bühler auf die Formel »Regieren als Regulieren«[1] gebracht hat.

In seinen Vorlesungen zur Biopolitik hat Michel Foucault in den späten 1970er Jahren anhand des Begriffs *milieu* einen solchen Modus der Biopolitik beschrieben. Diese Regierungsform sei – im Kontrast zur Souveränität und zur Disziplin – dadurch gekennzeichnet, dass sie sich auf Bevölkerungen und nicht auf Individuen richte.[2] Die Bevölkerung erscheint als Gegenstand des Regierens nur in ihrer reziproken Abhängigkeit vom *milieu*, die wiederum mit unterschiedlichen Verfahren wie etwa der Statistik, der Demographie, der Versicherung, der doppelten Buchführung oder der politischen Ökonomie sichtbar gemacht wird. In dieser Wechselwirkung liegt das Motiv, um das Biopolitik in unterschiedlichen, auch über Foucaults Darstellung hinausgehenden Formen kreist. Ihre Facetten lassen sich sicherlich nicht auf die Nutzbarmachung dieses Verhältnisses beschränken, doch Foucaults Auseinandersetzung mit dem Begriff *milieu* und an einigen wenigen Stellen auch mit dem Begriff *environnement* zeigen, dass Umgebungsverhältnisse ein wichtiges Element seines Ansatzes sind.[3] Dieses Konzept der Biopolitik

1 Bühler (2018): *Ökologische Gouvernementalität*. S. 12.

2 Der Begriff der Regierung meint bei Foucault, wie Thomas Lemke unterstrichen hat, eine Verbindung von Verfahren der politischen Regierung mit Technologien des Selbst sowie den einhergehenden Subjektivierungsweisen. Der Begriff ermöglicht es daher, »die wechselseitige Konstitution von Wissensformen, Machttechniken und Subjektivierungsprozessen« zu untersuchen (vgl. Lemke, Thomas (2007): *Gouvernementalität und Biopolitik*. Wiesbaden, Verlag für Sozialwissenschaften. S. 20).

3 Dieses sowohl auf dem Feld der Physiologie als auch auf dem der Ökologie geprägte Konzept des Lebens und die mit ihm einhergehenden Regierungsformen sind in der theoretischen Auseinandersetzung mit der Geschichte der Biopolitik bislang noch kaum reflektiert worden. Anschließend an Agamben wird der dort verhandelte *bios* meist als ›nacktes Leben‹ verstanden, d.h. ohne Berücksichtigung seiner Umgebung (Agamben, Giorgio (2002): *Homo sacer. Die souveräne Macht*

für eine Geschichte des Umgebungswissens und der Gestaltung künstlicher *environments* fruchtbar zu machen, kann jedoch nur gelingen, wenn das on Foucault implizierte Konzept des Lebendigen als Reziprozität von Organismen und Umgebungen wiederum auf den *bios* der Biopolitik rückbezogen wird. Denn erst in dieser doppelten Perspektive wird deutlich, dass Ökologie – als Lehre von den Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihren Umgebungen – stets biopolitisch verfasst ist. Sie bringt notwendigerweise Regierungs- als Regulationswissen hervor und impliziert ein spezifisches Konzept des zu regulierenden Lebens. Erst der durch Umgebungen mögliche positive, gestaltende Bezug auf das Leben ermöglicht dessen Bewirtschaftung.

Um die technische Gestaltung von Umgebungen als biopolitisches Verfahren zu verstehen, muss zunächst die Frage gestellt werden, was für ein Umgebungskonzept im Hintergrund von Foucaults eigener Konzeption wirkmächtig ist und in welcher Beziehung dieses zu den ökologischen Konzepten seiner Zeit steht, wie also die Wechselwirkung zwischen Umgebendem und Umgebenem sowie ihre gegenseitige Abhängigkeit bei Foucault bestimmt werden – kurz, was für eine Epistemologie des Umgebens Foucault in Anschlag bringt. Wie sich zeigen wird, übernimmt seine Konzeption, von Georges Canguilhem vermittelt, implizit systemtheoretische und kybernetische Denkfiguren, deren Korrespondenzen zur Geschichte ökologischer Relationen aufgearbeitet werden sollen.[4] Diese Verankerung

und das nackte Leben. Frankfurt/Main, Suhrkamp; vgl. auch Esposito, Roberto (2008): *Bíos. Biopolitics and Philosophy*. Minneapolis, University of Minnesota Press). Erst in den letzten Jahren setzt eine vor allem an Georges Canguilhem geschulte Auseinandersetzung mit der Historizität des Lebensbegriffs selbst ein, in der das Lebendige nicht mehr als Organismus oder Körper, sondern als Reziprozität mit dessen Umgebung verstanden wird (vgl. Muhle, Maria (2013): *Eine Genealogie der Biopolitik. Zum Begriff des Lebens bei Foucault und Canguilhem*. München, Fink; Usher, Mark: »Veins of Concrete, Cities of Flow: Reasserting the Centrality of Circulation in Foucault's Analytics of Government«. In: *Mobilities* 9/4 (2014), S. 550-569; Balke, Friedrich/Muhle, Maria (Hg., 2016): *Räume und Medien des Regierens*. Paderborn, Fink; Lemke, Thomas: »Canalizing and Coding. The Notion of ›Milieu‹ in Foucault's Lectures On Governmentality«. In: *Sociological Problems* 3-4 EN (2016), S. 26-42; Folkers, Andreas (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz. Katastrophische Risiken und die Biopolitik vitaler Systeme*. Frankfurt/Main, Campus). An diese Forschungen anschließend soll hier der Fokus auf der mit dieser Biopolitik verschränkten Geschichte des Umgebungswissens liegen.

4 In diesem Sinne ergänzen diese Ausführungen Céline Lafontaines Überlegungen zur kybernetischen Matrix der *French Theory* um einige Quellen. Wenn Lafontaine schreibt, dass Foucaults Konzept der Macht »strangely similar to cybernetic control« sei, verbleibt sie im Assoziativen (vgl. Lafontaine, Céline: »The Cybernetic Matrix of ›French Theory‹«. In: *Theory, Culture & Society* 24/5 (2016), S. 27-46. Hier: S. 36). Die Inspirationen des Strukturalismus von Levi-Strauss und Jakobson durch die Kybernetik sind ebenfalls bekannt (vgl. Geoghegan, Bernard Dionysius: »From Information Theory to French Theory. Jakobson, Lévi-Strauss, and the Cybernetic Apparatus«. In: *Critical Inquiry* 38/1 (2011), S. 96-126). Die historischen Kontexte dieser Korrespondenz hat Onur Erdur herausgearbeitet: Im Juli 1962 finden im Kloster von Royaumont zwei sich insgesamt über

macht Foucault nicht explizit, sie ist jedoch zentral für die Reichweite seines Arguments, weshalb sie im Folgenden rekonstruiert werden soll. Foucaults Ansatz kann also keineswegs umstandslos auf den hier vorgestellten Gegenstand angewendet werden. Vielmehr macht die Geschichte des Umgebungsdenkens eine Revision von Foucaults Überlegungen nötig, denn das von ihm bereitgestellte konzeptuelle Instrumentarium ist Teil jener Geschichte, die im Folgenden beschrieben werden soll.

Foucaults systematische Überlegungen zum Begriff des *milieus* beschränken sich auf wenige Abschnitte seiner Vorlesungen der Jahre 1976 sowie 1978 – Texte also, die posthum, d.h. nicht von Foucault redigiert veröffentlicht wurden und deren Status als Quelle bei jeder von ihnen ausgehenden Argumentation mitbedacht werden sollte.[5] An diesen Stellen umreißt Foucault mit Hilfe des Begriffs *milieu* einen spezifischen Modus der Ausübung von Macht, der wiederum mit einem Umgebungskonzept verknüpft ist, in dem das *milieu*, so Friedrich Balke und Maria Muhle, zum »Medium des Regierens«[6] wird. Auch wenn Foucault diesen Ansatz über die Vorlesungsreihen hinaus nicht weiter verfolgt, eröffnet er eine überaus produktive Forschungsperspektive auf die Sicherheitsdispositive der Gegenwart, die sich unter anderem in Korrespondenz mit den Entwicklungen der Ökologie verändert haben. Sicherheit bedeutet heute auch Sicherheit vor ökologischen Katastrophen. Diese Argumentation wird am Ende des dritten Kapitels, wo es um die Entstehung des Konzepts der Resilienz geht, erneut aufgenommen, um über Foucaults in der Ökologie und der Kybernetik der Nachkriegszeit verankerte Überlegung hinauszugehen.

---

neun Tage erstreckende, von Gilbert Simondon organisierte internationale Konferenzen über Kybernetik statt (vgl. Erdur, Onur (2018): *Die epistemologischen Jahre. Philosophie und Biologie in Frankreich, 1960–1980*. Zürich, Chronos. S. 80). Norbert Wiener hält dort einen Vortrag über das Verhältnis von Mensch und Maschine. Canguilhems Anwesenheit kann zwar nicht belegt werden, doch zitiert er später aus den Tagungsdokumentationen. Erdur weist auch darauf hin, dass im Kontext der frühen Rezeption kybernetischer Ideen in Frankreich Wieners Buch *Cybernetics* 1948 zuerst beim Pariser Verlag Hermann & Cie erscheint, bis es dann von Technology Press und John Wiley übernommen wird. Die trotz dieser Bezugnahmen letztlich – mit Ausnahme vor allem Gilbert Simondons – marginale philosophische Auseinandersetzung mit der Kybernetik in Frankreich erklärt Erdur mit der geringen Anschlussfähigkeit der universellen und transhumanistischen Ansprüche der Kybernetik an die in Frankreich in den 1950er Jahren dominierenden Strömungen des Existenzialismus und der Phänomenologie (ebd., S. 85). Mitte der 1970er Jahre, als Foucault seine Vorlesungen hält, ist die Kybernetik auch in den USA bereits weitestgehend in Vergessenheit geraten und wirkt nur in Technologien und Konzepten fort.

5 Für die traditionelle Verwendung des Begriffs *milieu* im Sinne eines sozialen Umfelds lassen sich zahllose Stellen in Foucaults Werk anführen, an denen der Begriff jedoch nicht problematisiert oder historisiert wird (vgl. beispielsweise Foucault, Michel: »Geburt der Sozialmedizin [1977]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 272-297. Hier: S. 291).

6 Balke, Friedrich/Muhle, Maria: »Einführung«. In: ders./dies. (Hg., 2016): *Räume und Medien des Regierens*. Paderborn, Fink, S. 8-23. Hier: S. 18.

Während sich die Forschung zu Foucaults *milieu*-Konzept bislang darauf konzentriert hat, den in den Vorlesungen entworfenen Bezug zur Gouvernementalität und zur Biopolitik herauszuarbeiten und weiterzuentwickeln[7], soll die Analyseebene im Kontext dieses Buches verlagert werden. An die Stelle einer Fortentwicklung und Anwendung von Foucaults Konzept tritt zunächst eine genaue Lektüre der Vorlesungen, weil der Blick auf die Geschichte der in ihnen veranschlagten Konzepte einige Probleme enthüllt, die bei der voreiligen Anwendung von Foucaults Begriffen entstehen können. Entsprechend sollen die von Foucault in Anspruch genommenen Umgebungskonzepte beschrieben und auf die Geschichte kybernetischer und systemtheoretischer Umgebungskonzepte bezogen werden, die zu dieser Zeit in anderen Kontexten verhandelt werden. Dabei stellt sich heraus, dass in Foucaults Ausführungen Beschreibungssprache und beschriebenes Objekt konvergieren – eine Problematik, die es anhand der beiden zentralen Begriffe Zirkulation und Regulation zu Beginn herauszuarbeiten gilt, weil erst auf dieser Grundlage Foucaults Konzept als Teil seines Werkzeugkastens fruchtbar gemacht werden kann. Im ersten Schritt soll daher zunächst der Kontext von Foucaults Auseinandersetzung mit dem Sicherheitsdispositiv rekonstruiert werden, um im Anschluss die in Korrespondenz mit Canguilhem entwickelten Konzepte der Regulation und des *milieus* zu untersuchen und abschließend Foucaults Bezug auf den französischen Begriff *environnement* zu rekonstruieren. Eine Annäherung an Antworten auf die genannten Fragen könnte nicht nur dabei helfen, Foucaults Erläuterungen zum Sicherheitsdispositiv besser zu verstehen und sie historisch im Hinblick auf Einflüsse aus der Ökologie und der Kybernetik zu kontextualisieren. Am Horizont dieses Vorhabens steht die Frage, ob und in wie weit sich Foucaults Konzept fruchtbar machen lässt, um die genannten Verfahren des *environmental designs*, des *environmental managements* oder des *environmental engineerings* zu beschreiben. Das *environment* – ein Begriff, der von Foucault als *environnement* nur an wenigen Stellen verwendet wird und nicht mit *milieu* oder *Umwelt* gleichgesetzt werden sollte – wird dabei zu einem synthetisierbaren, gestaltbaren Objekt technischer Eingriffe. Um mit Foucault diese Epistemologien und ihre Umsetzung als Formen der Machtausübung zu beschreiben, muss geklärt werden, in wie weit seine eigene Konzeption des *milieus* von ökologischem und kybernetischem Wissen implizit geprägt ist. Nur so kann der drohende Zirkel zwischen Beschreibungssprache und beschriebenem Objekt aufgebrochen werden. Wenn die Begriffe, mit denen ein historischer Gegenstand

7 So hat Thomas Lemke den Vorschlag gemacht, Foucaults Überlegungen zu einer »analysis of socio-material associations or assemblages« (Lemke: »Canalizing and Coding«. S. 26.) zu nutzen, um so »interrelatedness and entanglement of humans and things, the natural and the artificial, the physical and the moral« (ebd., S. 39.) in den Blick zu nehmen. In dieser Hinsicht zeigt Lemke, wie der Begriff *milieu* es Foucault ermöglicht, Regierung nicht nur auf Menschen, sondern auch auf Dinge zu beziehen und so deren Dualismus zu unterlaufen.

– in diesem Fall das Sicherheitsdispositiv der Bevölkerung – beschrieben wird, die gleichen sind wie im historischen Diskurs über diesen Gegenstand, dann verwischt nicht nur die Grenze zwischen Analyse und Analysiertem. Vor allem bleibt dann wenig Raum für eine Kritik dieser Begriffe.

Auch Andreas Folkers konstatiert für die *governmentality studies* eine »mangelnde historische Einbettung in die Geschichte der Biopolitik« und fordert, »die Transformation des Politischen im Zuge der Ökologisierung«[8] auf neuer Grundlage zu untersuchen. Während Folkers Arbeit die Herausbildung des Sicherheitsdispositivs der Resilienz im Kontext der Sicherheitspolitik vitaler Systeme anhand der Veränderungen im Angesicht des Klimawandels und damit weniger natürliche als »sozio-technische und öko-technische Milieus«[9] sowie ihre Kritischen Infrastrukturen untersucht, liegt der Fokus hier, bei ähnlichen Vorannahmen über die »Vermischung von Natur und Politik«[10] sowie die »Transformation des Milieus als Interventions- und Problemraum«[11], auf der Geschichte von Umgebungskonzepten. Letztere erweisen sich als ein Schlüssel zur Geschichte der Verquickung von Natur, Technik und Politik, weil die Kausalität der Beeinflussung des Umgebenden, d.h. die Formen der Intervention, Gestaltung und Kontrolle durch Umgebungen, in historisch wandelbaren Umgebungskonzepten durchdacht werden.[12] Eine historische Epistemologie des Umgebens sollte stets eingebettet sein in eine Analyse der entsprechenden Biopolitiken, der mit ihnen einhergehenden Konzepte des Lebendigen und dem, was Foucault eine »politische Technik [nennt], die sich auf das Milieu richtet«[13].

2.1 Die Sicherheit der Zirkulation

In der Vorlesungsreihe *In Verteidigung der Gesellschaft* von 1976 lanciert Foucault den Begriff *milieu* in seiner Analyse der Biomacht als Macht, sterben zu machen und leben zu lassen, als er in der letzten Sitzung den biopolitischen Umgang mit Krankheiten und Epidemien beschreibt und auf das Problem der Stadt bezieht. Das *milieu* wird an dieser Stelle als eine räumlich umgrenzte Umgebung beschrieben, in

8 Folkers (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz*. S. 345.
9 Ebd.
10 Ebd.
11 Ebd., S. 350.
12 Bei Folkers wird in dieser Hinsicht die Kontingenz und historische Wandelbarkeit von Umgebungskonzepten selbst – *Umwelt*, *milieu* und *environment* werden synonym verwendet – nicht zum Thema.
13 Foucault, Michel (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung. Geschichte der Gouvernmentalität 1. Vorlesungen am Collège de France 1977-1978*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 43.

der eine Bevölkerung lebt und ist damit einer der Faktoren, die das Inventar biopolitischer Kontrolle definieren.[14] Deren wichtigstes Merkmal besteht darin, sich auf Bevölkerungen und nicht auf Individuen zu richten. Bevölkerungen wiederum formen das *milieu*, in dem sie leben und können durch dieses geformt werden. Ihre gegenseitige Abhängigkeit wird von Foucault als reziprok beschrieben: »Ebenso geht es um das Problem des Milieus, insofern es kein natürliches Milieu ist und auf die Bevölkerung zurückwirkt; ein Milieu, das von ihr hervorgebracht wurde.«[15] Das *milieu* ist somit ebenso Resultat wie Effekt einer gegenseitigen Anpassung der umgebenen Bevölkerung. Es wird damit als Umgebung einer Bevölkerung Gegenstand einer Biopolitik, die sich, wie Foucault erklärt, »auf Zufallsereignisse [richtet], die sich innerhalb einer Bevölkerung ergeben, wenn man sie als zeitliche Streckung erfasst.«[16] Die mit den Verfahren der Statistik erfassbaren Gefahren und Risiken kommen von Innen, weil sie Bestandteil des reziproken Verhältnisses einer Bevölkerung zu ihrem *milieu* sind. Risiken betreffen nunmehr stets die Zirkulation in einem *milieu*. Entsprechend bildet das in diesem Zuge entstehende Sicherheitsdispositiv Technologien des Ausgleichs von Gefahren, Abweichungen, Störungen und Stockungen der Zirkulation heraus.[17]

Die genauen Verfahrensweisen dieser Biopolitik erörtert Foucault in dieser Vorlesung nicht. Stattdessen führt er diesen Zusammenhang zwei Jahre später in seiner Vorlesung *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* weiter aus, begreift *milieu* nun jedoch nicht nur als Objekt, sondern als Mittel und Instrument des Regierens. Als Umgebung einer Bevölkerung ist das *milieu* nunmehr nicht nur eine Lebensbedingung, sondern durch die reziproke Abhängigkeit von Umgebendem und Umgebe-

14 Ferhat Taylan hat in *Mésopolitique: Connaître, théoriser et gouverner les milieux de vie* gezeigt, wie zwischen 1750 und 1900 in Frankreich das *milieu* zum Gegenstand der Regierung wird. Taylan untersucht die von Louis-Adolphe Bertillon Mitte des 19. Jahrhunderts entworfene Wissenschaft der *mésologie*, die sich parallel zur Entstehung der Ökologie im englischsprachigen Raum etabliert. Sie erforscht die Wechselverhältnisse von Organismen zu ihren *milieux*. Taylan verortet die Besonderheit von Bertillons Ansatz darin, dass die *mésologie* auch auf Bereiche wie die soziale Hygiene, den Kolonialismus und die Kriminalistik ausgeweitet wurde. Entsprechend nahe liegt die Anwendung dieser Wissenschaft zur Kontrolle und Intervention von und in Populationen. Der Begriff *medium* dient Bertillon dabei neben *milieu* zur Kennzeichnung umgebender Räume (vgl. Taylan, Ferhat (2018): *Mésopolitique. Connaître, théoriser et gouverner les milieux de vie (1750-1900)*. Paris, Editions de la Sorbonne).

15 Foucault, Michel (2001): *In Verteidigung der Gesellschaft. Vorlesung am Collège de France 1975-1976*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 289.

16 Ebd., S. 290.

17 Während sich in Foucaults berühmtem Kapitel über das »Recht über den Tod Macht zum Leben« aus *Sexualität und Wahrheit 1* sowie in der zugrundliegenden Vorlesung aus *In Verteidigung der Gesellschaft* die Biopolitik der Bevölkerung auf Geburt, Sterblichkeit, Sexualität und Krankheit ausgerichtet ist und Foucault entsprechend die Geburtenrate, Hygiene sowie Versicherungen zum Thema macht, verschiebt sich der Fokus in *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*: Nunmehr sind Leben und Tod selbst Effekte der Zirkulation.

nem, durch ihr dyadisches Verhältnis, zugleich das Instrument, durch das Einfluss auf Bevölkerungen genommen werden kann. Damit ist die Besonderheit dieses Umgebungskonzepts bereits angedeutet: *Milieux* sind die Räume, in denen sich in dem, was Foucault Sicherheitsdispositiv nennt, Regieren als Eingriff in Umgebungen zur Beeinflussung des Umgebenen vollzieht. Die Verfahren der Statistik, die Hygiene, der Umgang mit Krankheiten und Epidemien, die Verhinderung von Hungersnöten und die Planung von Städten treten damit in den Mittelpunkt von Foucaults ersten drei Vorlesungssitzungen.[18] In der Folge beschreibt er den Aufstieg der politischen Ökonomie etwa in Form der Kameralistik oder der Policey-Wissenschaft als Dispositive der Herstellung des Staates durch die fortlaufende Quantifizierung, statistische Auswertung und Verwaltung der Bevölkerung.[19] Foucaults Auseinandersetzung mit diesen Verfahren liegt jedoch seine Beschäftigung mit dem Begriff *milieu* zugrunde. In der ersten Sitzung von *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* entwirft er auf einigen sehr dichten, stellenweise hermetischen Seiten dieses Konzept, das er in den Jahren nach der zweiteiligen Vorlesung zur Geschichte der Gouvernementalität nicht mehr aufnehmen wird. In diesem Kontext wird der Begriff *milieu* als ein zentrales Instrument des Sicherheitsdispositivs vorgestellt und zugleich unter Bezugnahme auf Canguilhems Arbeiten vor der Folie seiner Geschichte verortet.

Den Machttypus der Sicherheit führt Foucault in Abgrenzung zur Souveränität und zur Disziplin erst in *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* ein, während er in *In Verteidigung der Gesellschaft* von Regulationsmacht spricht. Stephen Collier zufolge ist mit diesem Übergang eine konzeptuelle Verschiebung verbunden[20], weil in *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* die Bevölkerung (und damit ihr *milieu*) nicht länger als zu kontrollierendes Objekt der Macht auftritt, sondern als Interventionsfeld für die Anpassung und Aufbereitung der Verteilung etwa von Menschen, Waren, Verkehrsmitteln, Infrastrukturen oder Energien zum Zweck optimierter Zirkulation durch die »Gesamtheit von Regelungen, Einschränkungen, Begrenzungen oder, im

18 Vgl. dazu auch in Foucaults begleitendem Seminar entstandenen Arbeiten, die unter dem Titel *Politiques d'habitat* veröffentlicht wurden: Foucault, Michel (Hg., 1977): *Politiques de l'habitat. 1800-1850*. Paris, Comité de la recherche et du développement en architecture. Ich danke Anne Kockelkorn und Moritz Gleich für diesen Hinweis, die eine deutsche Übersetzung des Bandes vorbereiten.

19 Der Kameralismus lokalisiert, wie Joseph Vogl schreibt, »die Existenzweise des Staates in einer diagrammatischen Zusammenschau, die eine bruchlose Verknüpfung der Einzelheiten und ein dichtes Geflecht von Interdependenzen und Relationen verzeichnet.« Vogl, Joseph (2004): *Kalkül und Leidenschaft. Poetik des ökonomischen Menschen*. Berlin, Diaphanes. S. 72.

20 Vgl. Collier, Stephen J.: »Topologies of Power. Foucault's Analysis of Political Government beyond Governmentality«. In: *Theory, Culture & Society* 26/6 (2009), S. 78-108.

Gegensatz dazu, Erleichterungen und Förderungen«[21]. So wie Sicherheit und Disziplin von Foucault stets in der räumlichen Ausdehnung ihrer Verfahren gedacht und entsprechend die historischen Etappen ihres Einflusses auf Architekturen, Institutionen und Grenzziehungen dargestellt werden, so sind die Machträume des Sicherheitsdispositivs als *milieux* zu verstehen. Thomas Lemke hat in diesem Sinne betont, dass *milieu* für Foucault mehr ist als eine hintergründige Umgebung, denn es handelt sich um einen »interactive space and a relational network«[22], in dem, so könnte man ergänzen, das Umgebende nicht ohne das Umgebene verstanden werden kann.

Da die Entstehung des Sicherheitsdispositivs mit dem von Foucault erläuterten Auftritt der Bevölkerung als Objekt der Regierung seit dem 17. Jahrhundert korreliert, ist die Stadt als Raum der Bevölkerung das primäre *milieu* der Sicherheit und integraler Bestandteil der Entstehung der Gouvernementalität. In diesem Sinn sind *milieux* Räume der Regulation, in denen die in ihrem Auftreten keiner Ordnung unterliegende, mitunter chaotische Verteilung von Menschen, Dingen und Energien geordnet werden kann, um diese regierbar zu machen. Die Stadt ist das einschlägige Beispiel dafür, wie die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit des Eintretens von Ereignissen durch Serien der Zirkulation zum Instrument der Regierung wird: »Der Sicherheitsraum verweist also auf eine Serie möglicher Ereignisse, er verweist auf das Zeitliche und das Aleatorische, ein Zeitliches und ein Aleatorisches, die in einen gegebenen Raum eingeschrieben werden müssen. Der Raum, in dem sich Serien von aleatorischen Elementen abspielen, denke ich, ist ungefähr das, was man das Milieu nennt.«[23] Die Unvorhersagbarkeit des Aleatorischen wiederum begrenzt den direkten Eingriff souveräner oder disziplinärer Macht und macht ein alternatives Konzept erforderlich.

Der Begriff des *milieus*, so könnte man Colliers Analyse der Unterschiede zwischen den Vorlesungsreihen ergänzen, wird in *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* zentral für das Verständnis dieses Machttyps: Während *milieu* in *In Verteidigung der Gesellschaft* einen umgrenzten Lebensraum bezeichnet, wird der Begriff zwei Jahre später als Lebensbedingung einer Bevölkerung zum Medium der Zirkulation, in die regulativ eingegriffen, die aber nicht in ihrer Gesamtheit gesteuert werden kann. Den Begriff Regulation verwendet Foucault in *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* jedoch deutlich seltener als in *In Verteidigung der Gesellschaft*. Die Ausübung von Macht durch ein *milieu* geschieht vielmehr, wie Foucault schildert, als Anpassung einzelner Faktoren, die als Bestandteil eines Zirkulationszusammenhangs diese Gesamt-

21 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 468. Die Zirkulation von Wasser und Luft hat Foucault bereits 1977 in seinem Vortrag »Geburt der Sozialmedizin« hervorgehoben: Foucault: »Geburt der Sozialmedizin [1977]«. S. 288f. Daran anschließend Usher: »Veins of Concrete, Cities of Flow «.

22 Lemke: »Canalizing and Coding«. S. 30.

23 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 40.

heit verändern und ihr zukünftiges Zusammenwirken modifizieren. Die genauen Bedingungen und Verfahren solcher Eingriffe bleiben jedoch weitestgehend unbestimmt.[24]

Foucaults Auseinandersetzung mit dem Begriff steht 1976 wie 1978, als er die Raumbezüge der drei Machttypen der Souveränität, der Disziplin und der Sicherheit untersucht, im Kontext eines Abrisses der Geschichte der Stadt.[25] Gerade urbane Räume werfen Foucault zufolge seit dem 17. Jahrhundert Fragen des *milieus* als eines Mediums der Zirkulation auf, d.h. der Verteilung von Menschen, Dingen und Energien durch das, was Infrastrukturen genannt werden könnte. Foucault zeigt, wie im Verlauf des 17. und 18. Jahrhunderts Straßen, Kanäle und Verkehrsmittel auf die Sicherstellung beständiger Zirkulation ausgerichtet und damit die Räume der Zirkulation für die Etablierung des Sicherheitsdispositivs zentral werden. Immer wieder kommt er in seinen Vorlesungen auf dieses Beispiel zurück: Eine Stadt ist ein begrenzter, vom Außen abgesetzter und doch auf die Waren-, Menschen- und Energieströme aus diesem Außen angewiesener Raum, der durch die Dichte, Wiederholung und damit Serialität ständiger Bewegung charakterisiert ist. In seinem kurzen historischen Abriss, in dem er auf den Umgang der Souveränität mit dem Territorium und die Disziplinierung durch urbane Institutionen eingeht, beschreibt Foucault, wie mit dem Wegfall der Stadtmauern, mit der steigenden Bedeutung von Hygiene und Handel, der Erneuerung des Straßennetzes und vor allem der Bevölkerungsexplosion seit dem 17. Jahrhundert die Regierung der Stadt zunehmend mit der Aufgabe der Organisation und Regulation von Zirkulation zusammenfällt. Die Herausbildung der Sicherheit ist die Kehrseite der Entstehung von urbanen Zirkulationsmilieus – selbst wenn, wie Foucault betont, der Begriff im Kontext jener Stadtplanungen des 19. Jahrhunderts, die sich mit der Ermöglichung und Optimierung von urbanen Zirkulationen durch sowohl natürliche Elemente wie Flüsse, Felder oder Sümpfe als auch durch künstliche Faktoren wie Gebäude oder Verkehrswege beschäftigen, noch nicht verwendet wurde. Dennoch lassen sich, so Foucault, diese Projekte als Gestaltungsversuche von *milieux* verstehen: »Die Sicherheitsdispositive bearbeiten, erzeugen, organisieren, gestalten ein

24 Gilles Deleuze hat zur Fortentwicklung von Foucaults Ansatz den Begriff der Modulation eingeführt und in seinem »Postskriptum über die Kontrollgesellschaft« produktiv gemacht (Deleuze, Gilles: »Postskriptum über die Kontrollgesellschaften«. In: Ders. (1993): *Unterhandlungen 1972-1990*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 254-262). Modulation meint den Akt der Gestaltung eines Objekts, eines Zusammenhangs oder eines *milieus* auf eine solche Weise, dass die Parameter der Veränderung selbst veränderlich sind. Sie können, wie Yuk Hui betont hat, nicht als Hylemorphismus einer der Materie aufgepressten Form verstanden werden. Das Modulierende und das Modulierte sind reziprok verbunden, weshalb Modulation sich vorzugsweise auf *milieux* beziehen kann (vgl. Hui, Yuk: »Modulation after Control«. In: *New Formations* 84/85 (2015), S. 74-91).

25 Vgl. dazu auch Muhle (2013): *Eine Genealogie der Biopolitik*. S. 247ff.

Milieu, noch bevor der Begriff überhaupt gebildet und isoliert ist. Das Milieu wird folglich das sein, worin die Zirkulation zustande kommt.«[26]

Dass die Stadt sich von einem Zentrum des Territoriums und dem Sitz des Souveräns in ein *milieu* verwandelt, erklärt Foucault als Effekt unter anderem der zunehmenden ökonomischen Freiheit, welche den Austausch von Waren und Arbeitskraft ermöglicht, sowie der Auflösung der Stadtmauern, die die Grenzen zwischen Innen und Außen porös werden lässt.[27] Mit Zirkulation meint Foucault in diesem Kontext Serien von Menschen, Dingen und Energien, deren kreisläufige Bewegungen sich durch die Stadt ziehen, das Leben in ihr bedingen und die gezählt, geschätzt und extrapoliert werden können. Wie Adrian Forty anhand der Arbeiten William Harveys zum Blutkreislauf aus dem 17. Jahrhundert gezeigt hat[28], bedeutet Zirkulation nicht einfach, dass sich Objekte in Kreisläufen durch Räume bewegen, sondern impliziert eine endlose, zirkuläre Verkettung der bewegten Objekte – wo etwas zirkuliert, ist der gesamte Kreislauf in Bewegung, weil wie bei einer Kette jede Bewegung eines Elements die Bewegung des nachfolgenden Elements nach sich zieht. Das flüssige Blut hat keine Lücken oder Leerstellen.

Stadtplanung unter den Prämissen der Sicherheit setzt, so wie später die Verfahren des *environmental design*, auf dieser Ebene ein: sie regiert durch die Modulation von Zirkulation. Es geht also darum, »Zirkulation zuzulassen, zu gewährleisten, sicherzustellen«[29]. Während die Souveränität ein Territorium zum Gegenstand habe, um die räumlichen Grenzen ihrer Macht zu sichern und die Disziplin Räume architektonisch unterteile, um Körper zu formen, versuche die Sicherheit, »ein Milieu im Zusammenhang mit Ereignissen oder Serien von Ereignissen oder möglichen Elementen zu gestalten, Serien, die in einem multivalenten und transformierbaren Rahmen reguliert werden müssen.«[30] So wird die Stadt als Raum

26 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 40.

27 Joseph Vogl hat die von Foucault umrissene historische Entwicklung genauer nachgezeichnet und gezeigt, wie das »positive Wissen um das Leben des Staates als Lebewesen der Bevölkerung […] nicht nur ein expansives Aufsammeln unterschiedlicher Gegenstände und Materien, sondern zugleich die Administration einer bestimmten Ebene der Wirklichkeit [verlangt], die man seit dem 17. Jahrhundert Ökonomie nennt.« (Vogl (2004): *Kalkül und Leidenschaft*. S. 54.)

28 Vgl. Forty, Adrian: »Spatial Mechanics. Scientific Metaphors in Architecture«. In: Galison, Peter/Thompson, Emily Ann (Hg., 1999): *The Architecture of Science*. Cambridge, MIT Press, S. 213-231.

29 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 52.

30 Ebd., S. 40. Foucault nennt drei Arten von Serien: unbegrenzte Serien von mobilen Elementen (beispielsweise die Anzahl von Verkehrsmitteln), unbegrenzte Serien von Ereignissen (beispielsweise die Frequenz, mit der Verkehrsmittel einen Ort erreichen) und unbegrenzte Serien von Elementen, die sich ansammeln (beispielsweise die Einwohnerzahl; ebd., S. 39). Zum Begriff der Serie bei Foucault vgl. Sarasin, Philipp (2009): *Darwin und Foucault. Genealogie und Geschichte im Zeitalter der Biologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 133ff.

der Bevölkerung und nicht so sehr der Individuen oder ihrer Vielfalt zum regierbaren Raum.[31] Das Ziel der Sicherheit ist nicht die Transformation von Individuen, sondern das Eingreifen auf der Ebene der Ursachen und Bedingungen des Lebendigen, d.h. die Einflussnahme auf *milieux* als Umgebungen von Bevölkerungen. Als Manifestation des Lebendigen ist die Bevölkerung in ihrer Kontingenz nicht vorhersagbar und als solche nicht steuerbar. Souveränität und Disziplin verfehlen sie systematisch, weil ihre Machtinstrumente auf die Masse von Untertanen bzw. die Körper von Individuen ausgerichtet sind. Für die Sicherheit wird die Bevölkerung hingegen als statistische Größe erfassbar. Als Multiplizität von Individuen ist die Bevölkerung an die räumlichen Voraussetzungen des Lebendigen gebunden, die im *milieu* liegen. Dessen Gestaltung resultiert entsprechend in veränderten Lebensbedingungen der Bevölkerung – in anderen Worten: Veränderungen des Umgebenden wirken auf das Umgebene, das durch die Zirkulation reziprok mit dem Umgebenen verbunden ist und dieses ebenso formt wie es von ihm geformt wird.[32] In den Worten von Andreas Folkers: »Die Regierung kann diese Wechselwirkung gerade dann vorteilhaft gestalten, wenn sie die inneren Gesetzmäßigkeiten der natürlichen Phänomene anerkennt und nicht gegen sie, sondern mit ihnen agiert.«[33]

Foucault spricht in diesem Kontext von einer »Sicherheitsmechanik«[34], die in der Verwaltung von offenen Serien der Zirkulation besteht. Ihre Frequenz und Häufigkeit konstituieren das, was Foucault Ereignisse nennt. Diese treten in den Fokus der Macht, weil sie als Effekte der Zirkulation erwartbar sind und entsprechend auf sie reagiert werden kann, sie aber auch vorab einkalkuliert werden können. Dies deutet Foucault bereits in *In Verteidigung der Gesellschaft* an: Neben Vorhersagen und statistischen Berechnungen etwa von Sterbe-, Geburts- und Krankheitsraten steht dort die Einführung von »Regulationsmechanismen […], die in dieser globalen Bevölkerung mit ihrem Zufallsfaktor ein Gleichgewicht herstellen, ein Mittelmaß wahren, eine Art Homöostase etablieren und einen Ausgleich garantieren können; es geht kurz gesagt darum, Sicherheitsmechanismen um dieses Zufallsmoment herum, das einer Bevölkerung von Lebewesen inhärent ist, zu errich-

31 In *French Modern* stützt sich Paul Rabinow in seiner Geschichte des französischen Staats stark auf Foucaults Vorlesungen und führt mehr Quellen und Belege an, speziell aus dem Bereich der Sozialökonomie (vgl. Rabinow, Paul (1995): *French Modern. Norms and Forms of the Social Environment*. Chicago, University of Chicago Press).

32 Benjamin Bühler hat argumentiert, dass mit diesem Konzept der Umgebung das von Foucault beschriebene biopolitische Steuerungsdispositiv im selbstorganisierenden Organismus verankert wird: »Leben ist damit nicht schlicht Gegenstand von Regulierungstheorien, sondern konstituiert vielmehr selbst die Notwendigkeit seiner Steuerung und Regulierung.« (Bühler, Benjamin: »Kreise des Lebendigen. Geschlossene und offene Räume in der Umweltlehre und philosophischen Anthropologie«. In: Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 67-90. Hier: S. 71.)

33 Folkers (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz*. S. 346.

34 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 39.

ten und das Leben zu optimieren.«[35] Die Herstellung eines Gleichgewichts durch Homöostase – auf diesen Begriffs, mit dem der Physiologe Walter B. Cannon in den 1920er Jahren die selbsttätige Herstellung von Gleichgewichtszuständen in Organismen bei veränderten Rahmenbedingungen des *environments* bezeichnet[36], wird im dritten Kapitel noch ausführlicher zurückzukommen sein – zielt laut Foucault »auf die Sicherheit des Ganzen vor seinen inneren Gefahren«[37]. Die Regierung der Stadt unter den Vorzeichen der Sicherheit richtet sich in diesem Sinne auf die Zukunft, auf mögliche Gefahren und die Risiken dessen, »was geschehen kann«.[38] Die Modellierung eines *milieus* als Raum der Zirkulation ermöglicht die Extrapolation von Serien und damit die Ausrichtung von Interventionen auf die Zukunft durch minimale Regulationen, welche die Unsicherheit zukünftiger Ereignisse durch die Planung und Prädikation eines *milieus* der Sicherheit zu reduzieren versuchen.

Regulation bedeutet nicht, die Ströme von Menschen und Waren mit der Androhung von Gewalt zu steuern oder sie zu disziplinieren, sondern vielmehr, in das jeweilige *milieu* einzugreifen und durch kleine Eingriffe in die Zirkulation die Abfolge von Serien zu optimieren, Störungen und Stockungen zu vermeiden und so auf eine indirekte Weise Macht auf die vom *milieu* umgebenen Organismen auszuüben.[39] Entsprechend beschreibt Foucault in der dritten Sitzung von *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* den »Eintritt in das Feld der Machttechniken einer Natur« in dem Sinne, dass »der Souverän im Inneren dieser Natur, mit Hilfe dieser Natur, wegen dieser Natur durchdachte Regierungsprozeduren aufbieten muss«[40]. Auch wenn der Begriff *milieu* an dieser Stelle nicht fällt, kann man schlussfolgern, dass die Bevölkerung als biologische Art und als »durchdringbare Naturalität«[41] auftritt, weil und insofern sie von einem *milieu* umgeben ist und dieses ihre Lebensbedingung bildet. Das *milieu* ist, darin folgt Foucault Canguilhem, nicht nur eine soziale, sondern auch eine biologische Tatsache. Foucault betont an anderer

35 Foucault (2001): *In Verteidigung der Gesellschaft*. S. 290.

36 Vgl. Cannon, Walter B. (1932): *The Wisdom of the Body*. New York, Norton.

37 Foucault (2001): *In Verteidigung der Gesellschaft*. S. 294.

38 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 39. Jennifer Gabrys hat anhand von *smart cities* beispielhaft ausgeführt, wie eine Analyse dieser *environmentality* vorgehen müsste: Gabrys, Jennifer: »Programming Environments. Environmentality and Citizen Sensing in the Smart City«. In: *Environment and Planning D* 32/1 (2014), S. 30-48.

39 Diese indirekte, minimalinvasive Vorgehensweise und die Maßnahmen des Geschehen-Lassens hängen eng mit der von Foucault beschriebenen Durchsetzung des Liberalismus zusammen: ein nach den ökonomischen Prinzipien des freien Warenaustauschs organisierter Staat kann die Bevölkerung nicht reglementierend beherrschen, sondern muss durch Sicherheitstechnologien den Individuen die Möglichkeit verschaffen, sich gemäß der Idee des *laissez-faire* selbst zu regieren.

40 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 114.

41 Ebd., S. 111.

Stelle, dass das gestaltete *milieu* auch in der »Künstlichkeit wie eine Natur im Verhältnis zu einer Bevölkerung zum Tragen kommt«[42]. Auf dieser Ebene anzusetzen, »auf die der Bevölkerung offensichtlich entfernteren Dinge Einfluss nehmen, von denen man aber durch das Kalkül, die Analyse und die Reflexion weiß, dass sie effektiv auf die Bevölkerung einwirken können«[43], bedeutet, Umgebungen zu gestalten, indem ihre Zirkulation gestaltet wird – »als Umstellung, als Austausch, als Kontakt, als Form der Streuung und als Form der Aufteilung«[44]. Die Bevölkerung ist, wie Foucault an späterer Stelle mit Bezug auf Darwin schreibt, das Element, »durch das hindurch das Milieu seine Wirkungen auf den Organismus ausübt«[45]. Für Foucault ist die Bevölkerung keine Entität, die durch direkte Eingriffe regierbar wäre. Als Vielfalt lebendiger Wesen bewohnt eine Bevölkerung notwendigerweise ein *milieu*, das wiederum als Interventionsfeld ihrer Regierung dienen kann, indem die Zirkulation von Menschen und von Objekten, die Ökonomie der Distribution von Lebensbedingungen also, durch Muster der Wahrscheinlichkeit und Eingriffe auf der Ebene der Infrastrukturen reguliert wird.

2.2 Foucault und Canguilhem I: Regulation

Ein *milieu* ist für Foucault ein Raum einer Macht, die die Zirkulation von Menschen, Stoffen, Waren oder Energien in ihrer räumlichen Ausdehnung erfasst. Diese Zirkulation findet stets innerhalb eines begrenzten Gebiets – vorzugsweise einer Stadt – und in einer zeitlichen Struktur statt – in Serien, Diskontinuitäten und Ereignissen. Den Begriff der Ökologie, der an dieser Stelle sowohl als Umgebungswissenschaft wie auch als Komplement zur Ökonomie naheliegt, verwendet Foucault nicht.[46] Man kann diese Assoziation daher umkehren und fragen, warum aus heutiger Perspektive der Begriff der Ökologie naheliegt, um die von Foucault in Anschlag gebrachte Reziprozität von Umgebendem und Umgebenem zu beschreiben. Das Ziel der folgenden Analyse ist entsprechend die Rekonstruktion der Umgebungskonzepte, auf die Foucault rekurriert, sowie der mit ihnen einhergehenden

42 Ebd., S. 42.
43 Ebd., S. 111.
44 Ebd., S. 100.
45 Ebd., S. 118.
46 In Foucaults Schriften, vor allem in seinen Interviews, finden sich gelegentliche Verweise auf die Ökologie, die zwar nicht auf spezifische Konzepte eingehen, aber zeigen, dass deren Ansätze Foucault durchaus bekannt waren (vgl. etwa Foucault, Michel: »Die Situation Cuviers in der Geschichte der Biologie [1970]«. In: Ders. (2005): *Schriften. Band 2*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 37-82. Hier: S. 54 oder Foucault, Michel: »Die Bühne der Philosophie [1978]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 718-747. Hier: S. 747).

Epistemologie des Umgebens, die in seinem Ansatz festlegt, wie Umgebendes und Umgebenes aufeinander einwirken.

Mit Blick auf Foucaults Inspirationsquelle, seinen Doktorvater und Förderer Georges Canguilhem, ergeben sich einige Hinweise auf einen Transfer von in letzter Instanz kybernetischen, systemtheoretischen Umgebungskonzepten in Foucaults Werk, das die Geschichte seiner eigenen Begriffe zumindest an dieser Stelle nicht offenlegt. Einerseits beschreibt Foucault, wie mit dem Sicherheitsdispositiv das Wechselverhältnis von Umgebenem und Umgebendem als Machtverhältnis realisiert wird. Andererseits beruht Foucaults Darstellung der Zirkulation innerhalb eines *milieus* auf einer Umgebungsrelation, in der Kreisläufe durch die reziproke Kausalität und gegenseitige Formung von Umgebendem und Umgebenem als Lebensprozesse erfasst werden. Um einen Zirkel zwischen Beschreibungssprache und beschriebenem Objekt zu vermeiden, zwischen der – so die zu belegende These – von systemischem Denken inspirierten Theorie und den von ihr dargestellten Systemen, ist es nötig, die wenigen einschlägigen Seiten genau zu studieren.

Aufgrund der Quellenlage im Kontext der Vorlesungsmitschriften ist die Frage, in wie weit Foucaults Konzeption an ökologisches, in weiterer Folge auch kybernetisches, d.h. die Steuerung und Regulation von Systemen betreffendes Wissen anschließt, schwierig zu beantworten. Foucault rezipiert ökologische oder kybernetische Texte nicht selbst – zumindest gibt es dafür keine Hinweise[47] –, sondern stets vermittelt über Canguilhem, wie auch schon Maria Muhle anhand des Lebensbegriffs deutlich gemacht hat.[48] Zwei Beispiele dafür wurden bereits angesprochen: Foucault verwendet mit Homöostase sowie Regulation zentrale Begriffe aus diesem Instrumentarium, mit denen sich auch Canguilhem einige Jahre zuvor intensiv auseinandergesetzt hatte. Obwohl Foucault es vermeidet, näher auf die Modellierung der Wechselwirkungen und Kausalitäten innerhalb eines *milieus* einzugehen, legt die Verwendung dieser Begriffe nahe, dass das *milieu* in seiner Reziprozität mit dem Umgebenen auch bei Foucault als selbstregulierendes System gedacht sein könnte. Und das wiederum würde bedeuten, dass eine Inanspruchnahme Foucaults für eine Kritik eben dieser Technologien äußerst behutsam vorgehen müsste, um nicht der Verwechslung von Beschreibungssprache und beschriebenem Objekt zu unterliegen. Um diesen Zusammenhang herauszuarbeiten, ist eine genaue Darstellung der Korrespondenzen und Unterschiede zwischen Canguilhems und Foucaults Argumentation unerlässlich. Zwei Aspekte stehen dabei im Vordergrund: erstens die analoge Arbeit am Begriff der Regulation sowie

47 Lediglich in einem psychologiehistorischen Text von 1957 erwähnt Foucault die Kybernetik: Foucault, Michel: »Die Psychologie von 1850 bis 1950 [1957]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 1*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 175-195. Hier: S. 194.

48 Vgl. Muhle (2013): *Eine Genealogie der Biopolitik.*

zweitens Foucaults Fortführung und Ausweitung von Canguilhems Darstellung der Geschichte des Begriffs *milieu*.

Mit dem Konzept der Regulation (vom Lateinischen *regula* für Maßstab, Regel) beschäftigt sich Canguilhem in einem Artikel für die *Encyclopaedia Universalis* von 1973, der in einem Vortrag im Colloquium des Collège de France von 1974 mündet, welcher wenig später in erweiterter Fassung unter dem Titel »Die Herausbildung des Konzepts der biologischen Regulation im 18. und 19. Jahrhundert« als eine historische Darstellung der Geschichte der Regulation veröffentlicht wird. Im erstgenannten Text bestimmt Canguilhem Regulation, deren Ursprünge er in der Physiologie des 19. Jahrhunderts verortet, als »die gemäß einer bestimmten Regel oder Norm vollzogene Angleichung einer Vielzahl von Bewegungen oder Handlungen sowie ihrer Wirkungen und Produkte, deren Verschiedenartigkeit oder Abfolge sie einander zunächst einmal fremd macht.«[49] Regulation bezeichnet die Fähigkeit eines Organismus, Gleichgewicht bei wechselnden Bedingungen aufrecht zu erhalten. Etymologisch verbindet das Wort Regulation das Lenken und Ausrichten mit dem Regeln und Einrichten. Im Anschluss an Claude Bernard, der die »erste allgemeine Theorie der Regulationsfunktionen erarbeitet hat«[50], bis hin zur Kybernetik stellen Canguilhem zufolge »die Stabilität und die Selbsterhaltung eines Organismus Zustände [dar], die mit einer Toleranz für Abweichungen vereinbar sind, welche durch Funktionen zur Vorbeugung kritischer Situationen gesteuert werden«[51]. Für Bernard, der für Canguilhem wie für Foucault als wichtiger Bezugspunkt fungiert, ist Regulation der Ausgleich zwischen den Komponenten eines *milieu intérieur* im Inneren eines Organismus sowie mit dessen *milieu extérieur*. Bernard hebt die bis dahin das Wissen vom Leben prägende Dominanz des Organismus auf und setzt im gleichen Schritt das flexible, auf unterschiedlichen Maßstabsebenen anwendbare Verhältnis von *organisme* und *milieu* an ihre Stelle.

Von diesem Fluchtpunkt aus, der für Canguilhems eigenen Vitalismus wichtig ist, beschreibt er, wie der Begriff der Regulation im Zusammenhang einer »analogische[n] oder metaphorische[n] Angleichung des Organismus an die Maschine«[52] aus der Mechanik in die Biologie überführt und schließlich auf die Gesellschaft übertragen wurde. In diesem Kontext benennt Canguilhem das Konzept der

49 Thomas Ebke hat diesen lange Zeit kaum zugänglichen Text neu aufgelegt: Canguilhem, Georges: »Regulation«. In: ders. (2017): *Regulation und Leben*. Berlin, August, S. 123-139. Hier: S. 123. Vgl. auch Canguilhem, Georges: »Die Herausbildung des Konzepts der biologischen Regulation im 18. und 19. Jahrhundert«. In: ders. (1979): *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 89-109. Zum Begriff der Regulation vgl. auch Mitchell, Robert: »Regulating Life. Romanticism, Science, and the Liberal Imagination«. In: *European Romantic Review* 29/3 (2018), S. 275-293.

50 Canguilhem: »Regulation«. S. 124.

51 Ebd., S. 133.

52 Ebd., S. 124.

Homöostase als zentrales Beispiel, das erstens Regulation zu einem Prinzip der Steuerung macht und zweitens Maschinen, Organismen und Gesellschaften auf der gleichen Ebene verhandelt.

Im Anschluss an seine Darstellung der Rolle des Begriffs der Regulation in der Biologie kommt Canguilhem auf dessen Bedeutung für die Ökonomie zu sprechen und stellt einige weitreichende Verbindungen her, die für Foucault von besonderem Interesse gewesen sein dürften. Canguilhem beschreibt, wie die Marktvorstellung des frühen Liberalismus schon bei Thomas Malthus die Herstellung eines Gleichgewichts aus individuellen Interessen als Ziel bestimmt und auf »Anzeichen der spontanen Regulation der heilsamen Kräfte der Gesellschaft«[53] zurückführt. Zwar lässt sich nicht zweifelsfrei belegen, dass Foucault diesen Text gelesen hat, doch dass er am Colloquium des Collège de France teilgenommen hat, an dem er seit 1971 eine Professur für die Geschichte der Denksysteme innehatte, darf angenommen werden. Auf ähnliche Weise, analog zu Canguilhem, aber ohne ihn in diesem Zusammenhang explizit zu nennen, beschreibt Foucault in seiner Geschichte des Liberalismus, die in der Vorlesungsreihe an die Überlegungen zum *milieu* anschließt, die politische Ökonomie als »Erfassung dieses durchgehenden und vielfältigen Geflechts zwischen Bevölkerung, Territorium, Reichtum«[54] – und damit als Erfassung von Zirkulationen. Der Begriff *milieu* fällt in diesem Kontext zwar nicht mehr, doch wie bei Foucault sind es in Canguilhems kleinem Text die »Organe der Demoskopie, der Statistik, der Prognose und der Entscheidungsfindung«[55], die es einer Gesellschaft erlauben, sich wie mit der »exterozeptiven und interozeptiven sensorischen Ausstattungen«[56] eines Organismus an die Bedingungen ihrer Umgebung anzupassen. Canguilhem hebt mit dieser Überlegung die Informationstheorie und die Kybernetik als »Modelle für die Lösung von Problemen der gesellschaftlichen Regulation«[57] explizit hervor und setzt dabei Regulation mit der Anpassung einer Organisation an veränderliche, äußere Bedingungen gleich. Als Wissenschaft von der Steuerung von Regelungsprozessen in Organismus, Maschine und Gesellschaft rekurriert die Kybernetik, zu deren historischen Vorläufern für Canguilhem sowohl Bernards Konzept des *milieu intérieur* als auch Cannons Konzept der Homöostase zählen, auf den Einsatz von Regulationen, die nach eben jenen Prinzipien des Ausgleichs und der Selbstorganisation operieren, mit denen Foucault die Sicherheit charakterisiert.

53 Ebd., S. 134.
54 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 159.
55 Canguilhem: »Regulation«. S. 137.
56 Ebd.
57 Ebd., S. 138. Diese Dimension erschöpft Canguilhems Bezug auf die Kybernetik keineswegs, wie Onur Erdurs Studie zum Verhältnis von Molekularbiologie und Philosophie deutlich macht (vgl. Erdur (2018): *Die epistemologischen Jahre*).

Zwischen Foucaults und Canguilhems Text gibt es somit – neben dem Lebensbegriff, dessen Geschichte Maria Muhle in aller Ausführlichkeit dargestellt hat[58] – eine ganze Reihe von Korrespondenzen: *erstens* die Bestimmung von Regulation als Angleichung der heterogenen Elemente eines Zirkulationszusammenhangs (bei Canguilhem als wissenschaftshistorische Beobachtung, bei Foucault darüber hinaus als Prinzip der Regierung durch Sicherheit). Die Anwendung der historisch daraus entstehenden Konzepte in der Ökonomie führt *zweitens* Canguilhem wie Foucault zufolge zur Entstehung des Liberalismus als eines Marktmodells des geringstmöglichen Eingriffs in den selbstregulierenden Zusammenhang einer Gesellschaft. Zur minimalen Intervention in diese Zirkulation sowie zur Vorhersage künftiger Zustände werden schließlich *drittens* sowohl von Foucault als auch von Canguilhem die Instrumente der Statistik und der Demoskopie aufgeführt, die wiederum jenes Umgebungswissen konstituieren, das regulatorischen Eingriffen in *milieux* zugrunde liegt. Die Regulation von Zirkulationen ist von der Unsicherheit zukünftiger Zustände und damit von Maßnahmen der Prognose durch die Wahrscheinlichkeit von Serien und ihre statistische Analyse gekennzeichnet. Regulation bedeutet Benjamin Seibel zufolge – im Gegensatz zur singulären Steuerung – »die höherstufige Einrichtung und den Erhalt von Systemen, in denen […] Steuerungsprozesse auf erwartbare und planbare Weise möglich werden«[59] – also das, was Foucault das »Führen der Führungen«[60] nennt. Als Eingriff in Umgebungsrelationen stellt Regulation in ihren unterschiedlichen historischen Stadien eine biopolitische Intervention dar, die seit der Mitte des 19. Jahrhunderts mit einem neuen Begriff des Lebendigen als Wechselwirkung zwischen Organismen bzw. Populationen und ihren Umgebungen einhergeht.

Sicherlich sind Foucaults Ausführungen zur Geschichte des Liberalismus und zur historischen Folge unterschiedlicher Modelle der Ökonomie weitaus umfassender als Canguilhems knappe Bemerkungen. Doch es ist offensichtlich, dass beide eine ähnliche Problematik des Umgebens umtreibt. Bei Canguilhem tritt deutlicher als bei Foucault hervor, wie bedeutend das systemische Denken der Kybernetik für die Etablierung eines die Grenzen zwischen Soziologie und Biologie überschreitenden Modells der Regulation war. Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht schließlich als *vierte* und letzte Korrespondenz, dass Canguilhem am Ende seines Textes auf eine Kritik an der Ausweitung der »kybernetischen Gesellschaftsmaschine«[61]

58 Vgl. Muhle (2013): *Eine Genealogie der Biopolitik*.

59 Seibel, Benjamin (2016): *Cybernetic Government. Informationstechnologie und Regierungsrationalität von 1943-1970*. Wiesbaden, Springer. S. 49.

60 Foucault, Michel: »Das Subjekt und die Macht«. In: Dreyfus, Hubert L./Rabinow, Paul (Hg., 1987): *Michel Foucault. Jenseits von Strukturalismus und Hermeneutik*. Frankfurt/Main, Athenäum, S. 243-261. Hier: S. 255.

61 Canguilhem: »Regulation«. S. 138.

zu sprechen kommt. Solange jedes Individuum eine andere Vorstellung davon habe, an welchen Werten die Regulation einer Gesellschaft auszurichten sei, solange also die Freiheit »mannigfacher Werte«[62] bestehe, sei die Gesellschaft noch nicht in Gänze zu einem selbstregulierenden Organismus geworden, die Analogie zwischen Gesellschaft, Organismus und Maschine also noch nicht vollendet. Die Frage der Freiheit ist in Foucaults Vorlesungen auf ähnliche Weise ambivalent, denn der Liberalismus installiere ein Dispositiv der (Selbst-)Regierung durch Freiheit.[63]

2.3 Foucault und Canguilhem II: *Milieu*

Bemerkenswerterweise geht Foucault in Bezug auf den Begriff *milieu* über Canguilhems einschlägigen, aber gut vier Jahrzehnte zuvor verfassten Text »Das Lebendige und sein Milieu« hinaus, indem er eben jene Prinzipien der Regulation sowie der mit ihr einhergehenden Kalkulation und Prognose, die bei Canguilhem 1952 nur am Rande auftauchen, in die Geschichte des *milieu*-Begriffs integriert.[64] In der ersten Vorlesung von *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* schließen die expliziten Verweise auf die Geschichte des Begriffs zunächst an dessen Verwendung in Physik und Evolutionstheorie an, wie sie Canguilhem erörtert. Foucault gibt ihm dann aber eine neue Wendung, die über Canguilhems Darstellung hinausgeht und im Folgenden herausgearbeitet werden soll.[65] Diese Erweiterung zu verstehen ist wichtig, weil Foucault damit einerseits die Möglichkeit eröffnet, Verfahren der künstlichen Gestaltung von Umgebungen als Machttechniken in die Geschichte des Begriffs und seiner politischen Implikationen zu integrieren – ein Horizont, der Canguilhems Vorhaben übersteigt. Andererseits handelt Foucault sich dabei das bereits thematisierte methodische Problem der Konvergenz von Beschreibungssprache und beschriebenem Objekt ein.

Foucault beginnt seine Ausführungen mit einem Abriss der Begriffsgeschichte, der offensichtlich von Canguilhem geprägt ist: Der *milieu*-Begriff Lamarcks und Newtons ist Foucault zufolge als vermittelndes Medium von Kräften und ihren Fluida als »der Träger und das Zirkulationselement einer Wirkung«[66] gedacht. Seine

62 Ebd.

63 Vgl. dazu die Beiträge in Bröckling, Ulrich/Krasmann, Susanne/Lemke, Thomas (Hg., 2010): *Gouvernementalität der Gegenwart. Studien zur Ökonomisierung des Sozialen*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

64 Vgl. Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. Canguilhem bezieht sich zwar auch in diesem Text auf Claude Bernard, der Begriff Regulation wird aber nicht näher erläutert.

65 Während Muhle in diesem Kontext die biopolitische Dimension des *milieu*-Begriffs Canguilhems ausführlich dargestellt hat (Muhle, Maria: »Mixed Milieus. Vom vitalen um biopolitischen Milieu«. In: Huber, Florian/Wessely, Christina (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 35-48), gilt der Fokus an dieser Stelle der Frage der Zirkulation.

66 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 40.

Einführung reagiert auf Fragen der Kausalität und, so Foucault, der Zirkulation, die im 18. und 19. Jahrhundert auf unterschiedlichen Gebieten hervortreten. Foucault stellt diesen Aspekt der durch das vermittelnde *milieu* ermöglichten Kausalität bzw. Zirkulation von Kräften bzw. Stoffen in den Mittelpunkt seiner Ausführungen. Insofern schließt er an die von Canguilhem dargestellte Geschichte an, auch wenn dieser nur von Newtons Fluida spricht und der Begriff der Zirkulation weder in seinem noch in Newtons Text auftaucht.

Im Anschluss an diesen historischen Verweis erweitert Foucault die Perspektive um ein neues Motiv, indem er aus durch den Begriff *milieu* beschriebenen Zirkulationen auf die Bedeutung der Wahrscheinlichkeit von Ereignissen schließt, die in ihrer Serialität zum Gegenstand von Statistik und Prognose geworden sind und damit die Grundlage der Etablierung des Sicherheitsdispositivs bilden. Das Charakteristikum der Zirkulation allein reicht Foucault hingegen noch nicht, um die Verfahren der Sicherheit zu charakterisieren, denn deren Verfahren, Zirkulationen zu modifizieren, basieren auf der aus der Aleatorik des Zufälligen extrahierten Prognose. Es lohnt sich, einen genauen Blick auf den Wortlaut der Vorlesungen zu werfen. Zunächst rekurriert Foucault auf das Newtonsche Verständnis von *milieu*: »Das Milieu ist eine bestimmte Anzahl von Wirkungen, Massenwirkungen, die auf all jene gerichtet sind, die in ihm ansässig sind. Es ist ein Element, in dessen Innerem eine zirkuläre Umstellung von Wirkungen und Ursachen zustande kommt, da ja dasjenige, was auf der einen Seite Wirkung ist, auf der anderen Seite Ursache wird.«[67] Das *milieu* vermittelt in diesem Sinne zwischen Ursachen und Wirkungen (etwa der Gravitation zwischen Sternen), indem es ihnen einen gemeinsamen Träger, also ein Medium verschafft, in dem beide Seiten kontinuierlich aneinander gebunden sind. Die Seiten des *milieus* sind dabei nicht Umgebenes und Umgebendes, sondern die Orte von Ursache und Wirkung, zwischen denen das *milieu* vermittelt.

Foucault verschiebt dieses Newtonsche Verständnis jedoch im folgenden Beispiel für die Bedeutung des *milieus* im Kontext der Sicherheit grundlegend. Aus der von Canguilhem geschilderten Geschichte ist diese Fortschreibung nicht ableitbar. Direkt an den vorhergehenden Satz zu Newton anschließend schreibt Foucault: »Je größer die Zusammenballung, desto mehr Miasmen wird es geben, desto mehr wird man krank sein. Je mehr man krank ist, gewiß, desto mehr stirbt man. Je mehr man stirbt, desto mehr Leichen und folglich mehr Miasmen wird es geben usw. Es ist also dieses Phänomen der Zirkulation von Ursachen und Wirkungen,

67 Ebd. Thomas Lemke hat die Bedeutung dieser Verschiebung der Kausalität weg von einer monokausalen Verkettung von Ursachen und Wirkungen hin zur Rekursion unterstrichen und hervorgehoben, dass damit Korrelationen anstatt Ursachen in den Mittelpunkt der Kontrolle von *milieux* treten. Lemke: »Canalizing and Coding«. S. 32.

das quer durch das Milieu angestrebt wird.«[68] Diese Sätze lesen sich als direkte Fortsetzung von Canguilhems Darstellung des *milieus* als Vermittler von Kausalität, führen jedoch ein gänzlich neues Verständnis ein. Die Zirkulation von Kräften zur Erklärung von Kausalität, die Canguilhem am Beispiel Newtons hervorhebt, wird im Übergang dieser Sätze zur Folge von Ereignissen, die miteinander verkettet sind und folglich Wahrscheinlichkeiten aufweisen. Mit dem Newtonschen Verständnis von Vermittlung hat dies kaum noch etwas zu tun. Bei Newton findet sich kein Konzept der Zirkulation, denn es geht ihm zwar um die Übertragung von Kräften im Raum, doch nur in der Gerichtetheit der physikalischen Kräfte der Gravitation, des Magnetismus oder der Elektrizität, die zwischen zwei Körpern wirken und mathematisch bestimmbar sind.[69] Auch für den evolutionstheoretischen Aspekt der Anpassung und der Erklärung der Veränderung von Erscheinungsformen von Arten, auf dessen Geschichte Foucault mit der Nennung Lamarcks und später Darwins ebenfalls anspielt, hat der Begriff der Wahrscheinlichkeit zu dieser Zeit kaum eine Bedeutung. Canguilhem spricht lediglich davon, dass es die Reziprozität von Organismus und *milieu* als »Zusammenhang zwischen einer Funktion und einer Anzahl von Variablen«[70] erlaube, Funktion und Variablen gegenseitig zu bestimmen. Das Aleatorische und die Statistik sind eine Hinzufügung Foucaults – aus der Geschichte des Begriffs von Newton bis Lamarck lassen sie sich ebenso wenig herleiten wie aus Canguilhems Analyse.

Mit dieser Verschiebung des Begriffs hin zur Zirkulation kann Foucault nicht nur die Verteilung von Kräften oder von Stoffen in den Mittelpunkt stellen. Das *milieu* wird darüber hinaus zur Struktur der Herausbildung von Mustern der Wahrscheinlichkeit, wie der nächste Satz nahelegt: »Und schließlich erscheint das Milieu als ein Interventionsfeld, wo, anstatt die Individuen als ein Ensemble von Rechtssubjekten zu erreichen, die zu freiwilligen Handlungen fähig sind – dies war der Fall der Souveränität –, anstatt sie wie eine Multiplizität von Organismen, von Körpern, die zu Leistungen imstande sind und zwar zu Leistungen, wie sie in der Disziplin erforderlich sind, zu erreichen, wird, genau genommen, versucht, eine Bevölkerung zu erreichen. Eine Multiplizität von Individuen, will ich sagen, die nur sind und existieren als grundlegend, wesentlich, biologisch an die Materialität gebundene, in deren Innerem sie existieren. Genau dort, wo eine Serie von Ereignissen, die jene Individuen, Bevölkerungen und Gruppen erzeugen, mit den um

68 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 40.

69 Vgl. Newton, Isaac (1687/1999): *The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Berkeley, University of California Press. Wie Leo Spitzer in seiner kurz vor Canguilhems Text erschienenen begriffsgeschichtlichen Studie »Milieu and Ambiance« unterstreicht, verwendet Newton den Begriff *milieu* nicht (vgl Spitzer: »Milieu and Ambiance«. S. 171f.).

70 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 241.

sie herum entstehenden, quasi-natürlichen Ereignissen interferiert, liegt das, was man durch dieses Milieu zu erreichen versucht.«[71]

In dieser Passage folgt Foucault zunächst Canguilhems Darstellung, wechselt dann aber ohne weiteren Kommentar auf eine andere Beschreibungsebene und verwendet eine Begrifflichkeit, die weder bei Canguilhem noch in den Quellen zu finden ist – von der Vermittlung der Kausalität zum Interventionsfeld, auf dem Serien von Ereignissen zur Grundlage zukünftiger Eingriffe werden. Die Kommunikation von Kausalität wird zur Zirkulation von Möglichkeiten und zur Regierung durch Potentiale. Um zu diesem Verständnis des *milieus* zu gelangen, muss Foucault über das mechanistische Kausalitätsverhältnis der Vermittlung von Kräften innerhalb eines *milieus* hinaus dieses als relationalen Raum der Zirkulation begreifen. Ein solches Verständnis entspricht jedoch einem zu dieser Zeit die Ökologie dominierenden Umgebungskonzept, das Foucault weder im Vorlesungsmanuskript noch anderswo benennt. Auch die Ökosystem-Ökologie, um die es im nächsten Kapitel gehen wird, beschreibt Umgebungen als Zirkulationsräume, die durch Serien von Ereignissen charakterisiert sind, deren Wahrscheinlichkeiten diesen Raum wiederum zum Interventionsfeld machen – und sie entwirft jene Verfahren des *environmental designs*, des *environmental managements* und des *environmental engineerings*, die Biopolitik durch die Gestaltung von Umgebungsrelationen umsetzen.[72] Foucaults Äußerungen zum Begriff des *milieus* legen nahe – ohne dass dies angesichts der Quellenlage eindeutig belegt werden könnte[73] –, dass seine eigene Konzeption – trotz der unterschiedlichen Begriffe *milieu* und *environment* – auf einem systemischen Verständnis von Umgebungsrelationen aufbaut, das an eben diese Verfahrensweisen anschlussfähig ist. Diese Perspektive impliziert einerseits, dass Foucaults Konzeption des *milieus* im Hinblick auf die Nähe zu ökosystemischen Konzepten einen blinden Fleck hat, weil andererseits die Ökosystem-Ökologie dieser Zeit selbst mit Foucault als Sicherheitstechnologie gekennzeichnet werden kann.[74] Der blinde Fleck besteht darin, dass die Beschreibungssprache, die

71 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 40.

72 Vgl. beispielsweise Odum, Eugene P.: »The Strategy of Ecosystem Development«. In: *Science* 164/3877 (1969), S. 262-270.

73 Den Begriff Homöostase verwendet Foucault in *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* nicht mehr. In *In Verteidigung der Gesellschaft* ist seine Konzeption des *milieus* noch nicht so detailliert wie zwei Jahre später.

74 In seinem Vorwort zu Canguilhems Buch *Das Normale und das Pathologische* kommt Foucault 1978 ein weiteres Mal auf Canguilhems Konzeption des *milieus* zu sprechen und erläutert, wie Canguilhems vitalistischer Konzeption zufolge der Mensch als lebendiges Wesen mit Begriffen sein *milieu* formt und von diesem geformt wird. In der deutschen Übersetzung wird *milieu* mit *Umwelt* übersetzt (Foucault, Michel: »Introduction par Michel Foucault«. In: ders. (Hg., 1977): *Dits et Écrits*. Paris, Gallimard, S. 429-442. Hier: S. 440; Foucault, Michel: »Vorwort von Michel Foucault [1978]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 551-568. Hier: S. 564). Diesen Text als Beleg für die Bedeutung Uexkülls und insbesondere seiner Unterschei-

Foucault in Anschlag bringt, mit dem beschriebenen Objekt – den Sicherheitstechnologien der Umgebungskontrolle – konvergiert. Die Konsequenzen dieser Beobachtung werden am Ende des dritten Kapitels aufgegriffen, wenn die Übertragbarkeit von Foucaults Konzept auf die Ökologie der Resilienz zur Probe steht.

2.4 Vom *milieu* zum *environnement*

Auf den in den 1960er Jahren ins Französische zur Bezeichnung einer zu schützenden natürlichen Umwelt rückübersetzten Begriff[75] *environnement* kommt Foucault lediglich am Ende der zehnten Vorlesung von *Die Geburt der Biopolitik* vom 21. März 1979 zu sprechen, und dort insbesondere am Ende von sechs Blättern mit Notizen, die in der Vorlesung aus Zeitgründen nicht vorgetragen wurden. In diesen Notizen ist von der »Regelung von Umwelteffekten« (»la régulation des effets environmementaux«) sowie der »Autonomie von Umgebungsräumen« (»l'autonomie de ces espaces environnementaux«) die Rede.[76] Um sie zu erfassen, führt Foucault den Begriff der *Environmentalität* (*environnementalité*) ein. Dieser wird aber nicht erklärt oder auf die Ausführungen über den Begriff *milieu* bezogen, die Foucault ein Jahr zuvor beschäftigten und die er in der anschließenden Vorlesungssitzung vom 28. März 1979 aufnimmt. Dort macht Foucault deutlich, dass Freiheit und

dung in *Umwelt* und Umgebung für Canguilhem zu postulieren – Uexküll wird von Foucault nicht erwähnt –, wie es Andreas Womelsdorf nahelegt, ist daher problematisch (Womelsdorf, Andreas: »Maschine - Organismus - Gesellschaft? Bemerkungen zum Problem von ›Regulation‹ und ›Selbstregulation‹ mit Georges Canguilhem«. In: *Journal of Self-Regulation and Regulation* 3 (2017), S. 109-126. Hier: S. 115).

75 Vgl. Charvolin, Florian: »1970. L'année clef pour la définition de l'environnement en France«. In: *La Revue pour l'histoire du CNRS* 4 (2001).

76 Foucault, Michel (2009): *Die Geburt der Biopolitik. Geschichte der Gouvernementalität II. Vorlesung am Collège de France 1978 - 1979*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 361; Foucault, Michel (2004): *Naissance de la biopolitique. Cours au Collège de France (1978-1979)*. Paris, Gallimard. S. 266. Dass in der deutschen Ausgabe der französische Begriff innerhalb weniger Zeilen auf unterschiedliche Weise ins Deutsche übersetzt wird, führt die Problematik eindrücklich vor. In der deutschen Übersetzung wird an dieser Stelle *environnement* changierend mit Umgebung und *Umwelt* übersetzt. In der englischen Übersetzung wird *environnementalité* mit *environmentalism* (oder in der deutschen Übersetzung *Environmentalität*) übersetzt, was, wie Jennifer Gabrys betont, dazu führt, dass sich in der englischen Übersetzung der Fokus auf die Gouvernementalität verliert. Foucault geht es nicht um Umweltschutz (vgl. Foucault, Michel (2008): *The Birth of Biopolitics. Lectures at the Collège de France, 1978-1979*. New York, Palgrave Macmillan. S. 261 sowie Gabrys, Jennifer (2016): *Program Earth. Environmental Sensing Technology and the Making of a Computational Planet*. Minneapolis, University of Minnesota Press. S. 191; zu einer von Foucault inspirierten Perspektive auf *environmentality* als Gouvernementalität, die »eco-knowledge und »geo-power« als Macht-Wissens-Komplex beschreibt, vgl. Luke: »On Environmentality«).

Regierbarkeit durch die Modifikation des *milieus* Hand in Hand gehen: »Der Homo oeconomicus ist der Mensch, der in eminenter Weise regierbar ist. Von einem unberührbaren Partner des Laissez-faire ausgehend, erscheint der Homo oeconomicus nun als das Korrelat einer Gouvernementalität, die auf die Umgebung Einfluß nehmen und systematisch die Variablen dieser Umgebung verändern wird.«[77] Foucault beschreibt in diesen Passagen eine Veränderung der Figur des *homo oeconomicus* vom klassischen Liberalismus hin zum Neoliberalismus, in deren Konsequenz der Mensch auf neue Weise durch sein *milieu* regierbar wird.[78] Die Ökonomie – und nicht die Ökologie – kann so als Wissenschaft von der Modifikation von Umgebungen erscheinen, weil sie nicht direkt das Verhalten von Menschen zu steuern versucht, sondern unter ihrer Herrschaft das Subjekt seine Freiheit behält, aber die Spielregeln verändert werden: »Das rationale Verhalten ist jedes Verhalten, das sensibel auf Veränderungen in den Umgebungsvariablen reagiert und das auf nicht-zufällige, also systematische Weise darauf reagiert. Die Ökonomie kann also als die Wissenschaft der Systematizität von Reaktionen auf die Variablen der Umgebung charakterisiert werden.«[79] Im Neoliberalismus werden dem Subjekt keine Entscheidungen abgenommen. Dem Subjekt steht stattdessen die Freiheit offen,

77 Foucault (2009): *Die Geburt der Biopolitik*. S. 372. Im Original: »De partenaire intangible du laissez-faire, l'homo oeconomicus apparaît maintenant comme le corrélatif d'une gouvernementalité qui va agir sur le milieu et modifier systématiquement les variables du milieu.« Foucault (2004): *Naissance de la biopolitique*. S. 274.

78 Zwar geht Foucault nicht auf Herbert Simons Arbeiten zum Konzept der ›rational choice‹ ein, doch dort ist die rationale Entscheidung eines Organismus stets von seiner Abhängigkeit vom *environment* bedingt: »Hence, we might hope to discover, by a careful examination of some of the fundamental structural characteristics of the environment, some further clues as to the nature of the approximating mechanisms used in decision making.« (Simon, Herbert A.: »Rational Choice and the Structure of the Environment«. In: *Psychological Review* 63/2 (1956), S. 129-138. Hier: S. 130) Entsprechend wäre es sinnvoll, an anderer Stelle die Epistemologien des Umgebens herauszuarbeiten, die dem Neoliberalismus zugrundeliegen.

79 Foucault (2009): *Die Geburt der Biopolitik*. S. 370. Im Original: »La conduite rationnelle, c'est toute conduite qui est sensible à des modifications dans les variables du milieu et qui y répond de façon non aléatoire, de façon donc systématique, et l'économie va donc pouvoir se défmir comme la science de la systématicité des réponses aux variables du milieu.« (Foucault (2004): *Naissance de la biopolitique*. S. 273) Ferhat Taylan hat Foucaults Überlegungen fortgesetzt und analysiert, wie im deutschen Ordoliberalismus der 1950er Jahre mit einem soziologischen Konzept des Menschen und im amerikanischen Behaviorismus der 1960er Jahre mit einem psychologischen Konzept des Menschen versucht wird, durch Umgebungen soziale Macht auszuüben. Dies soll gelingen, indem die Entscheidungsfähigkeit der jeweiligen Subjekte indirekt beeinflusst wird – laut Taylan als ›actio in distans‹ durch das milieu, so wie bei Newton Kräfte über Distanzen hinweg durch ein Medium vermittelt werden. Taylan geht in seiner Studie jedoch nicht darauf ein, dass Foucault im französischen Original an den zitierten Stellen häufig von *environnement* und nicht von *milieu* spricht (vgl. Taylan, Ferhat: »Environmental Interventionism. A Neoliberal Strategy«. In: *Raisons politiques* 52/4 (2013), S. 77-87).

seine eigenen Entscheidungen zu treffen, doch das Feld möglicher Entscheidungen wird von vornherein begrenzt. Eben dies meint Foucault in der Sitzung vom 21. März 1979 mit einer »Intervention […], die die Individuen nicht innerlich unterwerfen würde, sondern sich auf ihre Umwelt bezöge [une intervention de type environnemental].«[80] Lediglich an dieser Stelle, an der es um die Intervention und technische Gestaltung von Umgebungen zur Kontrolle von Individuen im amerikanischen Liberalismus geht, verwendet Foucault den Begriff *environnement*. Dort, wo Foucault am 28. März 1979 über den *homo oeconomicus* und den Neoliberalismus spricht, verwendet er ausschließlich den Begriff *milieu*. Dennoch wird im Kontext der anschließenden Vorlesungssitzungen deutlich, dass Umgebungen an dieser Stelle nicht ökologisch, sondern ökonomisch gedacht werden.

Angesichts der Knappheit dieser Skizze der *environnementalité* ist es bemerkenswert, dass Brian Massumi eine ganze Theorie der *environmentality* bis hin zu einer »ecology of powers«, wie es im Titel seines Aufsatzes heißt, auf diese wenigen Worte stützt, anstatt sich auf Foucaults zwar immer noch knappe, aber doch tragfähigere Ausführungen zu *milieu* zu berufen. Von Ökologie ist bei Foucault schlicht keine Rede. Statt wie in Massumis Ausgangszitat, in dem Foucault *environmentalism* als »governmentality which will act on the environment and systematically modify it«[81] definiert, ist im französischen Original von einer »gouvernementalité qui va agir sur le milieu et modifier systématiquement les variables du milieu«[82] die Rede. Aufgrund der Quellenlage – den Begriff *environnementalité* verwendet Foucault lediglich ein einziges Mal[83] – ist fraglich, ob Foucaults Überlegungen, wie Massumi insinuiert, in Richtung einer Verquickung von globaler Sicherheitspolitik (Terrorismusbekämpfung) und Umweltschutz ausgelegt werden können.[84] Die

80 Foucault (2009): *Die Geburt der Biopolitik*. S. 359; Foucault (2004): *Naissance de la biopolitique*. S. 265.

81 Foucault (2008): *The Birth of Biopolitics*. S. 271.

82 Foucault (2004): *Naissance de la biopolitique*. S. 274.

83 Ebd., S. 266.

84 Vgl. Massumi: »National Enterprise Emergency«. Erich Hörl hat an Massumi anschließend Foucaults Begriff der *environnementalité* in ein Umweltlich-Werden im Rahmen einer generellen Ökologie überführt (vgl. Hörl: »Die environmentalitäre Situation«). Jennifer Gabrys hat demgegenüber vorgeschlagen, Foucaults Konzept der *environnemenentalité* stärker von den in ihm angelegten Subjektivierungsprozessen her zu lesen. In diesem Sinne beschreibt sie, wie »environmental technologies as spatial modes of governance might alter material-political distributions of power and possible modes of subjectification.« (Gabrys: »Programming Environments«. S. 32.) Sie zeigt, wie Regierungspraktiken durch die computerbasierte Steuerung von Umgebungsfaktoren in sogenannten Smart Cities operieren, setzt allerdings *milieu* mit *environment* gleich. »Environmentality does not require the creation of normative subjects, as Foucault suggests, since the environmental citizen is not governed as a distinct figure; rather, environmentality is an extension of the actions and forces – automaticity and responsiveness – embedded and performed within environments.« (ebd., S. 34.)

von Massumi beschriebene *ontopower*, die Macht, durch *environmentality* die Bedingungen des Lebens zu erfassen und sie als *environment* zu modifizieren, ist von Foucault zumindest in Hinblick auf die Ökologie nicht in der von Massumi suggerierten Eindeutigkeit gemeint. Zwar spricht Foucault von »une intervention de type environnemental«[85], welche die Unterdrückung von Individuen ersetze. Was damit gemeint ist, bleibt jedoch aufgrund der Knappheit der Skizze ebenso unklar wie der Begriff »technologie environnementale«[86]. Offen bleibt etwa, warum Foucault den Neologismus *environnementalité* verwendet und den aus dem Englischen re-importierten Begriff benutzt; offen bleibt ebenfalls, wie Foucault das mit diesem Re-Import verbundene Verhältnis der *environnementalité* zum *environmentalism* konzipiert (falls es überhaupt eine Rolle spielt); offen bleibt schließlich auch, welche Technologien – bei Foucault ein überaus mehrdeutiger Begriff[87] – hier gemeint sind. Zu all dem sagt Foucault nichts und nimmt den Gedanken oder den Begriff später auch nie wieder auf. Foucaults Anmerkungen sind keine Analyse, sondern allenfalls terminologische Präliminarien.

Foucaults Überlegungen zur Gouvernementalitätstechnik der Umgebungsmodifikation bleiben eine Fußnote und werden, trotz einer entsprechenden Ankündigung in der zehnten Vorlesung von *Geburt der Biopolitik*, nicht weiter ausgeführt. Während es philologisch überaus problematisch ist, diese Stelle als Beleg für eine auf Foucault aufbauende Kritik der *environmentality* anzuführen, wie es Massumi tut, können die Passagen aus den vorangegangenen Vorlesungen durchaus zu einer solchen Grundlage dienen. Voraussetzung ist dabei, die Quellenlage zu berücksichtigen und die Passagen entsprechend zu kontextualisieren.[88]

Einen solchen Vorschlag hat Maria Muhle in ihren Studien zum Lebensbegriff bei Foucault vorgestellt und argumentiert, dass dieser sich Canguilhems normativen Begriff des *milieus* aneignet, um eine indirekte Form der Regierung durch Räume und Dinge zu beschreiben: »Denn im Raum, in seinem Milieu, scheint der Mensch sich zunächst einmal ›frei‹ zu bewegen, wie Canguilhem es für das Lebendige im Allgemeinen herausgestellt hat, insofern er immer aufs Neue *sein* Milieu

85 Foucault (2004): *Naissance de la biopolitique*. S. 265.

86 Ebd., übersetzt als ›Umwelttechnologie‹: Foucault (2009): *Die Geburt der Biopolitik*. S. 359. Da Foucault den häufig verwendeten Begriff Technologie in den Vorlesungen nicht auf konkrete Technologien oder Gerätschaften bezieht, kann diese Stelle nicht zur Grundlage einer Analyse von *environmental technologies* verwendet werden, wenn es um mehr gehen soll als um Assoziationen.

87 Lediglich in einem Interview mit Paul Rabinow erklärt Foucault, dass seine Verwendung des Begriffs Technologie an die griechische *technē* angelehnt sei, einer »von bewussten Zielen geleiteten praktischen Rationalität«. (Foucault, Michel/Rabinow, Paul: »Raum, Wissen und Macht [1982]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 4*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 324-341. Hier: S. 340.) In diesem Sinne versteht Foucault auch Erziehung, Architektur oder Regierung als Technologien.

88 Für eine solche alternative, den Quellen gerecht werdende Lesart vgl. den bereits erwähnten Ansatz von Ferhat Taylan: Taylan: »Environmental Interventionism«.

erschafft. Nur dann ist er normal, d.h. normativ. Zugleich scheint es die milieutheoretische Tücke der Gouvernementalität zu sein, dass sie gerade diese ›positive‹, weil lebendige Dynamik zwischen Mensch und Milieu in die künstlichen Techniken der Macht übersetzt, dass also jene Milieus, in denen die gouvernementalen Regierungsformen sich entfalten, von diesen zunächst einmal entworfen wurden – das Regierungsmilieu würde folglich ganz im Sinne dessen funktionieren, was Canguilhem (im Anschluss an Kurt Goldstein) als Laborsituation des Lebendigen bezeichnet hatte: eine Situation also, in der das Leben sich nur anscheinend produktiv verhalten kann, in dem folglich eine pathologische Beziehung zwischen dem Lebendigen und seinem Milieu herrscht.«[89] Mit Canguilhem unterstreicht Muhle, dass Organismen nicht einfach von ihrem *milieu* determiniert werden, sondern dieses durch die Prozesse ihres Lebens formen. In diesem Sinn operiere auch die Gouvernementalität nicht als normative Kraft von außen, sondern durch die Regulation der Normen des Lebendigen durch das Lebendige. Die biopolitische Gestaltung von *milieux* bedeutet Muhles Darstellung zufolge keinen Eingriff von außen, sondern einen Eingriff in die reziproke und ko-evolutive Abhängigkeit, weil das Lebendige etwas zu seinem *milieu* macht, indem es in ihm seine Normalität lebt. Eine strikte, disziplinäre Kontrolle würde sich nicht auf das *milieu*, sondern auf Organismen richten. Eine Bevölkerung kann jedoch nur auf diesem indirekten Weg regiert werden. Im Hintergrund dieser Konzeption steht, wie Muhle betont, ein Lebensbegriff, der die Unvorhersagbarkeit des Lebendigen (im Sinne von Canguilhems Vitalismus) und damit die Annahme einer Regulation des *milieus* als Umgang mit und Minimierung von Kontingenz durch Regulation denkbar macht.

Foucault in diesem Kontext mit Canguilhem zu lesen, bedeutet, die von ersterem angelegte Konvergenz von Beschreibungssprache und beschriebenem Objekt aufzutrennen, denn mit Canguilhem wird einerseits die Geschichte sowohl von Beschreibungssprache als auch von beschriebenem Objekt deutlicher. Andererseits kann mit dieser Historisierung die Dominanz des kybernetischen Umgebungsdenkens im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts, an dessen Ende Foucaults Überlegungen stehen, in den Mittelpunkt gerückt werden. Canguilhem mit Foucault zu lesen bedeutet, die zu diesem Moment führende Geschichte des *milieu*-Konzepts, an der Canguilhem vor allem die potentielle Offenheit des Organismus für seine Reorganisation in Abhängigkeit vom *milieu* interessiert, als eine Geschichte von Regierungstechnologien der Umgebungsmodifikation zu begreifen. Eine solche gemeinsame Lektüre kann der Ausgangspunkt einer Kritik dieser Regierungsmacht der Umgebungskontrolle sein, die in der Mitte des 20. Jahrhunderts neue Formen, Technologien und Verfahrensweisen ausbildet.

Die folgenden Kapitel orientieren sich auf unterschiedliche Weise an dieser Vorgabe und greifen die bisher gestellten Fragen immer wieder auf. So steht am

89 Balke/Muhle: »Einführung«. S. 22.

Ende des dritten Kapitels ein Ausblick auf eine erneute Transformation des Sicherheitsdispositivs hin zur Resilienz dynamischer Systeme, ein Konzept, das in der Ökologie wurzelt und zur Signatur der Gegenwart geworden ist. Das vierte Kapitel verfolgt, wie in unterschiedlichen Kontexten Stadtplanung als Form der Regierung begriffen wird. Am Ende des fünften Kapitels steht die um 1970 hervortretende Verquickung neoliberaler Politik mit Umweltschutz sowie *environmental design*, in deren Rahmen die Kontrolle von Zirkulationen als biopolitisches Instrumentarium reflektiert wird. Das sechste Kapitel schließlich nimmt Epistemologien des Umgebens zwischen Innen- und Außenverhältnissen in den Blick und beschreibt Versuche der Konstruktion geschlossener Systeme als Bemühungen um einen Ausschluss des Unnormierten.

3 Wissenschaften des *environments*

Das Substantiv *environment* geht Mitte des 19. Jahrhunderts in den allgemeinen Sprachgebrauch des Englischen ein. Ins Deutsche ist das Wort kaum treffend zu übersetzen, weshalb es zunehmend auf Englisch weiterverwendet wird. Die *Encyclopaedia Britannica* von 2016 definiert *environment* als »the complex of physical, chemical, and biotic factors that act upon an organism or an ecological community and ultimately determine its form and survival.«[1] Diese Definition, so korrekt sie für die Ökologie sein mag, kann der momentanen Verbreitung kaum mehr gerecht werden, will man die Verwendung des Begriffs auf anderen Feldern nicht als defizitäre Ableitung eines wissenschaftlichen Konzepts abwerten. Um zu verstehen, wie diese Ausweitung abläuft und worauf sie reagiert, ist ein Blick auf die Evolutionsbiologie der Mitte des 19. Jahrhunderts nötig, in welcher der Begriff geprägt wird. Von dort aus wandert er in die um die Jahrhundertwende entstehende Ökologie sowie die Physiologie ein, deren Geschichte als Umgebungswissenschaft im Mittelpunkt dieses Kapitels steht.

Der Begriff kann etymologisch vom französischen Verb *environner* hergeleitet werden, was so viel wie *umgeben*, *umschließen* oder *um etwas herum sein* bedeutet. *Environment* bezeichnet im Englischen den Ort, der durch den Vorgang des Umschließens (*environ*) hervorgebracht wird. Das altfranzösische *viron* meint *Kreis*, *virer* heißt *drehen* oder *wenden*. Doch ist *environment*, wie sich herausstellen wird, in seiner entscheidenden evolutionstheoretischen und dann ökologischen Prägung keinesfalls eine Übersetzung des französischen Worts *environ*, sondern eine Neuschöpfung zur Übersetzung von *milieu*. Zwar ist der englische Begriff *environ*, wie Vin Nardizzi ausführlich dargestellt hat[2], bereits seit dem 16. Jahrhundert in Verwendung, doch die Übersetzung von *milieu* mit *environment* deutet die Korrespondenz von Umgebungskonzepten zwischen unterschiedlichen wissenschaftlichen Kontexten seit der Mitte des 19. Jahrhunderts an. Aus dem Englischen wandert der

1 Encyclopaedia Britannica (2016): *Environment*, http://www.britannica.com/science/environment, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

2 Vgl. Nardizzi, Vin: »Environ«. In: Cohen, Jeffrey Jerome/Duckert, Lowell (Hg., 2017): *Veer Ecology. A Companion for Environmental Thinking*. Minneapolis, University of Minnesota Press, S. 279-294.

Begriff als *environnement* schließlich in den 1960er Jahren wieder zurück ins Französische und wird seitdem parallel mit *milieu* (sowie mit *Umwelt* im Deutschen) gebraucht.[3] Dass *milieu* und *environnement* im Französischen seitdem parallel verwendet werden, deutet bereits auf ihre gegenseitige Unübersetzbarkeit hin.

Trotz ihrer Korrespondenzen darf *environment* aber nicht einfach mit *milieu* und *Umwelt* gleichgesetzt werden – zu groß ist das Risiko, die feinen, aber bedeutenden Unterschiede, deren Herausarbeitung die Grundlage der folgenden Argumentation bildet, zu verwischen. Eine gegenseitige Übersetzung der drei Begriffe sollte angesichts ihrer je eigenen historischen Semantik äußerst behutsam vorgehen und sie keinesfalls austauschbar machen.[4] Zunächst wird der Begriff *environment* sehr inkonsistent eingesetzt, wofür einige prägnante Beispiele ausreichen sollen. 1603 verwendet der Dichter Philemon Holland, wie Jennifer Daryl Slack gezeigt hat, das Wort auf Englisch im Sinne von *circumstances*: »I wot [sic] not what circumflexes and environments.«[5] James Sedgwick benutzt es 1725 in seiner Abhandlung *A new treatise on liquors: wherein the use and abuse of wine, malt-drinks, water, &c. are particularly consider'd, in many diseases, constitutions, and ages* zur Bezeichnung der Interdependenz organischer Funktionen: »If we examine into Anatomy, we shall find a perfect Environment of Glands and Emunctories all around the Neck, both internally and externally, which attract and drain off the imperfect and excretory juices.«[6] Das 1727 erschienene *Universal Etymological English Dictionary* von Nathan

3 Wie Fritz Hermanns vermutet, ist die Signalwirkung von *milieu* zu dieser Zeit nicht mehr ausreichend, weshalb im Kontext der politischen Debatten der 1960er Jahre auf die Rückübersetzung von *environment* zurückgegriffen wird (vgl. Hermanns, Fritz: »›Umwelt‹. Zur historischen Semantik eines deontischen Wortes«. In: Busse, Dietrich (Hg., 1991): *Diachrone Semantik und Pragmatik*. Tübingen, Niemeyer, S. 235-258. Hier: S. 250. Zur Rückübersetzung ins Französische im Zuge der Umweltschutzbewegungen vgl. auch Charvolin: »1970«.

4 Die hier angedeuteten Transfers zwischen *milieu*, *environment* und *Umwelt* hat Jui-Pi Chien in linguistischer Hinsicht untersucht (vgl. Chien, Jui-Pi: »Umwelt, Milieu(x), and Environment. A Survey of Cross-Cultural Concept Mutations«. In: *Semiotica* 167/1 (2007), S. 65-89). In eine ähnliche Richtung argumentiert 1950 der Vorkriegs-Rassenkundler Wilhelm Emil Mühlmann in einer begriffsgeschichtlichen Einordnung der gängigen Umgebungskonzepte mit dem Titel »Das Problem der Umwelt beim Menschen«. Mühlmann zeigt, streng dem Lebensraum-Ökologen Karl Friederichs folgend, jedoch ohne jeglichen Bezug auf Heidegger, aber dessen Fragen aufnehmend, dass der Mensch dadurch ausgezeichnet sei, gegebene Umwelten überschreiten zu können (vgl. Mühlmann, Walter Emil: »Das Problem der Umwelt beim Menschen«. In: *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 44/1/2 (1952), S. 153-181).

5 Zitiert nach Slack, Jennifer Daryl: »Environment, Ecology«. In: Bennett, Tony/Grossberg, Lawrence/Morris, Meaghan et al. (Hg., 2005): *New Keywords. A Revised Vocabulary of Culture and Society*. Malden, Blackwell. Hier: S. 106.

6 Sedgwick, James (1725): *A New Treatise on Liquors: Wherein the Use and Abuse of Wine, Malt-Drinks, Water, &c. are Particularly Consider'd, in many Diseases, Constitutions, and Ages*. London, Rivington. S. 345.

Bailey bestimmt *environment* als »an encompassing round«[7], doch eine über diese ad-hoc-Bildungen hinausgehende Verwendung ist zu dieser Zeit selten. Erst der Schriftsteller Thomas Carlyle, der sich gegen die maschinelle Industrialisierung wendet und Einfluss auf Patrick Geddes sowie spätere antiindustrielle Bewegungen des *environmentalism* ausübt, nutzt das Wort 1828 in einer Auseinandersetzung mit Goethe: »an environment of circumstances«.[8] Wie Leo Spitzer festgestellt hat, handelt es sich bei diesem Zitat um eine direkte Übersetzung von Goethes Worten »bei solcher Umgebung«[9]. Später bezieht sich Carlyle damit auch auf die landschaftliche Umgebung.

Doch bleibt der Begriff, über dessen Etablierung zunächst ein kurzer Abriss gegeben werden soll, zunächst überaus selten. Erst als sich die Biologie im 19. Jahrhundert aus den im 18. Jahrhundert konkurrierenden Wissenschaften von der Botanik bis zur Zoologie herausbildet, indem sie einen eigenen Begriff des Lebens erarbeitet und Konzepte der Umgebung zur Erklärung des Einflusses äußerer Faktoren auf die Entwicklung von Lebewesen zu entwickeln beginnt, wird die Grundlage für die Entfaltung der Bedeutung des Begriffs *environment* gelegt. Angesichts des Einflusses solcher Umgebungskonzepte ist es sicherlich nicht übertrieben, ihnen einen wesentlichen Beitrag zur Konstitution der Biologie am Ende des 19. Jahrhunderts zuzuschreiben. Der Bezug der Entwicklung des Inneren eines Organismus auf die Prozesse der äußeren Umgebung ist ein Bruch mit den bisherigen Erklärungsmodellen. Daher ist es problematisch, den Begriff in die Vergangenheit zu verlagern und eine Auseinandersetzung mit dem *environment* vor dem 19. Jahrhundert zu suchen, weil die Relationalität seiner dyadischen Verbindung zum Umgebenen erst zu dieser Zeit geprägt wird. Den Begriff begleitet, wie sich zeigen wird, eine spezifische Rationalität und Regierbarkeit des Umgebens, die an den im 19. Jahrhundert verhandelten Problemkomplex der Evolutionstheorie gebunden ist. In Clarence Glackens Ideengeschichte der Trennung von Natur und Kultur, die zeigt, wie Menschen seit jeher ihre Umgebung angepasst haben, in Richard Groves *Green Imperialism* sowie in Carolyn Merchants *Ecological Revolutions*, drei Standardwerken der Geschichte menschlicher Eingriffe in natürliche Umgebungen, wird der Begriff *environment* hingegen bis in die Antike projiziert.[10] Alle drei AutorInnen setzen eine

7 Bailey, Nathan (1727): *Universal Etymological English Dictionary*. London, Cox. Keine Paginierung.

8 Zitiert nach Spitzer: »Milieu and Ambiance«. S. 232.

9 Vgl. ebd., S. 204.

10 Vgl. Glacken, Clarence J. (1967): *Traces on the Rhodian Shore. Nature and Culture in Western Thought from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century*. Berkeley, University of California Press; Grove, Richard H. (1995): *Green Imperialism. Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860*. Cambridge, Cambridge University Press; Merchant, Carolyn (1989): *Ecological Revolutions. Nature, Gender, and Science in New England*. Chapel Hill, University of North Carolina Press. Ein deutschsprachiges Beispiel ist Mayer-Tasch, Peter Cornelius (Hg., 1991): *Natur denken. Eine Genealogie der ökologischen Idee*. Frankfurt/Main, Fischer. Ebenso wie Ca-

Kontinuität der Begriffe voraus, wo ihre epistemologischen Brüche entscheidend sind, denn während es durchaus antike Umgebungskonzepte gibt, ist *periechon* keinesfalls ein Begriff für das, was später Natur genannt wird. Eine solche Projektion ist insofern irreführend, als die Verschiebungen der Grenze von Natur und Kultur, mit deren Versprechungen der Begriff aufgeladen wird, unter anderem Ergebnis der Evolutionstheorie des 19. Jahrhunderts und der Entstehung der Ökologie sind. Sie markieren einen Bruch mit vorherigen Erklärungen. In den Lebenswissenschaften vor dem 19. Jahrhundert wäre der Begriff *environment* mit all seinen Konnotationen schlicht nicht anwendbar und das Feld der Ökologie nicht denkbar gewesen.[11]

3.1 Umgebungen der Evolutionstheorie

Eine zentrale Rolle nimmt der englische Begriff *environment* erst in der Herausbildung der Evolutionstheorie, ihrer im 19. Jahrhundert beherrschenden Frage nach der Wandlung von Organismen, ihrer aktiven Anpassung an bzw. ihrer passiven Anpassung durch die Umgebung, und in diesem Kontext vor allem bei Herbert

rolyn Merchants Arbeiten sind auch Donald Worsters umfangreiche Studien zur Geschichte der Ökologie, die in den 1990er Jahren das Feld der *environmental history* mitbegründen, stets als Stellungnahmen für den Holismus zu lesen und historiographisch in ihrer Selektivität problematisch. Worster kritisiert den »environmental relativism« (Worster (1977): *Nature's Economy*. S. 242) und im gleichen Zug alle Formen postmodernen, konstruktivistischen wie dekonstruktiven Denkens als Triebfeder einer Entfremdung von der Natur, die im Gewand des *environments* als unhintergehbare Ressource hinter seiner Argumentation steht. Für Worster sind Tansley und Odum Protagonisten einer mechanistischen, auf Kontrolle ausgerichteten Ökologie, die Natur durch steuerbare Systeme ersetzt und ein ethisches, and Harmonie orientiertes Gleichgewicht braucht. Analog schreibt Merchant in *The Death of Nature*: »The most important example of holism today is provided by the science of ecology.« (Merchant, Carolyn (1980): *The Death of Nature. Women, Ecology, and the Scientific Revolution*. San Francisco, Harper & Row. S. 29) Merchant greift in ihrem Buch auf den Rassenideologen Smuts zurück, ohne dessen Thesen zu kontextualisieren und weist zugleich Tansleys Ökosystem-Konzept zurück, weil es als reduktionistisches Modell technokratisch sei (ebd., S. 252). Als Aufgabe der Ökologie wird von Merchant wie von Worster die Wiederherstellung eines natürlichen Gleichgewichts von Mensch und Natur propagiert, wobei beide die Historizität westlicher Naturvorstellungen unterstreichen. Aufgrund dieser von John Bellamy Foster und Brett Clark herausgearbeiteten Problematik soll auf diese Schriften im Folgenden nur am Rande zurückgegriffen werden (vgl. Bellamy Foster, John/Clark, Brett: »The Sociology of Ecology«. In: *Organization & Environment* 21/3 (2008), S. 311-352. Hier: S. 342f.).

11 Die Bedingungen dieses Wandels liegen unter anderem in der von Tobias Cheung ausführlich geschilderten Neukonzeption von Organismen im 19. Jahrhundert (vgl. Cheung (2014): *Organismen*).

Spencer ein. In Charles Darwins *On the Origin of Species* von 1859 taucht der Begriff ebenso wenig auf wie in Thomas Henry Huxleys einflussreichem Aufsatz »The Struggle for Existence« von 1888.[12] Beide Werke werden noch eine Rolle spielen. Stattdessen ist dort von *circumstances* oder *conditions* die Rede, wenn die äußeren Existenzbedingungen von Organismen in Abgrenzung von ihren Habitaten und Lebensräumen thematisiert werden. Wichtiger als das Verhältnis zur Umgebung ist hingegen die Konkurrenz zwischen Lebewesen. In Spencers *The Principles of Psychology*, einem Werk von 1855 über menschliche Wahrnehmung und das Verhältnis lebendiger Wesen zur Außenwelt, gelangt der Begriff in seine maßgebliche Stellung in der Dyade von Organismus und *environment*, wird aber erst später auf das Feld der Evolutionsbiologie erweitert. Für Spencer gibt es kein *environment* ohne Organismus und keinen Organismus ohne *environment*. Fast 200 Nennungen des Begriffs lassen sich in Spencers Buch aufzählen, besonders prominent im Kapitel über »The Correspondence between Life and its Circumstances«. In *The Principles of Biology* von 1864 entwickelt Spencer gut zehn Jahre später mit dem Begriff Darwins Thesen weiter.[13] Der Singular von *environment* ersetzt, wenn auch noch nicht in den Überschriften, den im Plural verwendeten Begriff *circumstances*, wird aber synonym gebraucht und fasst eine Vielheit von Faktoren in einem Singular.

Um zu verstehen, wie der Begriff in diese Stellung gelangen konnte, ist ein Blick auf die französischen Theorien des *milieus* notwendig, welche die englische Evolutionsbiologie prägen, von denen sie sich aber auch absetzt. Für Jean-Baptiste Lamarck, dessen Theorie der Veränderung von Arten durch die Vererbung erworbener Eigenschaften trotz ihrer intentionalistischen Motive als frühe Evolutionstheorie angesehen werden kann, bildet ein Lebewesen seine Umgebung anhand seiner Bedürfnisse, indem es lebt. Zu Beginn des Jahrhunderts fallen für Lamarck, der stark von Georges-Louis Leclerc de Buffons Naturgeschichte beeinflusst ist, unter *circonstances* oder *influences* Faktoren wie Klima, Lebensraum und Temperatur, an die sich Organismen aktiv anpassen. Es gibt demnach keine originäre Harmonie zwischen Organismen und ihren Umgebungen. 1801 fasst er unter diese »[…] l'influence des climats, des variations de température de l'atmosphère et de tous les milieux environnans [sic], de la diversité des lieux, de celle des habitudes, des mouvemens, des actions, enfin de celle des moyens de vivre, de se conserver, se défendre, se multiplier, &c. &c.«[14] Mit *milieux* – fast ausschließlich im Plural und gelegentlich mit dem Adjektiv *environnans* bzw. *environnant* versehen – bezeichnet

12 Vgl. Darwin, Charles (1859): *On the Origin of Species*. London, Murray sowie Huxley, Thomas Henry: »The Struggle for Existence in Human Society«. In: *The Nineteenth Century* 23 (1888), S. 195-236.

13 Vgl. Spencer, Herbert (1864): *The Principles of Biology*. *Volume 1*. New York, Appleton.

14 Lamarck, Jean Baptiste de (1801): *Système des animaux sans vertèbres*. Paris, Deterville. S. 13. Lamarck verwendet ausschließlich die mittelfranzösische grammatikalische Form *environnans*, während heute *envirnonant* die korrekte Verwendung wäre. Ich danke Antoine Prévost-Balga für diesen Hinweis.

Lamarck in *Système des animaux sans vertèbres* sowie einige Jahre später in *Philosophie Zoologique* basale Umgebungsfaktoren wie Wasser oder Luft.[15] Sie bilden noch keine Gesamtheit, sondern eine Vielzahl heterogener Faktoren. *Milieux* sind, wie Jui-Pi Chien ausgeführt hat, in diesem Kontext den *circonstances* untergeordnet.[16] Dennoch unterstreicht Lamarck, dass Organismen nur überleben können, weil sie mit äußeren Einflüssen in Beziehung stehen.

Die Korrespondenz zwischen *milieu* und *environment* findet in enger Verbindung zum Begriff *medium* statt.[17] Der Begriff *milieu* wird, so Georges Canguilhem, im 19. Jahrhundert aus der physikalischen Mechanik vor allem Isaac Newtons mittels der durch Émilie du Chatelet und Denis Diderot besorgten Übersetzung des englischen bzw. lateinischen (sowie deutschen) *medium* in das französische *milieux* – als Kompositum *mi-lieu*, der Ort in der Mitte – in die Biologie übernommen und dient zur Kennzeichnung eines »reine[n] Beziehungssystem[s] ohne jegliche Verankerung«.[18] Newton benutzt um 1700 den Begriff *medium* (sowohl im Englischen als auch auf Latein), wenn er auf Übertragungs- beziehungsweise Zwischenmedien wie Luft, Glas, Äther oder Fluida zu sprechen kommt, um einer physikalisch äußerst problematischen *actio in distans* zu entgehen. Sie lauert dort, wo Wirkungen ohne vermittelnden Träger in die Ferne zu geschehen scheinen. Stattdessen führt

15 Vgl. ebenfalls Lamarck, Jean Baptiste de (1809): *Philosophie zoologique, ou, Exposition des considérations relative à l'histoire naturelle des animaux*. Paris, Dentu et L'Auteur. S. 312. Während Comtes *Cours de philosophie positive* bis heute nicht ins Deutsche übersetzt ist, lässt Ernst Haeckel, wie Peter Berz gezeigt hat, Lamarcks *Philosophie Zoologique* 1876 von Arnold Lang übersetzen, der *milieux* als *Medien* übersetzt. Diese Übersetzung sowie die Opposition zwischen Lamarck und Darwin, bei dem die Umgebung hinter das Verhältnis zwischen Lebewesen zurücktritt, hat Peter Berz aufgeschlüsselt: Berz, Peter: »Die Lebewesen und ihre Medien«. In: Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 23-50.

16 Vgl. Chien: »Umwelt, Milieu(x), and Environment«. S. 81.

17 Diese Geschichte ist bereits Gegenstand ausführlicher Studien, vgl. Seitter, Walter: »Vom Licht zum Äther. Der Einfluss der Medienphysik auf die Elementenlehre«. In: In: *Archiv für Mediengeschichte: Licht und Leitung* 2 (2002), S. 47-60; Hoffmann, Stefan (2002): *Geschichte des Medienbegriffs*. Hamburg, Meiner; Berz: »Die Lebewesen und ihre Medien«; Hagen, Wolfgang: »Metaxy. Eine historiosemantische Fußnote zum Medienbegriff«. In: Münker, Stefan/Roesler, Alexander (Hg., 2008): *Was ist ein Medium?* Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 13-29; Porath, Erik: »Begriffsgeschichte des Mediums oder Mediengeschichte von Begriffen? Methodologische Überlegungen«. In: Müller, Ernst (Hg., 2008): *Begriffsgeschichte der Naturwissenschaften. Zur historischen und kulturellen Dimension naturwissenschaftlicher Konzepte*. Berlin, De Gruyter, S. 253-274; Guillory, John: »Genesis of the Media Concept«. In: *Critical Inquiry* 36/2 (2010), S. 321-362.

18 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 243. Besonders deutlich wird dieses Verständnis in der Verwendung von *milieu* in *Mille Plateaux* von Gilles Deleuze und Félix Guattari (vgl. Deleuze, Gilles/Guattari, Félix (1980): *Mille plateaux*. Paris, Éditions de Minuit). Bezeichnenderweise heißt der in der Logik zentrale *Satz vom ausgeschlossenen Dritten* auf Französisch *Principe du milieu exclu*.

er Medien ein, die diese Wirkungen vermitteln und erklären sollen und zu denen neben Licht und Luft vor allem der Äther zählt.[19] In der Übersetzung durch *milieu* wird deutlich, dass diese Medien zugleich Umgebung und Mittler darstellen. Medium ist bei Newton das, was zwischen zwei aufeinander wirkenden Körpern liegt und diese Wirkung vermittelt.

Mit der Diskussion von *milieux* in der französischsprachigen Biologie tritt die Frage nach dem Verhältnis von Lebewesen und Umgebung zwischen aktiver Selbstgestaltung und passiver Anpassung ins Zentrum der Debatten.[20] Lamarck beginnt, Organismen als Effekte spezifischer Konstellationen ihrer Außenwelt und nicht allein als Ursachen anzusehen. Mit Blick auf die Begriffsgeschichte von *milieu* wird einerseits deutlich, wie sehr sich die Biologie der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts von den früheren Wissenschaften des Lebens und vor allem der Naturgeschichte entfernt hat. Andererseits schließt sie durch diesen Import an eine lange Auseinandersetzung mit Fragen der Kausalität und des Determinismus innerhalb der Physik an. Mit der Etablierung des Begriffs *milieux* – im Plural – in diesen avancierten evolutionsbiologischen Theorien, Hand in Hand mit *circumstances* und *conditions*, geht die Annahme einer intrinsischen Verbundenheit jener Vorgänge einher, die einen Organismus prägen und zur Vielfalt der Erscheinungsformen lebender Wesen führen. Kurzum lautet der neue Erklärungsansatz Lamarcks: die Erscheinungs- und Lebensformen von Lebewesen werden von ihren *milieux* bestimmt. Die Heterogenität der Faktoren wird in der Folge in einem Begriff zusammengefasst, der quer durch die beteiligten Wissensgebiete wandert, weil er diese Faktoren auf einen Nenner bringen und so das Problem auf theoretischer Ebene erschließen kann.

Wie so häufig in der verwinkelten Geschichte von Begriffen bringt eine Übersetzung den Stein ins Rollen. Herbert Spencer, einer der einflussreichsten Wissenschaftler seiner Zeit, heute wegen seiner problematischen Überlegungen zur Eugenik gemieden, operiert in seinen ersten Veröffentlichungen mit bewährten Begriffen. Nach der Lektüre der Comte-Übersetzung der Frauenrechtlerin Harriet Martineau aus dem Jahr 1853 führt er jedoch besagte wechselseitig verschränkte Dyade aus Organismus und *environment* ein.[21] Der Wissenschaftshistoriker Trevor

19 Vgl. die Beiträge in Kümmel-Schnur, Albert/Schröter, Jens (Hg., 2008): *Äther. Ein Medium der Moderne*. Bielefeld, transcript.

20 Zur gleichzeitigen Verhandlung der Kausalität natürlicher Ursachen auf die Gesellschaft im Viktorianischen England vgl. Den Otter, Sandra M. (1996): *British Idealism, and Social Explanation. A Study in late Victorian Thought*. Oxford, Clarendon Press.

21 Es wäre lohnenswert, einen näheren Blick auf die wissenspolitische Rolle von Übersetzerinnen wie Émilie du Chatelet und Harriet Martineau im 19. Jahrhundert zu werfen, die an den Rändern des Wissenschaftsbetriebs überaus folgenreiche Eingriffe vornehmen (vgl. Winter, Ursula: »Salon Akademie. Émilie Chatelet und der Transfer naturwissenschaftlicher und philosophischer Paradigmen innerhalb der europäischen Gelehrtenrepublik 18 Jahrhunderts«. In: Stedman, Ge-

Pearce hat anhand dieser Übersetzung nachgezeichnet, wie *environment* im 19. Jahrhundert eine Kette kausaler Faktoren innerhalb der Biologie zu ersetzen beginnt.[22] Auguste Comte, zu dieser Zeit außerordentlich prominent, beschreibt in seiner 40. Vorlesung im dritten Band seines *Cours de philosophie positive* 1830 die biologischen Wissenschaften als Grundlage einer kommenden Soziologie. Sein Lehrer Lamarck hatte ihn in diese großen Umbrüchen ausgesetzte Wissenschaft eingeführt. Comte formuliert als Aufgabe der Biologie eine allgemeine Untersuchung von *milieux*, die aber erst dann in Angriff genommen werden könne, wenn man sich von den äußeren *circonstances* ab und der Anpassung zwischen Lebewesen und ihrem *milieu correspondant* zuwenden würde – dem, was sie umgibt und mit ihrer Entwicklung korrespondiert.[23] Der Unterschied zwischen *circonstances* und *milieux* besteht vor allem in der räumlichen Kohärenz des letzteren sowie der damit einhergehenden Relationalität zum Organismus. Diese Korrespondenz zwischen Lebewesen und *milieu* stellt das Überleben durch ein Gleichgewicht sicher. Comte verwendet den Begriff im Singular und nicht mehr, wie Lamarck, im Plural für die Gesamtheit der Bedingungen, unter denen ein Organismus existiert. Er definiert *milieu* als »[…] l'ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque, nécessaires à l'existence de chaque organisme déterminé.«[24] Durch seine Stabilität bestimmt das *milieu* von außen das Innere des Organismus. Ihr Verhältnis ist durch die Abhängigkeit von Aktion und Reaktion strukturiert, was bedeutet, dass auch Veränderungen des Organismus korrespondierende Auswirkungen auf die Umgebung haben: »Car, d'après la loi universelle de l'équivalence nécessaire entre la réaction et l'action, le système ambiant ne saurait modifier l'organisme sans que celui-ci n'exerce à son tour sur lui une influence correspondante.«[25]

In der englischen Übersetzung dieses Textes, die Spencer vorliegt, wird *milieu*, Pearce zufolge, an einer zentralen Stelle und seiner ersten Nennung zunächst mit *medium* übersetzt und dann mit *environment* gleichgesetzt: Aus »Une telle harmonie entre lêtre vivant et le *milieu* correspondant caractérise évidemment la con-

sa/Zimmermann, Margarete (Hg., 2007): *Höfe - Salons - Akademien. Kulturtransfer und Gender im Europa der Frühen Neuzeit*. Hildesheim, Olms, S. 285-308).

22 Vgl. Pearce, Trevor: »From ›Circumstances‹ to ›Environment‹. Herbert Spencer and the Origins of the Idea of Organism-Environment Interaction«. In: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 41/3 (2010), S. 241-252. Hier: S. 263.

23 Comtes Entwurf einer solchen Wissenschaft ist, wie Tobias Cheung anhand der früheren Arbeiten von François Broussais und Henri de Blainville gezeigt hat, keineswegs die erste Formulierung einer Theorie des *milieus*, aber die elaborierteste und vor allem einflussreichste – und sie wird ins Englische übersetzt (vgl. Cheung (2014): *Organismen*. S. 217f.).

24 Comte, Auguste (1830): *Cours de philosophie positive. Tome Troisième*. Paris, Baillière. S. 209. In diesem Sinne hat Leo Spitzer die Verwendung des Begriffs vor allem bei Hippolyte Taine verfolgt (vgl. Spitzer: »Milieu and Ambiance«). Von Taine aus führt jedoch kein Weg zu *environment*, weshalb diese Spur hier nicht weiter verfolgt werden soll.

25 Comte (1830): *Cours de philosophie positive*. S. 10.

dition fondamentale de la vie«[26] wird bei Martineau »The harmony between the living being and the corresponding medium (as I shall call its environment) evidently characterizes the fundamental condition of life«[27]. Diese kurze Sentenz eröffnet einen epistemologischen Austauschplatz, auf dem offensichtlich wird, wie viel diese Begriffe teilen und wo sie sich trennen. Der Satz changiert zwischen den Spannungen des französischen *milieu*, des lateinischen *medium* sowie des neuen englischen Terms *environment* und benennt zugleich die Harmonie des Ausgleichs, den sie sichern sollen. Während bei Darwin das Verhältnis von Lebewesen zu ihren Umgebungen auch als *struggle* beschrieben wird, ist das Verhältnis von ›l'être vivant‹ und ›milieu correspondant‹ insofern harmonisch, als dieses *milieu* nur aus dem besteht, was für den Organismus überlebensnotwendig ist. Als abstrakte Einheit umfasst das *milieu* nur das, was in relationaler Beziehung zum Organismus steht. *Environment* ist somit nicht einfach ein Ausschnitt aus dem Raum, sondern ein anhand der Abhängigkeit von Organismus und *environment* ausgewählter Ausschnitt.

Im Zuge solcher Umbesetzungen werden die Parameter geprägt, nach denen spätere kulturelle Selbstbeschreibungen operieren können, indem sie die terminologische Tragweite der Begriffe beständig neu erschließen. Pearce hat hervorgehoben, dass vor allem Spencers Gebrauch des Singulars von *environment*, der für den bis dahin verwendeten Plural der Einflüsse steht, die Dyade mit dem Organismus operationabel macht und für ihren Einfluss sorgt. Spencer spricht, womöglich von Comte beeinflusst, von ihrer Korrespondenz: »Alike in the simplest inferences of the child, and the most refined ones of the man of science, we may recognize this same fundamental correspondence between the simultaneous and successive changes in the organism, and the coexistences and sequences in its environment.«[28] Die Dyade stellt, so kann man über Pearce hinaus argumentieren, zwei isolierte Entitäten als Umgebendes und als Umgebenes gegenüber, für die nahezu alles eingesetzt werden kann.

3.2 *Environment*, *Umwelt* und *milieu*

Doch um die Feinheiten dieser Debatten zu verstehen, ist es nötig, den Begriff von seinen vermeintlich äquivalenten Übersetzungen *milieu* und *Umwelt* zu unterscheiden. Erst eine begriffshistorische Perspektive kann diese mitunter feinen epistemologischen Unterschiede in ihrer vollen Tragweite verdeutlichen. Offensicht-

26 Ebd., S. 201. Hervorhebung im Original. In einer bemerkenswerten Doppelung ist in der Ökologie der 1930er Jahre sogar von »environmental media« die Rede: Chapman, Royal Norton (1931): *Animal Ecology*. New York, McGraw-Hill. S. 128.

27 Zitiert nach Pearce: »From ›Circumstances‹ to ›Environment‹«. S. 248.

28 Spencer (1855): *Principles of Psychology*. S. 371.

lich inspirieren sich die unterschiedlich gelagerten Theorieströmungen, indem die Konzepte zwischen den Sprachen wandern, und man wird selten eine bewusste Artikulation der Differenzen zwischen *environment*, *milieu* und *Umwelt* finden. Ihre Unterscheide sind eher Tendenzen als Grenzen, die jedoch von Bedeutung sind, weil sie die unterschiedlichen theoretischen Traditionen, historischen Semantiken, Wissensordnungen und schließlich Regierungstechnologien des Umgebens betreffen, die jeweils im Hintergrund stehen. Grenzgänger sind daher nicht als Widerspruch gegen die hier argumentierten Unterschiede zu verstehen, sondern als Beleg dafür, dass die drei Begriffe nicht identisch sind. Auch wenn es nicht darum gehen kann, etwas an der praktischen Verwendung der Übersetzungen zu ändern oder gar eine Alternative vorzuschlagen, ist ein Einblick in diese Geschichte für das Verständnis der wissensstrategischen Einsätze und der Konsequenzen aller drei Begriffe notwendig.

Mit der Übertragung des von Comte verwendeten Begriffs in eine gleichursprüngliche Dyade entfernt sich Spencer vom französischen Term.[29] Zugespitzt gesagt: *Milieu* ist kein *environment* von etwas und *environment* ist keine *Umwelt*. Etymologisch kommt *milieu* von ›Mitte‹ und *au milieu* kann als ›im Zentrum‹ übersetzt werden. *Milieu* meint also sowohl Mitte als auch das die Mitte Umgebende. *Milieu*, so erneut Canguilhem, ähnelt »der kontinuierlichen und homogenen, unendlich ausdehnbaren Gerade oder Ebene, die weder eine Gestalt noch eine privilegierte Position hat.«[30] Als Mitte ist das *milieu* – im Unterschied zum *environment* – überall anwesend, weshalb der Begriff zur Übersetzung von Newtons allgegenwärtigem *medium* herangezogen werden kann. Canguilhem schreibt dazu: »Der Milieubegriff ist ein wesentlich relativer Begriff. Wenn man den Körper, auf den sich die durch das Milieu übertragene Handlung auswirkt, getrennt betrachtet, so vergisst man, dass das Milieu ein Zwischen-zwei-Zentren ist, und behält nur seine zentripetale

29 Der Wissenschaftshistoriker Frederic Holmes hat darauf hingewiesen, dass Émile-Honoré Cazelles 1876 in *La Revue des cours scientifiques* eine Zusammenfassung von Spencers Evolutionstheorien veröffentlicht, die vermutlich auch von Claude Bernard gelesen wird. Cazelles weist darauf hin, dass Bernard Spencer in einem Artikel falsch zitiere (vgl. Cazelles, Émile-Honoré: »Les principes de la biologie d'après M. Herbert Spencer«. In: *La Revue des cours scientifiques* 33/1 (1876), S. 146-160, 178–183. Hier: S. 151). Holmes zufolge überarbeitet Bernard nach der Lektüre dieses Textes auf dem Sterbebett die Fahnen seiner *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux* und arbeitet Spencers evolutionstheoretisches Umgebungskonzept des *environments* in ein physiologisches Umgebungskonzept des *milieus* um (Holmes, Frederic L.: »Claude Bernard, the *Milieu Intérieur*, and Regulatory Physiology«. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 8/1 (1986), S. 3-25. Hier: S. 25). Holmes, der die Begriffe synonym verwendet, übersieht jedoch, dass Cazelles Spencers Term *environment* in den Begriff *milieu* zurückübersetzt. In diesem Sinne müsste eine Geschichte des Begriffs *milieu* die Spannung zwischen dem Lamarckschen Konzept einer Möglichkeitsbedingung und dem Bernardschen Konzept einer Gewährleistung von Stabilität aufarbeiten.

30 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 243.

Übertragungsfunktion und seine Bedeutung als Umgebung zurück. In dieser Weise tendiert das Milieu dazu, seinen relativen Sinn zu verlieren und den absoluten Charakter einer an sich seienden Realität anzunehmen.«[31] *Environment* als *Medium* zu übersetzen, wie es gegenwärtig oft geschieht, hat andere Implikationen: *Medium* ist dann nicht mehr das, was dazwischen steht, sondern das, was sich um etwas herum befindet. Im Unterschied dazu bezeichnet *milieu* eine Ausdehnung ohne Zentrum.

Eine zentrierte ›Korrespondenz‹, die Umgebendes und Umgebenes reziprok aufeinander bezieht, muss von Comte erst eigens mit einer Ergänzung zu *milieu correspondant* gekennzeichnet werden. Das *milieu* wird entsprechend weder zu dieser Zeit noch später auf die Figur des Kreises zurückgeführt, da es sich Canguilhem zufolge um einen homogenen und kontinuierlichen Raum handelt. Während *milieu* das in der Mitte Stehende meint, bezeichnet *viron* etymologisch den Kreis. In diesem Sinne ist die Unterscheidung von Außen und Innen auch in der wissenschaftlichen Verwendung kein dominantes Merkmal des Begriffs *milieu*, während die Dyade von *environment* und Organismus in dieses Verhältnis übertragen werden kann. Die dem Begriff *milieu* bei Lamarck, Comte und Taine bis hin zu Merleau-Ponty und Deleuze eigene Ausdehnung und Offenheit einer »durch Äußerlichkeit endlos verneinten Position«[32] behält *environment* in der Übersetzung bei Spencer zwar bei, doch hat die Umgebung des *environments* zugleich in der Dyade mit Organismus ein umgebenes Zentrum – es ist eher eine Kugel oder ein Kreis, wie man mit Canguilhem ausdrücken könnte und wie es in der im letzten Kapitel erörterten Ikonographie in wissenschaftlichen Darstellungen nachgezeichnet wird.

Das *environment* hat somit einen Mittelpunkt als Zentralposition, was die Unterscheidung von umgebendem Außen und umgebenem Innen nahelegt. *Umwelt* ist noch stärker zentriert, wenn etwa bei Jakob von Uexküll, der maßgeblich für die Verbreitung dieses Begriffs in den 1930er Jahren verantwortlich ist, der Organismus durch sein Verhältnis zur *Umwelt* seinen Bezug zur Welt gewinnt und damit – im Falle des Menschen – seine Subjektivität geprägt wird. Der Begriff *Umwelt*, der im Deutschen meist zur Übersetzung von *environment* und *milieu* verwendet wird und eine eigene Aufarbeitung an anderer Stelle verlangt, hat historisch einen anderen Verlauf genommen, der von Johann Wolfgang von Goethe über Jakob von Uexküll und Friedrich Ratzel bis Martin Heidegger und Peter Sloterdijk reicht und über den hier nur ein grober Überblick gegeben werden kann, um die Schwierigkeiten der Übersetzung zu verdeutlichen. Stärker als *environment* oder *milieu* bezieht der Begriff *Umwelt* die Rolle eines Subjekts ein, um das sich eine Welt konstituiert, ist

31 Ebd., S. 236.
32 Ebd., S. 243. Auf den englischen Term geht Canguilhem nicht ein.

aber kaum von der Evolutionstheorie geprägt.[33] Uexküll, bekennender Kantianer und in Hamburg mit Ernst Cassirer befreundet, sondert die *Umwelt*, die jedes Lebewesen für sich hat, eigens von der *Umgebung*, indem er den Körper und die Sinne in ihrer apriorischen Funktion für die Erkenntnis untersucht. Uexküll bezieht sich jedoch nicht auf die Ökologie und forscht auch nicht in dieser Richtung, sondern veröffentlicht seit den 1910er Jahren fast ausschließlich theoretische und weltanschauliche Texte. Sein Konzept wird vor allem von der theoretischen Biologie, der Philosophischen Anthropologie und später von der Semiotik sowie von Humberto Maturana zur Formulierung des Konzepts der Autopoiesis aufgenommen, aber nicht von der Ökologie.[34]

Der Bezug eines Individuums auf seine *Umwelt* ist an Bedeutung geknüpft, wie Martin Heidegger argumentiert: »Der Stein ist weltlos, das Tier ist weltarm, der Mensch ist weltbildend.«[35] In Uexkülls Begriff *Umwelt* findet Heidegger eine Auseinandersetzung mit dem Weltbezug des Tieres und erarbeitet das unterschiedliche Weltverhältnis von Mensch und Tier. Die *Umwelt* ist demnach, im Gegensatz zur Umgebung, ein vom Lebewesen gestaltetes und wahrgenommenes Feld, das seinen Mittelpunkt in eine erkennende Position bringt. Bei Heidegger zeigt sich am deutlichsten, wie wenig sich *Umwelt* auf *environment* abbilden lässt.[36]

Über seine Verwendung von *Umwelt* und deren Unübersetzbarkeit schreibt Uexküll: »Das Wort hat sich schnell eingebürgert – der Begriff aber nicht. Es wird jetzt das Wort ›Umwelt‹ für die spezielle Umgebung eines Lebewesens in dem gleichen Sinne wie früher das Wort ›Milieu‹ angewendet. Dadurch ist ihm sein eigentlicher Sinn verloren gegangen.«[37] Die politische Dimension von Uexkülls Verwendung des *Umwelt*-Begriffs hat der Wissenschaftshistoriker Wolf Feuerhahn herausgehoben und gezeigt, dass *Umwelt* keine Übersetzung von *milieu* ist, sondern explizites Gegenmodell.[38] Für den die Demokratie ablehnenden, aus dem baltischen Landadel

33 Die Begriffsgeschichte von *Umwelt* hat Georg Toepfer ausführlich dargestellt, den Begriff allerdings gleichbedeutend mit *milieu* und *environment* verwendet: Toepfer, Georg: »Umwelt«. In: ders. (Hg., 2011): Historisches Wörterbuch der Biologie. Stuttgart, Metzler, S. 566-607.

34 Vgl. Maturana, Humberto R. (1997): *Was ist Erkennen?* München, Piper. S. 221.

35 Vgl. dazu Chien, Jui-Pi: »Of Animals and Men. A Study of Umwelt in Uexküll, Cassirer, and Heidegger«. In: *Concentric: Literary and Cultural Studies* 32/1 (2006), S. 57-79.

36 In dieser Hinsicht ist es bemerkenswert, dass auch in der Literatur zu Uexküll und Heidegger selten zwischen den Übersetzungsmöglichkeiten differenziert wird. So schreibt Brett Buchanan in einer großangelegten Monographie zur Geschichte des Konzepts bei Uexküll, Heidegger, Merleau-Ponty und Deleuze, die mit keinem Wort auf Uexkülls problematische politische Position eingeht, Umwelt sei »a term that more literally means ›surrounding world‹ or ›environment‹« (Buchanan, Brett (2008): *Onto-Ethologies. The Animal Environments of Uexküll, Heidegger, Merleau-Ponty, and Deleuze*. New York, University of New York Press. S. 7).

37 Uexküll, Jakob von: »Die Merkwelten der Tiere«. In: *Deutsche Revue* 37/9 (1912), S. 349-354. Hier: S. 352.

38 Vgl. Feuerhahn, Wolf: »Du milieu à l'Umwelt. Enjeux d'un changement terminologique«. In: *Revue philosophique de la France et de l'étranger* 134/4 (2009), S. 419-438; Stella, Marco/Kleisner, Karl:

stammenden und mit dem britischen Rassenhygieniker Houston Steward Chamberlain befreundeten Uexküll transportiert der Begriff des *milieus* liberales und demokratisches Gedankengut, weil er die Heteronomie des Lebewesens hinsichtlich einer determinierenden Umgebung impliziert, die im Begriff der *Umwelt* nicht mitschwingen soll.[39] In der *Umwelt* sei der Organismus autonom und nicht heteronom von äußeren Bedingungen gesteuert, sondern stehe in ausgewogenem Verhältnis mit ihnen.[40] Von dem von Spencer in Bezug auf die französischen Theorien artikulierten Verständnis ist dies weit entfernt: Während bei Uexküll die Abgrenzung dessen, was zu einer *Umwelt* gehört, von den Wahrnehmungsorganen des umgebenen Individuums bestimmt wird, hängt diese funktionale Abgrenzung bei Spencer an der evolutionären Anpassung von Organismen, die stets als Exemplare einer Gattung begriffen werden.

Der *milieu*-Begriff hingegen ging bei Lamarck und Comte mit einer Ablösung des Orts von den *conditions*, *influences* und *circonstances* als konkreter Faktoren wie Luft oder Nahrung einher.[41] Indem diese in den Begriff *milieux* überführt und im nächsten Schritt aus dem Plural ein Singular wird, wird die Umgebung zu einer Abstraktion und damit auf vielfältige Weise anwendbar. Doch bleibt eine Zentrierung wie in *environment*, eine dyadische Abhängigkeit des Umgebenen vom Umgebenden, im Französischen rudimentär. Der Begriff *milieu* wird zwar in der Soziologie wirksam, führt aber nicht zur Entwicklung einer so differenzierten Ökologie wie im englisch- oder deutschsprachigen Raum.[42] Das *milieu correspondant*, von dem Comte spricht, bleibt eine Episode und spielt für die Verwendung des Begriffs in der Soziologie kaum eine Rolle. Ein *milieu* kann in dieser Hinsicht ohne

»Uexküllian Umwelt as Science and as Ideology. The Light and the Dark Side of a Concept«. In: *Theory in Biosciences* 129/1 (2010), S. 39-51.

39 Auch weil die Entwicklung und Aufarbeitung der deutschen Nachkriegsökologie aufgrund ihres nationalsozialistischen Erbes nur stockend voranging und die Vorkriegsökologien Friederichs, Thienemanns, Meyer-Abichs und Wolterecks bereits gut erforscht sind, konzentriere ich mich hier auf den englischsprachigen Raum (vgl. zur deutschsprachigen Ökologie Jax, Kurt/Schwarz, Astrid E.: »Early Ecology in the German-Speaking World Through WWII«. In: dies./ders. (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S. 231-275; Schneller, Gerhard (1993): *Das Werk August Thienemanns*. Frankfurt/Main, Peter Lang; Harrington (1999): *Reenchanted Science*; Cittadino, Eugene (2002): *Nature as the Laboratory. Darwinian Plant Ecology in the German Empire, 1880-1900*. Cambridge, Cambridge University Press).

40 Auch Heideggers Uexküll-Rezeption kann vor diesem Hintergrund neu gelesen werden, zumal die politische Einordnung Uexkülls in seiner gegenwärtigen Renaissance oftmals zu kurz kommt (vgl. Feuerhahn: »Du milieu à l'Umwelt« sowie Stella/Kleisner: »Uexküllian Umwelt as Science and as Ideology«).

41 Zur Geschichte des *milieu*-Begriffs in dieser Hinsicht vgl. auch Rabinow (1995): *French Modern*. S. 133f.

42 Vgl. Feuerhahn, Wolf: »A Specter Is Haunting Germany – the French Specter of Milieu. On the Nomadicity and Nationality of Cultural Vocabularies«. In: *Contributions to the History of Concepts* 9/2 (2014), S. 33-50.

etwas Umgebenes gedacht werden. Die in *milieu* fehlende Zentrierung führt Spencer durch die Dyade ein, die bei Comte als Korrespondenz gedacht war. Bei Spencer und in der Ökologie sowie der Physiologie wird daraus eine unhintergehbare, ko-evolutive Gleichursprünglichkeit.

Die Spannung zwischen der potentiellen Unendlichkeit des offenen Äußeren und der Zentriertheit, die den Begriff *environment* prägt, drückt etwa folgendes Zitat Spencers aus: »The environment in general is infinite. The environment of each order of creature is practically more or less limited.«[43] Der Begriff *environment* kann in diesem Sinne zwei Funktionen zugleich übernehmen: Einerseits kann er ähnlich wie das »milieu cosmique«[44], von dem Claude Bernard spricht, schlicht alles umfassen und andererseits in der Zentrierung auf spezifische Organismen begrenzt sein. Im Begriff *milieu* sind, das zeigen die Überlegungen Bernards und Lamarcks bzw. Comtes, ebenfalls diese beiden Tendenzen sichtbar, doch ist die Zentrierung nach anderen Maßstäben gedacht: weniger als Bildung eines umkreisten Mittelpunkts als einer Ebene, auf der sich das Umgebene befindet. Die drei Epistemologien des Umgebens prägt die Frage, wie sich die Offenheit und die Zentrierung miteinander vereinbaren lassen.

Wie sich zeigen wird, erklärt diese unterschiedliche Gewichtung der Begriffe, warum *environment*, nicht aber das aufgrund seiner Herkunft aus der Physik nicht auf eine Lokalisierung hin gedachte und weniger relationale *milieu* das Konzept des Ökosystems anleitet und schließlich, so lautet eine im Weiteren ausgeführte These, an Systemtheorien wie die Ludwig von Bertalanffys oder Niklas Luhmanns anschlussfähig ist. Beide verwenden sowohl den Begriff *environment* als auch den Begriff *Umwelt*, um das Außen eines Systems zu beschreiben. Dies hängt mit den Begriffsgeschichten von *milieu* und *environment* zusammen, denn anders als *milieu* transportiert *environment* die Unterscheidung in ein Inneres und ein Äußeres, zwischen denen ein Wechselverhältnis herrscht, das später als Ökosystem beschrieben und mit einer eigenen, nonlinearen Kausalität ausgestattet wird. Vergleichbar ist *environment* darin dem Begriff *Umwelt*, den die Zentrierung noch weitaus stärker auszeichnet, während die französische Theoriebildung sowohl in der Biologie als auch in der Soziologie von systemtheoretischen Ansätzen bemerkenswert unbeeinflusst bleibt.[45]

Auch wenn das Verhältnis von Organismus und Außenwelt bereits vor Spencer Thema der Biologie war[46], ist vor allem die raum-zeitliche Dimension ihrer ge-

43 Spencer (1855): *Principles of Psychology*. S. 530.

44 Bernard (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. S. 111.

45 Edgar Morins Arbeiten zur Komplexitätstheorie sind die Ausnahme dieser Regel: Morin (1977/2010): *Die Methode.*

46 Vgl. die ausführliche Darstellung in Cheung, Tobias: »Außenwelt und Organismus. Überlegungen zu einer begriffsgeschichtlichen Konstellation um 1800«. In: *Forum interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 1/2 (2012), S. 8-14.

genseitigen Anpassung eine Neuerung: »[…] the progress of life and intelligence, is, under one of its aspects, an extension of the space through which the correspondence between the organism and its environment reaches«[47]. Der Begriff dient dazu, über die zeitliche Entwicklung der Anpassung ›das Leben‹ systematisch zu erfassen. Evolution ist für Spencer, später auch im Anschluss an Darwin, die im Laufe der Zeit immer feinere Anpassung eines Organismus an sein *environment*. Darwin erklärt Zweckmäßigkeit durch Anpassung, ohne eine zugrundeliegende Teleologie anzunehmen. Anpassung ist demnach ein natürlicher, geradezu automatischer Vorgang, der ohne Zugabe von außen abläuft. Eben dies wird mit der Dyade von Spencer genauer gefasst, die Organismus und *environment* in ein reziprokes Verhältnis bringt. Das ›Geheimnis des Lebens‹ und seiner Spontaneität liegt entsprechend in ihrem Wechselspiel. Eine Reziprozität der Einflüsse verbindet sie: je einfacher das *environment*, desto einfacher der Organismus – und umgekehrt.

Zwar verwendet Spencer *environment* und *circumstances* synonym, doch ist es die dyadische Gegenüberstellung mit dem Organismus und die mit ihrer reziproken Abhängigkeit einhergehende gegenseitige Anpassung, die dem Begriff zu seiner Karriere verhilft und die konzeptuelle Grundlage der Ökologie bilden wird. *Environment* umfasst schon bei Spencer mehr Einzelfaktoren, als aufgezählt werden können. Als solcher Singular wird der Begriff anschlussfähig. Der Überschuss des Bedingungsgefüges zwischen Umgebendem und Umgebenem, den die Zusammenfassung von heterogenen Faktoren bei Spencer generiert, erlaubt die Verwendung in vielen Gebieten und macht *environment* schließlich auch über die Ökologie hinaus zum transversalen Begriff.

Auch Darwin benutzt den Begriff 1876 in *Cross and Self-Fertilisation of Plants* als Ersatz für *circumstance*.[48] Wenn auch zunächst selten, aber in zunehmendem Maße begleitet *envrionment* in den Evolutionstheorien dieser Zeit mit der These, dass natürliche Faktoren das menschliche Leben und die Kultur determinieren schließlich auch die Sorge um die Natur. Es ist vermutlich kein Zufall, dass gerade in England, der Heimat der Industrialisierung, solche Debatten um die Reste der Natur geführt werden. Man sieht sich – schon vor den die Idee des Gleichgewichts problematisierenden Debatten der Ökologie – beständig mit deren Umwandlung konfrontiert, mit Kohle und Dampf, mit Eisenbahn und Telegraph. Schon früh artikulieren etwa der Kunstkritiker John Ruskin und der Dichter William Morris Proteste gegen die Mechanisierung der Landschaft.[49] Die Verteidiger der Natur beziehen sich weniger auf eine globale Ebene oder eine transzendente Natur, sondern auf die konkrete

47 Spencer (1855): *Principles of Psychology*. S. 410.

48 Vgl. Darwin, Charles (1876): *Cross and Self-Fertilisation of Plants*. London, Murray. S. 345.

49 Vgl. Wheeler, Michael (1995): *Ruskin and Environment. The Storm-Cloud of the Nineteenth Century*. Manchester, Manchester University Press.

Umgebung der Highlands, durch die Eisenbahnschienen verlegt werden, oder der Wälder, die Fabriken weichen sollen.

Eine besondere Rolle nimmt dabei wie bereits erwähnt George Perkins Marshs *Man and Nature* von 1864 ein, in dem die provokante These vertreten wird, die Eingriffe des Menschen seien für ein Ungleichgewicht und den Verfall der Natur verantwortlich, besonders eindrücklich in den Folgen der Zerstörung der Wälder und der resultierenden Probleme für den Wasserhaushalt. Der Begriff *environment* fällt jedoch bei Marsh nicht.[50] Die Debatten, in denen der Begriff *environment* im 20. Jahrhundert eingesetzt wird, werden politisch, weil er Maßnahmen zur Rettung einer Natur vorgibt, der technische Zugriff ausgesetzt ist, durch sie aber zerstört wird und damit das Gegenteil solcher Zugriffe bildet. *Environment* ist in dieser ersten Phase seiner Verwendung nach Spencer das schützenswert Natürliche, die gebende Umgebung.[51]

3.3 Die Entstehung der Ökologie als Umgebungswissenschaft

Der Ausgangspunkt aller ökologisch genannten Theorien ist die dyadische Verschränkung von Umgebung und Organismus und damit die seit Anfang des 19. Jahrhunderts verbreitete These, dass man einen Organismus oder eine Population nur unter Berücksichtigung ihrer Umgebung verstehen kann. Ökologie wird als die Lehre dieser Verhältnisse eingeführt, und man kann bereits darin, dass sie sich eher mit Relationen als mit Objekten beschäftigt, einen Grund für ihre epistemologische Sonderrolle vermuten. Wie sich an zahlreichen Beispielen zeigen wird, ist die Ökologie getrieben von dem Wunsch, sich von traditionellen Formen des Denkens und seinen Kategorien abzusetzen. In dieser Hinsicht werden im Folgenden einige zentralen Prämissen jener Ökologien aufgefächert, die in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit dem Anspruch auftreten, Denken, Handeln und Wahrnehmen von Grund auf zu transformieren und die Verknüpftheit aller biotischen wie abiotischen, menschlichen wie nicht-menschlichen Entitäten herauszuheben.

Der Ökologie kann ein wissenschaftsgeschichtlicher Sonderstatus zugesprochen werden, denn sie ist erst vergleichsweise spät von den vergleichsweise späten

50 Marsh (1864/1965): *Man and Nature, Or Physical Geography as Modified by Human Action*; vgl. auch Winter, James (2002): *Secure from Rash Assault. Sustaining the Victorian Environment*. Berkeley, University of California Press. S. 19.

51 In den deutschsprachigen Diskussionen ist der transzendentale, romantische und schützenswerte Charakter der Natur deutlich stärker ausgeprägt und vor allem gegen jede Naturbeherrschung gerichtet, wie Lynn K. Nyhart dargestellt hat. Mensch und Natur werden auf intensivere Weise in ihrer Wechselbeziehung und Abhängigkeit gedacht, zunächst aber ohne Bezug auf den Begriff *Umwelt* (vgl. Nyhart, Lynn K. (2009): *Modern Nature. The Rise of the Biological Perspective in Germany*. Chicago, University of Chicago Press).

Transformationen der Biologie von anschaulichem zu symbolischem, schließlich mathematischem und statistischem Denken betroffen. Vielmehr stellt sie ein Reservoir von Lebenskräften, Anschauungswissen und Ganzheitskonzepten dar. Während solche Holismen in der Ökologie ein Nachleben führen, gehört sie zugleich zu den Feldern, auf denen systemisches Wissen in allen Konsequenzen durchdacht wird. 1940 drückt der Philosoph Eduard Lindemann dieses Selbstverständnis wie folgt aus: »The ecologist stands in a most advantageous position. He has already acquired the habit of dealing with wholes as well as fractions. To this extent he is a philosopher.«[52] Ökologie berührt von Beginn an Fragen nach der Rolle des Beobachters, der durch seine Beobachtung in das Beobachtete eingreift. Es ist unter anderem diese beständige Reflexion auf die Bedingungen der Erkenntnis, welche die Ökologie spätestens nach einer langen Phase der Spezialisierung seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zur herausgehobenen Plattform für die Verhandlung neuer Wissensbestände und politischer Veränderungen macht.

Die Ökologie steht jedoch immer wieder vor der Herausforderung, dass ihre Erkenntnisse nur schwer durch Experimente zu belegen und kaum im Labor zu beobachten sind: Ein Lebewesen in einem Experiment zu untersuchen, bedeutet, es in ein neues *environment* zu überführen. Die experimentelle Ausrichtung der Ökologie ist von einer grundsätzlichen Skepsis begleitet, denn jeder Eingriff in ein *environment* verändert dieses. Von Beginn an ist der Beobachter der Ökologie nicht herausgehoben und extern, sondern Teil dessen, was er beobachtet – und das vom Beobachter Beobachtete kann damit nur unter Schwierigkeiten als unberührt und natürlich gekennzeichnet werden. Zu dieser epistemologischen Ausgangslage hinzu treten die begrifflichen Schwierigkeiten der Anfangsjahre der Ökologie, ihren Gegenstand zu benennen, was zusammengenommen für einen zunächst niedrigen Platz in der Rangliste der Naturwissenschaften verantwortlich ist. Ökologie beginnt als eine Wissenschaft der Außenseiter und Grenzgänger.

Eingeführt wird der Begriff der *Oecologie* 1866 von Ernst Haeckel in seiner *Generellen Morphologie* als die Lehre von den Bedingungen, denen Lebewesen beim sogenannten ›Kampf ums Dasein‹ unterliegen, wenn sie der »umgebenden Aussenwelt« ihre »Existenz-Bedingungen« abtrotzen.[53] Darunter fallen, dies wird für den Anspruch der Ökologie eine zentrale Rolle spielen, organische und anorganische Faktoren gleichermaßen. Haeckel interessiert die Organisation des natürli-

52 Lindeman, Eduard C.: »Ecology. An Instrument for the Integration of Science and Philosophy«. In: *Ecological Monographs*, 10/3 (1940), S. 367-372. Hier: S. 371. Der Philosoph Eduard Lindeman sollte nicht mit dem Ökologen Raymond L. Lindeman verwechselt werden, der wichtige Vorarbeiten zum Ökosystem-Konzept geleistet hat.

53 Haeckel (1866): *Generelle Morphologie*. S. 286. Vgl. zum weiteren Kontext von Haeckel auch Stauffer, Robert C.: »Haeckel, Darwin, and Ecology«. In: *The Quarterly Review of Biology* 32/2 (1957), S. 138-144. Auch wenn Haeckel Darwin als Inspirationsquelle nennt, verwendet dieser den Begriff *ecology* nicht.

chen ›Haushalts‹ von Pflanzen und Tieren, die Umgebung, in der sie sich bewegen, die sie ernährt und von der sie leben. Ohne ihre Beachtung ist demnach keine Beschreibung der Morphologie der Lebewesen mehr möglich. Haeckel benennt dabei drei Perspektiven: auf die Beziehungen der Organismen (im Plural als Populationen) zueinander, auf die Beziehungen der Organismen (im Singular als Individuen) zueinander und auf die Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt.[54] Der Organismus ist für Haeckel, Maren Mayer-Schwieger zufolge, ein »Grenzphänomen, das ein Innen und ein Außen in Beziehung setzt, doch ebenso Produkt dieser Relation ist.«[55] In diesem Sinne verschränkt Haeckel mit der Einführung des Begriffs Ökologie den bis dahin meist als aktiven Gegenpart einer passiven Umgebung gefassten Organismus reziprok mit seiner Umgebung.

Auch wenn es Haeckel vor allem um eine Nomenklatur der zoologischen Wissenschaften geht, er selbst zu dem von ihm benannten Gebiet kaum etwas beiträgt und es sich erst einige Zeit später durchsetzt – erste Bücher mit *Ökologie* im Titel erscheinen dreißig Jahre später[56] –, gilt der weitsichtig gewählte Name nach der Jahrhundertwende vor allem in England und in Deutschland für eine synthetische Weltsicht, welche die Vielfalt des Gegebenen und die Entstehung des Verschiedenartigen in ihrer Wechselwirkung zu einer neuen Naturlehre zusammenführen soll.

Auch an dieser Stelle gibt eine Übersetzung einen Einblick in den Umlauf dieses Wissens. So steht ein längeres Zitat aus Haeckels Jenaer Antrittsvorlesung von 1869, die einen systematischen Überblick über die Gebiete der Biologie gibt, als Motto dem bereits thematisierten kanonischen Lehrbuch *Principles of Animal Ecology* von 1949 voran. Dort wird, in einer von den Autoren dieses Bandes angefertigten Übersetzung und durchaus folgenreich, *Umgebung* als *environment* übersetzt.[57] Auf

54 Vgl. Haeckel (1866): *Generelle Morphologie*. S. 6 und 286.

55 Mayer-Schwieger, Maren: »Sarcodeströmungen und ›Natürliche Zuchtwahl‹. Zu den Möglichkeiten und Modellierungen von Ökologie bei Ernst Haeckel«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 7/2 (2016), S. 169-186. Hier: S. 182. Wie Mayer-Schwieger in einer genauen Lektüre der Texte Haeckels zeigt, sind dessen auf verschiedenen Skalierungsebenen verortete Beschreibungen von Umgebungsverhältnissen die Grundlage für seine häufig zitierte Definition der Ökologie.

56 Vgl. Toepfer, Georg: »Ökologie«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 681-714.

57 Da die Unterschiede prägnant sind und die veränderte epistemologische Lage 1949 anzeigen, seien beide Zitate in Gänze angeführt: »Unter Ökologie verstehen wir die Lehre von der Ökonomie, von dem Haushalt der tierischen Organismen. Diese hat die gesamten Beziehungen des Tieres sowohl zu seiner anorganischen, als zu seiner organischen Umgebung zu untersuchen, vor allem die freundlichen und feindlichen Beziehungen zu denjenigen Tieren und Pflanzen, mit denen es in direkte oder indirekte Berührung kommt; oder mit einem Worte alle diejenigen verwickelten Wechselbeziehungen, welche Darwin als die Bedingungen des Kampfes ums Dasein bezeichnete.« (Haeckel, Ernst: »Über Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie«. In: ders. (1924): *Gemeinverständliche Schriften. Band 5*. Leipzig, Kröner, S. 33-57. Hier: S. 47) Der genaue englische Wortlaut lautet: »By ecology we mean the body of knowledge concerning the econo-

diese ungenaue Gleichsetzung wird seitdem in zahlreichen Definitionen der Ökologie verwiesen, die sich auf *Principles of Animal Ecology* zurückführen lassen – eine Suche mit Google Scholar nach der exakten Wortfolge ergibt rund 80 Treffer, die untereinander Bezug nehmen, ohne dass bis heute eine vollständige Übersetzung von Haeckels Text vorliegen würde. Dies ist insofern von Bedeutung, als bei Haeckel von *Umwelt*, *milieu* oder *environment* keine Rede ist. Was außerhalb eines Lebewesens liegt, dieses aber beeinflusst, ist zu dieser Zeit im Deutschen begrifflich noch nicht näher gefasst denn als Umgebung. Es gibt einzelne Faktoren, aber kein Konzept ihrer Gesamtheit und keinen vereinheitlichenden Begriff wie den, der in der Übersetzung in den Text geschmuggelt wird.

Die Notwendigkeit, das Verhältnis eines Lebewesens zu seiner Umgebung auch begrifflich zu umreißen, formuliert der deutsche Biologe und Aquarianer Karl August Möbius 1877 (ohne Bezug auf Haeckels Konzeption von Ökologie) in seiner maßgeblichen, von der preußischen Regierung und dem Fischereiverein in Auftrag gegebenen Studie über *Die Auster und die Austernwirthschaft*.[58] Anhand einer Analyse solcher verschränkter Verhältnisse zeigt er, dass die Austernzucht an der deutschen Küste aufgrund negativer klimatischer, biotischer und chemischer Faktoren unmöglich geworden sei. Um die durch Überfischung und die grundsätzlich schlechten Bedingungen dieser Umgebung aus den Fugen geratenen Austernpopulationen zu stärken, sei es zunächst nötig, den Zusammenhang zwischen den Organismen und ihren Umgebungen zu verstehen und ihr Verhältnis konzeptuell zu fassen: »Die Wissenschaft besitzt noch kein Wort für eine solche Gemeinschaft von lebenden Wesen, für eine den durchschnittlichen äußeren Lebensverhältnissen entsprechende Auswahl und Zahl von Arten und Individuen, welche sich gegenseitig bedingen und durch Fortpflanzung in einem abgemessenen Gebiete dauerhaft erhalten.«[59] Zu diesem Zweck entwirft Möbius mit seiner Neuschöpfung der *Biozönose*, auch *Lebensgemeinde* genannt, einen starken Begriff des Gleichgewichts. Als *Biozönose* bezeichnet er die Gesamtheit verschiedener Organismen in einem begrenzten Lebensraum. Wenn neue Lebewesen in eine *Biozönose* eintreten oder sich

my of nature – the investigation of the total relations of the animal both to its inorganic and to its organic environment; including, above all, its friendly and inimical relations with those animals and plants with which it comes directly or indirectly into contact — in a word, ecology is the study of all those complex interrelations referred to by Darwin as the conditions of the struggle for existence.« (Allee/Emerson/Park/Park/Schmidt (1949): *Principles of Animal Ecology*. Deckblatt).

58 Zu Möbius' Tätigkeit als Aquarianer vgl. Vennen (2018): *Das Aquarium*. S. 317-338.

59 Möbius (1877): *Die Auster und die Austernwirthschaft*. S. 76. Lynn Nyhart hat anhand von Möbius gezeigt, wie im deutschsprachigen Raum die Biologie aus der Museumskunde und der Naturforschung von Amateuren gespeist wird und dabei Konzepte wie *Lebensraum* geprägt werden (vgl. Nyhart (2009): *Modern Nature*; vgl. auch Scholz, Leander: »Karl August Möbius und die Politik der Lebensgemeinschaft«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 7/2 (2016), S. 206-220).

Umgebungsfaktoren ändern, tendiert die Gemeinschaft zu einem neuen »biocönotischen Gleichgewicht«[60] und kompensiert die Ungleichgewichte, ohne teleologisch auf einen Zweck festgelegt zu sein. Die Populationsquoten bleiben konstant, solange keine äußeren Störungen eintreten. Zweckgerichtetheit ersetzt Möbius durch ein sich selbst erhaltendes Gleichgewicht, was Emil Du Bois-Reymond, seines Zeichens strenger Kritiker jedes Vitalismus, zu großem Lob dieser »streng wissenschaftlichen Auffassung des Lebensproblems«[61] anregt.

Dieses erste Konzept, Organismen in Wechselwirkung mit ihren Umgebungen begrifflich zu erfassen, dient auch dazu, praxisbezogene Maßnahmen zu benennen, um das Gleichgewicht aufrecht erhalten und so die Lebensgemeinschaft unterstützen zu können. Die Vorgehensweisen, die Möbius zum Schutz der fragilen Biozönose der Nordseeküste vorschlägt, etwa die Einführung strikter Fangquoten und die Entfernung unerwünschter Arten, stehen in Widerspruch zu den zunehmend industriellen Produktionsmethoden der Austernwirtschaft und stellen nachhaltigere Gegenmodelle zur Ausbeutung der Ressourcen in Aussicht. Indem die äußeren Bedingungen gestaltet werden, lassen sich Möbius zufolge künstliche Populationen wie die der Zuchtaustern besser kontrollieren und optimieren – was aber an der Nordseeküste nur in sehr beschränktem Ausmaß möglich sei. Bereits in der wohl ersten ökologisch zu nennenden Arbeit wird mithin die Grenze zwischen natürlichen Umgebungen und gestaltenden Eingriffen verhandelt und zugleich ein Begriff eingeführt, mit dessen Hilfe die Vielfalt des Umgebenden und des Umgebenen konzeptuell erfasst werden kann.

Dieser von Möbius erstmals auf den Punkt gebrachte Problemkomplex tritt in aller Deutlichkeit hervor, als die Frage nach dem räumlich verorteten Gefüge von Verursachungen seit der Jahrhundertwende ökologisch reformuliert wird. Das erwachende Interesse an ökologischen Zusammenhängen, das in verschiedenen Kontexten für den deutschsprachigen Raum bereits gut erforscht ist[62], führt zur Herausbildung verschiedener Konzept der von Möbius beschriebenen »Gemeinschaft von lebenden Wesen«[63]. Sie umfassen konzeptuell das Verhältnisses von Innen und Außen und die Gesamtheit von Umgebungen und Umgebenem, die später zu Grundeinheiten der entstehenden Ökologie werden. Die Vielfalt an im Lauf der Zeit vorgeschlagenen Totalitäten, Ganzheiten und Systemen aus Organismen und ihren Umgebungen ist dabei zuweilen verwirrend. Dazu zählen die von Möbius

60 Möbius (1877): *Die Auster und die Austernwirthschaft*. S. 81.

61 Du Bois-Reymond, Emil: »Antwort an Möbius«. In: *Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 27/2 (1888), S. 701-704. Hier: S. 702.

62 Vgl. zum Überblick die Beiträge in Schwarz/Jax (Hg., 2011): *Ecology Revisited*; McIntosh (1985): *The Background of Ecology*; Drouin, Jean-Marc (1993): *L'écologie et son histoire. Réinventer la nature*. Paris, Flammarion.

63 Möbius (1877): *Die Auster und die Austernwirthschaft*. S. 76.

eingeführte *Biozönose*, das *Biotop*, das *Holocoen*[64], der *Superorganismus*, der *Mikrokosmos*, die *Biosphäre*, das *Ökosystem*, das *Biosystem*, die *Persistase*, die *Noosphäre* und schließlich auch *Gaia*. Ihre Unterschiede sind in ihrer philosophischen, bisweilen esoterischen Tiefe diffizil, doch stellen sie alle eine ökologische Frage: Was macht das Ganze eines organischen Zusammenhangs zu einem Ganzen? Durchaus lässt sich für ökologische Umgebungskonzepte, die einen elementaren Bestandteil dieser Ganzheitskonzepte bilden, schon früh eine Prävalenz totalisierender Vorstellungen konstatieren, die im Folgenden immer wieder hervortreten werden. Ganzheitliches Denken liegt für die Ökologie nahe, weil es die Verbindung von allem mit allem zu erfassen verspricht, wodurch das Ordnungsprinzip einer Lebensgemeinschaft in ihrem Lebensraum hervortritt.

Gemeinsam ist den genannten Begriffen die von Möbius auf den Punkt gebrachte Hoffnung, mit ihrer Hilfe Fragestellungen zu schärfen und Probleme formulieren zu können, die zuvor nur ungenau oder gar nicht artikuliert werden konnten: eben die Frage, wie Lebewesen mit ihren Umgebungen in Austausch stehen, wie sie in dieser Wechselwirkung zu verstehen sind und schließlich auch, wie sich Organismen über Eingriffe in ihre Umgebung kontrollieren lassen. Eine systematische Untersuchung der bald ökologisch genannten Verhältnisse wird um die Jahrhundertwende in den Schriften Möbius', aber auch bei Stephen Forbes und Frederic Clements zu einem dringlichen Bedürfnis, weil die bis dahin vorherrschenden Erklärungsmodelle an Überzeugungskraft verlieren: Sie berücksichtigen die Bedeutung der Umgebung zu wenig, die sich als der Ort herausstellt, der das Umgebene bedingt. Diese Konzepte der Umgebung bilden für die Ökologie einen Schlüssel zur Konsolidierung ihrer Wissensfelder.

Die ökologische Forschung im Bereich der Populationsbiologie greift in England und in den USA rasch auf den seit Spencer in die einschlägigen Debatten eingeführten Begriff *environment* zurück. Er erlaubt, stärker als *Umwelt* oder *milieu*, auch konträren Positionen gleichermaßen eine ontologische Fundierung ihrer Annahmen und die Zusammenbringung heterogener Faktoren im Werkzeug eines begrifflichen Singulars. Zwei Stränge können dabei voneinander abgegrenzt werden: einerseits die laborientierte Physiologie, welche die Embryologie einschließt und schließlich zu Biochemie und Genetik tendiert, sowie die eher auf Feldforschung und Statistik ausgerichtete ökologische Populationsbiologie, in der die genannten

64 Der Rostocker Biologe Karl Friederichs, dessen politischer Einsatz für eine völkische Ökologie noch Thema sein wird, verwendet den Begriff des *Holocoen* für ein »Beziehungsgefüge, das das Ganze einer Landschaft, Lebensraum und Lebensgemeinschaft zur Einheit, zum Holocoen verbindet, ein kleines Universum daraus macht.« (Friederichs, Karl: »Vom Wesen der Ökologie«. In: *Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* 27/3-4 (1934), S. 277-285. Hier: S. 19.)

Konzepte der ›Lebensgemeinschaft‹ oder der ›community‹ entwickelt werden. Beide Stränge, denen die zwei folgenden Kapitel über John Scott Haldane sowie den physiologischen Organizismus und Arthur Tansley sowie dem Ansatz des Ökosystems nachspüren, konvergieren letztlich in den Konzepten der Rückkopplung und der Selbstorganisation, mit Walter B. Cannon auf der physiologischen und George Evelyn Hutchinson auf der populationsbiologischen Seite. Um die Jahrhundertmitte münden beide Stränge auf unterschiedliche Weise in die Systemtheorie und in die Kybernetik.

3.3.1 Zwischen Holismus und Mechanismus

In der Erwartung, mit Ganzheiten umgehen zu können, sind die Debatten der Ökologie, vereinfacht gesagt, seit ihren ersten Artikulationen von zwei zu dieser Zeit die gesamten Wissenschaften des Lebens aufteilenden Polen geprägt. Zwischen diesen Polen liegen ein ontologischer, ein epistemologischer und ein methodischer Graben[65]: Auf der einen Seite steht der Mechanismus bzw. Materialismus, heute häufiger Reduktionismus genannt[66], der die analytische Zergliederung in einzelne Faktoren und die Erklärung des Lebens nach den Gesetzen der leblosen Natur anstrebt. Die Definitionen des Mechanismus sind im Laufe der Zeit sehr schwankend und reichen von der Rückführung auf physikalische Erklärungen bis hin zum kausalen Determinismus aller Lebensvorgänge. Auf der anderen Seite steht der Holismus, eng verwandt mit dem Vitalismus, der das Leben als irreduzibles Prinzip ansieht und vitale Kräfte oder eine Ganzheit einführt, welche mechanistisch unerklärbar seien. Zwar lassen sich die vielen unterschiedlichen Positionen, die im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts unter diesen Schlagwörtern verhandelt werden, kaum auf einen Nenner bringen, zu divergent sind sie in Details und Methodik. Auch die wissenschaftshistorische Literatur ist uneins über die genaue Einordnung.[67] Hilfreich ist die grobe Unterscheidung in zwei Pole dennoch, um in konträre Richtungen deutende Ansprüche zu unterscheiden, die nicht zuletzt die

65 Den Vorschlag, diese drei Ebenen zu unterscheiden, übernehme ich aus Ayala, Francisco José: »Introduction«. In: ders./Dobzhansky, Theodosius (Hg., 1974): *Studies in the Philosophy of Biology. Reduction and Related Problems*. Berkeley, University of California Press, S. VI-XVIII. Hier: S. VIII, sowie darauf Bezug nehmend Bergandi, Donato: »Multifaceted Ecology Between Organicism, Emergentism and Reductionism«. In: Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S. 31-44.

66 Vgl. zu diesem Sprachwandel Stoeckler, Manfred: »A Short History of Emergence and Reductionism«. In: Agazzi, Evandro (Hg., 1991): *The Problem of Reductionism in Science*. Dordecht, Springer, S. 71-90.

67 Vgl. Allen, Garland E.: »Mechanism, Vitalism and Organicism in Late Nineteenth and Twentieth-Century Biology. The Importance of Historical Context«. In: *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36/2 (2005), S. 261-283.

Bedeutung von Umgebungen für das Lebendige verhandeln. Noch heute spiegeln sich diese unvereinbaren Positionen in Genetik, Synthetischer Biologie und Neurowissenschaften, aber eben auch dort, wo ökologisches und systemisches Denken in Bereiche außerhalb der Naturwissenschaft ausgewandert ist.[68]

Um den Einsatz des Begriffs *environment* zwischen diesen Fronten zu verstehen, ist ein kurzer und konzentrierter Blick auf die Etappen der bis in die Antike zurückreichenden Spannung zwischen diesen beiden Polen nötig. Zwar wäre es verwegen, die modernen Positionen leichtfertig in die Vergangenheit zu projizieren. Aber auch wenn man die Wirksamkeit dieser binären theoretischen Frontstellung hinterfragt und in vielen Überlegungen Versuche vermuten kann, aus ihrer festgefahrenen Stellung auszubrechen, bleibt für die Akteure um die Jahrhundertwende die Notwendigkeit, sich auf diesem Feld zu situieren. Die Semantik von Holismus und Mechanismus dient nicht zuletzt zur institutionellen Sicherung von Forschungsgebieten. Die Wissenschaftshistorikerin Hilde Hein hat gezeigt, wie sehr beide Positionen in ihrer gegenseitigen Abgrenzung voneinander abhängen und gleichermaßen auf einem metaphysischen Fundament ruhen.[69] Als Zeitgenosse hat Ernst Cassirer einen ähnlichen Gedanken zur wissenschaftsgeschichtlichen Rolle dieser Debatte formuliert: »Der Kampf zwischen Mechanismus und Vitalismus hat die Wissenschaft der Lösung der Frage nach dem ›Wesen des Lebens‹ nicht näher gebracht. Aber er hat die Biologie dazu genötigt, sich die Frage nach ihrem eigenen Wesen immer wieder vorzulegen und damit zu einer klareren Erkenntnis ihrer spezifischen Aufgabe und ihrer spezifischen Denkmittel durchzudringen.«[70] Diesem Gedanken folgend untersucht der restliche Teil dieses Unterkapitels den Streit zwischen den beiden Positionen als Aushandlung ihrer Grundlagen, die mit dem Auftritt der Ökologie als Umgebungswissenschaft neu formatiert werden, weil, wie im nächsten Kapitel anhand der Forschungen John Scott Haldanes gezeigt werden

68 Vgl. dazu Normandin, Sebastien/Wolfe, Charles T. (2012): *Vitalism and the Scientific Image in Post-Enlightenment Life Science, 1800-2010*. New York, Springer; Sinding, Christiane: »Vitalismus oder Mechanismus? Die Auseinandersetzungen um die forschungsleitenden Paradigmata in der Physiologie«. In: Sarasin, Philipp/Tanner, Jakob (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 76-98; Brandstetter, Thomas: »Vom Nachleben in der Wissenschaftsgeschichte«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 1 (2009), S. 73-79.

69 Vgl. Hein, Hilde: »The Endurance of the Mechanism-Vitalism Controversy«. In: *Journal of the History of Biology* 5/1 (1972), S. 159-188. Hein setzt den Organizismus mit dem Vitalismus gleich, weil beide von einer Diskontinuität zwischen lebender und nicht-lebender Materie ausgingen. Es erscheint jedoch fraglich, ob dieses Charakteristikum ausreicht, um beide Positionen miteinander zu identifizieren. Vgl. ausführlicher Benson, Keith: »Biology's ›Phoenix‹. Historical Perspectives on the Importance of the Organism«. In: *American Zoologist* 29/3 (1989), S. 1067-1074.

70 Cassirer, Ernst: »Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit. Band 4«. In: Cassirer, Ernst (1998): *Gesammelte Werke. Hamburger Ausgabe. Band 5*. Hamburg, Meiner. S. 251.

wird, die Dyade neue Erklärungen des Lebendigen als Wechselspiel zwischen Umgebenem und Umgebendem mit sich bringt.

Beide Positionen, so zugespitzt sie hier angesichts der Vielfalt ihrer Varianten auch dargestellt werden, haben konträre Implikationen, was die Gerichtetheit der Vorgänge in einem Organismus im Verhältnis zum *environment*, ihre Kausalität sowie die Rolle des Lebens angeht. In den Worten Georges Canguilhems stehen sich »Mechanismus und Vitalismus […] im Hinblick auf das Problem der Strukturen und Funktionen gegenüber; Diskontinuität und Kontinuität im Hinblick auf die Abfolge der Formen; Präformation und Epigenese im Hinblick auf die Entwicklung des Seins; Atomizität und Ganzheit im Hinblick auf das Problem der Individualität.«[71] Ihr gemeinsamer Nenner liegt in der gegen die inventarisierende Naturgeschichte des 18. und frühen 19. Jahrhunderts gewandten These einer grundsätzlichen Verbundenheit und Verschränktheit von Faktoren und Akteuren.[72] Während die Naturgeschichte seit Carl von Linné Lebewesen in einen Rahmen aus Ähnlichkeiten von Morphologie und Form einsortiert, aus denen die Ordnung der Natur abgeleitet werden soll, verortet die neue Wissenschaft der Biologie seit Charles Darwin Lebewesen und Populationen in ihren geographischen Lebensräumen, ist damit an Funktionen orientiert und sucht die Ordnung der Natur in den Verhältnissen dieser Funktionen. Foucault zufolge tritt damit, wie bereits angedeutet, die Population bzw. die Bevölkerung erstmals in den Fokus der Biologie.[73] Mechanismus und Holismus liefern dabei konträre Erklärungen, die auch für die Ökologie von Bedeutung sind, welche diese Gegenstände bald in spezifischerer Weise zu untersuchen beginnt.

Um die Hintergründe der Entwicklung der Ökologie bis in die Gegenwart zu erörtern, ist daher ein Blick in die philosophischen Grundlagendebatten der Biologie nötig, die in den 1920er Jahren einen Höhepunkt erreichen und erst durch den Begriff des *Ökosystems* und spätere systemtheoretische Ansätze abgelöst werden. Der Vitalismus, der vor allem aus den überaus populären Lehren Hans Drieschs zur Entwicklung von Embryos gespeist wird, erklärt Lebensphänomene und Entwicklungsvorgänge durch eine zugrundeliegende Lebenskraft. Noch im 19. Jahrhundert ist der Vitalismus bedeutsam für die Eigenständigkeit der Biologie, kommt aber außer Mode, weil die Erfolge der Biochemie in der Erklärung zellulärer und molekularer Prozesse keinen Raum für Lebenskräfte lassen.[74] Seine Stellung nimmt bald ein philosophischer Holismus ein, der im Kontext der Zwischenkriegszeit vor

71 Canguilhem, Georges: »Aspekte des Vitalismus«. In: ders. (Hg., 2009): *Die Erkenntnis des Lebens*. Berlin, August, S. 149-182. Hier: S. 153.

72 Vgl. zur Verbindung der Ökologie zur Naturgeschichte Trepl (1987): *Geschichte der Ökologie*. S. 64f.

73 Vgl. Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 119.

74 Vgl. dazu die Beiträge in Normandin/Wolfe (2012): *Vitalism and the Scientific Image in Post-Enlightenment Life Science, 1800-2010*.

allem vom britischen Philosophen Alfred North Whitehead, vom südafrikanischen Biologen Jan Smuts, von 1919 bis 1924 amtierenden Premierminister und Mitbegründer der Apartheitspolitik, sowie in abgewandelter Form von Henri Bergson vertreten wird. Die These des Holismus, wie sie von Smuts maßgeblich für den englischsprachigen und in einer Übersetzung durch Meyer-Abich auch für den deutschsprachigen Raum formuliert wird, besagt, dass sich das Geschehen auf der Makroebene aus dem Zusammenwirken von Elementen auf der Mikroebene ergibt. Dabei zeigt sich ein irreduzibler, später Emergenz genannter Mehrwert des Ganzen: »The creation of wholes, and ever more highly organised wholes, and of wholeness generally as characteristic of existence, is an inherent character of the universe. There is not a mere vague indefinite creative energy or tendency at work in the world. This energy or tendency has specific characters, the most fundamental of which is whole-making.«[75] Während der Vitalismus diesen Mehrwert mit einer nicht auf Physik reduzierbaren, in Verruf geratenden Lebenskraft gleichsetzt, geht es dem Holismus eher darum, das Ganze in seiner Eigengesetzlichkeit zu erfassen. Für Bergson wird das Umgebungsverhältnis zur Manifestation der Zusammengehörigkeit von Welt und Wahrnehmung: »Mais la séparation entre la chose et son entourage [Englisch *environment*, Deutsch *Umgebung*] ne peut être absolument tranchée; on passe, par gradations insensibles, de l'une à l'autre: l'étroite solidarité qui lie tous les objets de l'univers matériel, la perpétuité de leurs actions et réactions réciproques, prouve assez qu'ils n'ont pas les limites précises que nous leur attribuons.«[76]

Der ›zersetzenden‹, ›statischen‹ Analyse, etwa in den aufstrebenden Gebieten der nach den Gesetzen des Lebens suchenden Biophysik und Biochemie, die Lebensprozessen nicht gerecht werde, wollen die genannten Philosophien die Synthese von Materie, Leben und Geist entgegenstellen. Die rationalistischen Wissenschaftsmodelle des Cartesianismus hätten nach der Rückführung aller Vorgänge auf elementare Bestandteile Schwierigkeiten, aus den Einzelteilen wieder das Ganze zusammenzusetzen. Die wissenschaftlichen Erfolgsgaranten der Isolierung und der Reduktion von Phänomenen stellen sich in dieser Sichtweise als Chimären

75 Smuts (1926): *Holism and Evolution*. S. 101.

76 Bergson, Henri (1896): *Matière et mémoire*. Paris, Felix Alcan. S. 233. In der englischen Übersetzung lautet die zitierte Stelle: »But the separation between a thing and its environment cannot be absolutely definite and clear-cut; there is a passage by insensible gradations from the one to the other: the close solidarity which binds all the objects of the material universe, the perpetuality of their reciprocal actions and reactions, is sufficient to prove that they have not the precise limits which we attribute to them.« (Bergson, Henri (2005): *Matter and Memory*. New York, Zone Books.) Der Begriff *milieu* fällt bei Bergson zwar ebenso oft wie *environnant* (etwa als »images environnantes«: Bergson (1896): *Matière et mémoire*. S. 4, 5 und 38), aber nicht an dieser Stelle. Der Begriff *entourage* meint Umfassung, Umschließung oder Umgebung.

heraus. Das gilt auch, so Smuts, wenn es darum geht, Lebewesen in ihren Umgebungen zu untersuchen.[77] Er betont, dass sich mit der Betrachtung von Ganzheiten auch die zugrundeliegenden Konzepte der Kausalität verändern müssen: »The whole, therefore, completely transforms the concept of causality. When an external cause acts as a whole, the resultant effect is not merely traceable to the cause, but has become transformed in the process. The whole seems to absorb and metabolize the external stimulus and to assimilate it into its own activity; and the resultant response is no longer the passive effect of the stimulus or cause, but appears as the activity of the whole.«[78]

Jozef Keulartz zufolge stellt der Holismus in Aussicht, »to retain the anti-mechanist impulse of vitalism without recourse to some obscure life force.«[79] Der gemeinsame Nenner der Ansätze, die in der wissenschaftshistorischen Forschung unter dem Titel Holismus zusammengefasst werden, besteht, wie Anne Harrington in ihrer bedeutenden Studie *Re-Enchanted Science* zeigt, in einer Ablehnung der mechanistischen Welterklärung und der Suche nach einer Integration der teleologischen Zweckgerichtetheit von Organismen in die wissenschaftliche Forschung und die philosophische Auslegung ihrer Erkenntnisse.[80] Dabei zeigt sich bald, dass auch der Holismus keine Alternative darstellt, weil er eine metaphysische Kraft einführt, die außerhalb der physikalischen Welt steht.

Auf dem Feld zwischen Mechanismus und Holismus finden mithin auch für den Begriff *environment* zentrale Debatten statt. Bedeutsam für die biologisch-philosophischen Auseinandersetzungen der Zwischenkriegszeit ist die Suche nach dem, was voneinander abhängige Komponenten jenseits der Summe ihrer Eigenschaften als holistisch auszeichnet, nach dem also, was die nicht aus den Einzelteilen ableitbare Qualität einer Organisation oder eines systemartigen Gefüges ausmacht. Grob können dabei, um einen ersten Überblick über ein weites Feld zu geben, drei sich seit der Jahrhundertwende von ähnlichen Ausgangspunkten entwickelnde und parallel existierende Annäherungen an das Ganze unterschieden werden, die jeweils ontologische Thesen implizieren, methodologisch-experimentelle Herangehensweisen entwerfen und auf epistemologischen Vorannahmen ruhen: ein Holismus, dem es um die Ganzheit geregelter, stabiler Zusammenhänge verschiedenster Art geht, ein Organizismus, der die holistische These auf das Leben bezieht und nicht nur den Organismus, sondern auch seine Dyade mit dem *environment* als Bestandteil eines organischen Ganzen begreift, sowie schließlich eine systemtheoretische Annäherung, welche seit den 1930er Jahren in den Regelmäßigkeiten organisierter Zusammenhänge nach universellen Gesetzen

77 Vgl. Smuts (1926): *Holism and Evolution*.
78 Ebd., S. 126.
79 Keulartz, Jozef (1998): *Struggle for Nature. A Critique of Radical Ecology*. London, Routledge. S. 125.
80 Vgl. Harrington (1999): *Reenchanted Science*.

sucht und dabei ebenfalls das System einer Organisation in seiner Abhängigkeit und parallelen Unabhängigkeit von der Umgebung begreift. Unter Organisation versteht man in allen drei Tendenzen das Muster der stabilitätssichernden Beziehungen zwischen Organen oder der Verschränkung von Lebewesen und Umgebungen. Ein System ist korrespondierend etwas, dessen Teile so zu einer Organisation verfugt sind, dass sie nicht mehr separiert werden können, ohne die Organisation aufzulösen. Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten dieser Positionen sollen genauer thematisiert werden, weil zwischen ihnen entscheidende Weichenstellungen für die weitere Entwicklung des Begriffs *environment* getroffen werden.

Statt einer reduzierenden Rückführung auf Einzelteile wird in holistischen Philosophien das Individuelle dem Kollektiven untergeordnet. Das Ganze bestimmt seine Teile und ist in jedem seiner Elemente zu finden – im Gegensatz zum Mechanismus, für den das Ganze mit der Summe seiner Teile übereinstimmt oder sogar weniger sein kann und das Höhere auf das Niedrigere sowie das Komplexe auf das Einfache zurückgeführt werden muss.[81] Ontologisch behauptet der Mechanismus, dass physikalische und chemische Prozesse dem Leben zugrunde liegen. Epistemologisch geht er davon aus, die Eigenschaften eines Organismus seien durch seine Gesetze und Strukturen auf der Ebene der Einzelteile zu bestimmen. Statt einem solchen methodisch deduktiven Herangehen an Einzelfaktoren zu folgen, dessen Ziel die Formalisierung ist, will der Holismus der genannten Autoren ihren organischen Zusammenhang beschreiben. Aus ihm heraus organisiert sich eine Organisation und bringt ihren Zweck hervor.

Mit dieser organischen Teleologie werden, so die zeitgenössische, besonders vehement von Emil Du Bois-Reymond geäußerte Kritik am Vitalismus, zusätzliche Prinzipien wie etwa die Lebenskraft, Henri Bergsons *élan vital* oder die von Hans Driesch vorgestellte *Entelechie* vorausgesetzt, die als »Dienstmagd für alles«[82] dienen. Sie können nicht aus den untersuchten Elementen abgeleitet werden, widersprechen dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und sind weder chemischer noch physikalischer Art. Die Holisten wollen wie die Vitalisten, so einige Jahre später Edgar Zilsel, Mitglied des Wiener Kreises und damit strengster Opponent jeder Metaphysik, »das unprognostizierbare Streben, den freien Willen, die unberechenbare ›Beseelung‹ der Organismen, die der vorwissenschaftlichen Betrachtung selbstverständlich sind, irgendwie für die Wissenschaft retten.«[83] Am Holismus kritisieren die Mitglieder des Wiener Kreises seine überaus ungenaue Definition,

81 Vgl. dazu Lenoir, Timothy (1989): *The Strategy of Life. Teleology and Mechanics in 19th Century German Biology*. Chicago, University of Chicago Press.

82 Du Bois-Reymond, Emil: »Über die Lebenskraft«. In: ders. (1912): *Reden von Emil Du Bois-Reymond. Band 1*. Leipzig, Veit, S. 1-26. Hier: S. 11.

83 Zilsel, Edgar: »P. Jordans Versuch, den Vitalismus quantenmechanisch zu retten«. In: Stöltzner, Michael/Uebel, Thomas (Hg., 2009): *Wiener Kreis. Texte zur wissenschaftlichen Weltauffassung von*

die ihren strengen wissenschaftlichen Kriterien nicht ausreicht: »Da diese Begriffe nicht der Forderung nach Zurückführbarkeit auf das Gegebene genügen, so werden sie von der wissenschaftlichen Weltauffassung als metaphysisch abgelehnt.«[84] Wenn holistisch das Ganze mehr als die Summe seiner Teile sei und sich ein irreduzibler Mehrwert des Ganzen zeige, sei dieser Überschuss immer relativ zu einer Theorie und Beobachtung, die vorab bestimmt, im Vergleich zu was ein Mehr erscheint. Diese Theorie wiederum sei metaphysisch.

Während der Wiener Kreis auch sozialpolitisch ein demokratisches Programm fordert, kann der anti-mechanistische und anti-vitalistische Impuls, der die holistischen und später sogenannten organizistischen Bewegungen eint, auch als Reaktion auf die politischen, sozialen und wissenschaftlichen Zerwürfnisse der Zwischenkriegszeit gelesen werden. Vor allem in Deutschland entwickelt die Suche nach Ganzheitlichkeit eine politische Zugkraft mit fatalen Auswirkungen, die hier nur angedeutet werden können, angesichts der Wissenschaftspolitik der deutschsprachigen Nachkriegsökologie aber nicht unbeachtet gelassen werden dürfen. Während die umweltpolitischen Maßnahmen der Nationalsozialisten gut erforscht sind, bleibt die Rolle der Ökologie häufig unklar.[85] Da die Nähe zwischen

Rudolf Carnap, Otto Neurath, Moritz Schlick, Philipp Frank, Hans Hahn, Karl Menger, Edgar Zilsel und Gustav Bergmann. Hamburg, Meiner, S. 605-615. Hier: S. 615.

84 Hahn, Hans/Neurath, Otto/Carnap, Rudolf: »Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis«. In: Stöltzner, Michael/Uebel, Thomas (Hg., 2009): *Wiener Kreis. Texte zur wissenschaftlichen Weltauffassung von Rudolf Carnap, Otto Neurath, Moritz Schlick, Philipp Frank, Hans Hahn, Karl Menger, Edgar Zilsel und Gustav Bergmann*. Hamburg, Meiner, S. 3-29. Hier: S. 23. Vgl. zu einer Kritik am Holismus Schlick, Moritz: »Über den Begriff der Ganzheit«. In: *Erkenntnis* 5/1 (1935), S. 52-55. Dem Wiener Kreis geht es jedoch weniger um eine Positionsnahme innerhalb der Debatten als um die Klärung der Begriffe, um beiden Positionen ein Missverständnis ihrer eigenen Grundlage und ihrer Erklärungsmodi nachzuweisen, wie es etwa Philipp Frank ausführt (vgl. Frank, Philipp: »Mechanismus oder Vitalismus«. In: *Annalen der Naturphilosophie* 7 (1908), S. 393-409). Zudem vertritt vor allem Otto Neurath einen nicht mit dem biologischen zu verwechselnden semantischen Holismus, für den die Bedeutung von Wörtern aus dem Kontext entsteht.

85 Vgl. zur Umweltpolitik des Nationalsozialismus Brüggemeier, Franz-Josef/Cioc, Mark/Zeller, Thomas (Hg., 2005): *How Green were the Nazis? Nature, Environment, and Nation in the Third Reich*. Athens, Ohio University Press sowie Radkau, Joachim/Uekötter, Frank (Hg., 2003): *Naturschutz und Nationalsozialismus*. Frankfurt/Main, Campus Anne Bramwell hat die Politik des NS-Agrarministers Richard Walter Darré als Vorläufer grüner Umweltpolitik beschrieben: Bramwell, Anna (1985): *Blood and Soil. Richard Walther Darré and Hitler's Green Party*. Abbotsbrook, Kensal Press. Die Aufarbeitung der faschistischen Vergangenheit der Ökologie fasst diese zumeist als politisch-ideologische Gemengelage aus Naturschutz, völkischer Ideologie sowie Agrarpolitik und konzentriert sich dabei auf Darré und Ratzel. Eine Aufarbeitung der wissenschaftlichen Ökologie und ihrer holistischen Ansätze hingegen ist erst in Ansätzen geschehen, etwa in Potthast, Thomas: »Wissenschaftliche Ökologie und Naturschutz. Szenen einer Annäherung«. In: Radkau, Joachim/Uekötter, Frank (Hg., 2003): *Naturschutz und Nationalsozialismus*. Frankfurt/Main, Campus, S. 225-256.

Holismus und Nationalsozialismus in der einschlägigen wissenschaftshistorischen Sekundärliteratur bis heute gelegentlich ignoriert wird, ist es wichtig, diese historische Last in einem kurzen Exkurs anzusprechen.[86]

Mit ihrem Ansinnen gegen Liberalismus und Individualismus kann sich die holistische Tradition, wie eine Reihe von Studien minutiös nachgezeichnet hat, nicht völlig gegen totalisierende oder gar totalitäre Gesten und die Ausblendung von Differenzen bis hin zu den völkischen Konzepten nationalsozialistischer Biologie wappnen.[87] So ist es nicht verwunderlich, dass die Riege der bedeutenden deutschen Ökologen – der Smuts- und Haldane-Herausgeber Adolf Meyer-Abich, der vor und nach dem Krieg eine außerplanmäßige Professur für Philosophie und Geschichte der Naturwissenschaft in Hamburg innehat, Richard Woltereck, der von »ökologischen Gestalt-Systemen« spricht[88], und auch Jakob von Uexküll, der sich allerdings nicht als Ökologe versteht – 1933 das *Bekenntnis der deutschen Professoren zu Adolf Hitler* unterzeichnen. Karl Friederichs, von dem der Begriff *Holocoen* stammt, spricht 1937 in *Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung* von der Verbundenheit des Volkes mit seinem Raum und bezeichnet die Ökologie als »Lehre von Blut und Boden«[89]. Meyer-Abich schreibt 1939, dass der Holismus »das Erkenntnisprogramm unserer Generation am klarsten zu umreissen in der Lage ist«, die an »entscheidenden Wendepunkten der abendländischen Geistesgeschichte« stehe.[90] Zu dieser Zeit ist Meyer-Abich in Ciudad Trujillo am Deutsch-Dominikanischen Institut in der Dominikanischen Republik tätig und möchte die ehemaligen Kolonien, deren Lebensräume er erforscht, mit einer neuen Generation von Wissenschaftlern in naher Zukunft wieder besetzen, wie er in einem Bericht an das Kolonialpolitische Amt der NSDAP schreibt: »Nun ist gewiß mit gutem Grund, nämlich um der Verschleuderung wertvollen deutschen Blutes vorzubeugen, vor Jahren von kompetenter Seite einmal der Standpunkt vertreten worden, daß von deutscher Seite aus nur verheiratete Beamte in die Kolonien geschickt werden dürften.«[91]

86 Nicht angesprochen wird dies etwa in Trepl, Ludwig: »Geschichte des Umweltbegriffs«. In: *Naturwissenschaften* 79/9 (1992), S. 386-392 sowie Nennen, Heinz-Ulrich (1991): *Ökologie im Diskurs. Zu Grundfragen der Anthropologie und Ökologie und zur Ethik der Wissenschaften*. Opladen, Westdeutscher Verlag.

87 Vgl. Keulartz (1998): *Struggle for Nature* sowie Harrington (1999): *Reenchanted Science.*

88 Vgl. Woltereck, Richard (1932): *Grundzüge einer allgemeinen Biologie. Die Organismen als Gefüge/Getriebe, als Normen und als erlebende Subjekte*. Stuttgart, Enke.

89 Friederichs, Karl (1937): *Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung*. Leipzig, Barth. S. 91. Vgl. zu einer historischen Einordnung Friederichs Deichmann, Ute (1995): *Biologen unter Hitler. Porträt einer Wissenschaft im NS-Staat*. Frankfurt/Main, Fischer. S. 124.

90 Meyer-Abich, Adolf: »Hauptgedanken des Holismus«. In: *Acta Biotheoretica* 5/2 (1940), S. 85-116. Hier: S. 89f.

91 Meyer-Abich, Adolf: Gedanken über die Organisation der wissenschaftlichen Forschung in den Kolonien, 12. November 1940, zitiert nach: Deichmann (1995): *Biologen unter Hitler*. S. 106.

Der deutschsprachige Holismus der Jahre vor dem Krieg fordert mit einer unverhohlenen Totalisierungsgeste, alle individuellen Interessen der Bewegung des Ganzen unterzuordnen, für das man mit der Sprache der Ökologie die richtigen Konzepte zu haben glaubt. Diese Ökologie steht damit in einer konservativen kulturpolitischen Traditionslinie, deren Demokratieskepsis schon bei Uexküll deutlich zu Tage tritt. Während Woltereck und Uexküll 1944 sterben, bleibt Meyer-Abich bis 1958 Professor in Hamburg. Auch Friederichs behält seine Position. Selbst wenn es trotz des der Natur einen intrinsischen Wert zusprechenden Reichsjagdgesetzes von 1934 und des Reichsnaturschutzgesetzes von 1935 stimmen mag, wie Meyer-Abichs Sohn Michael behauptet, dass der Holismus für die Nationalsozialisten »auch in seinem Bekenntnis zu Husserl, als künftige Philosophie des Menschen nicht akzeptabel war«[92], war der Nationalsozialismus dennoch für die meisten deutschsprachigen Ökologen dieser Zeit nicht nur akzeptabel, sondern ein Versprechen auf eine von Demokratie, Individualismus und Liberalismus gereinigte Zukunft, in der das Ganze über dem Einzelnen steht.[93] Entscheidend ist dabei, dass die ökologischen Umgebungskonzepte der genannten Autoren die Grundlage einer – letztlich im Nationalsozialismus im Vergleich zu anderen völkischen Wissenschaftsideologien wenig einflussreichen – Schule ökologischen Denkens bilden, die auch nach dem Krieg nicht abbricht.

Die Ökologie operiert in Deutschland, wo sie seit den 1920er Jahren als Fachgebiet der Biologie an den Universitäten gelehrt wird, auf der Ebene der Bevölkerung und ihrer Lebensbedingungen, erweitert sie, folgt man Benjamin Bühler, aber um ihre Einfassung in den *Lebensraum*: »Mit der Wende vom individuellen Körper zur Lebensgemeinschaft und ihren Räumen transformierten die ersten deutschen Ökologen die politisch-ökonomische Erfassung der Bevölkerung in die Ökologie, welche als neue Einheitswissenschaft die politische Herstellung der sozialen Ho-

92 Meyer-Abich, Klaus Michael: »Der Holismus im 20. Jahrhundert«. In: Böhme, Gernot (Hg., 1989): *Klassiker der Naturphilosophie*. München, Beck, S. 313-330. Hier: S. 326.

93 Wenn der Physiker, Politiker und Umweltaktivist Karl Michael Meyer-Abich 1997 behauptet, die Krisen und Umbrüche, von denen sein Vater kurz vor dem Ausbruch des Zweiten Weltkriegs spricht, seien als eine wissenschaftliche Revolution im Sinne Thomas Kuhns zu verstehen, droht er mit der Ausblendung des historischen Kontextes die Grenze zum Revisionismus zu überschreiten (vgl. Meyer-Abich, Klaus Michael: »Einführung«. In: ders./Scherhorn, Gerhard (Hg., 1997): *Vom Baum der Erkenntnis zum Baum des Lebens. Ganzheitliches Denken der Natur in Wissenschaft und Wirtschaft*. München, Beck, S. 9-18. Hier: S. 11). Das gleiche gilt, wenn Karl Michael Meyer-Abich über den südafrikanischen Rassisten und Holisten Jan Smuts, seines Zeichens General, Premierminister und Verantwortlicher für eine Reihe von Massakern, allen historischen Erkenntnissen widersprechend behauptet, die Apartheid sei gegen dessen Willen eingeführt worden (vgl. Meyer-Abich: »Der Holismus im 20. Jahrhundert«, in: Böhme (Hg., 1989): *Klassiker der Naturphilosophie*. S. 320; vgl. dazu auch kritisch Keulartz (1998): *Struggle for Nature*. S. 137).

möostase anleiten sollte.«[94] Der Zweite Weltkrieg markiert mithin für die Ökologie im internationalen Maßstab eine Wende, weil er der Affirmation der Ganzheit ihre Unschuld raubt und eine grundsätzliche Reformierung der zugrundeliegenden Konzepte erfordert. Adornos Sentenz »Das Ganze ist das Unwahre«[95] gewinnt in diesem Zusammenhang neue Sprengkraft. Aus dieser politischen und theoretischen Lage zwischen den beiden Polen von Materialismus und Holismus heraus wird der Aufstieg systemorientierten und kybernetischen Denkens in den späten 1950er Jahren im englischsprachigen Raum verständlich – und die verzögerte Aufnahme dieser Ansätze in Deutschland.[96]

3.4 Leben und *environment*

Diese Pattstellung der beiden Pole Holismus und Mechanismus versuchen in der Zwischenkriegszeit organizistische und systemorientierte Ansätze auf jeweils eigene Weise aufzulösen, ohne ihr jedoch gänzlich entgehen zu können. Innerhalb dieser Debatten, an denen die zu dieser Zeit vornehmlich als Populationsbiologie verstandenen Ökologie nicht beteiligt ist, wird die Dyade nach und nach zu einem irreduziblen Bollwerk gegen den Mechanismus und den Vitalismus ausgebaut, welche beide, so der Vorwurf, die Bedeutung des *environments* zur Erklärung von Lebensvorgängen missachten. In der Reziprozität der Dyade sehen Autoren wie John Scott Haldane, Lawrence J. Henderson oder Walter B. Cannon den methodischen wie philosophischen Ausgangspunkt für ein neues, eben organizistisches, ganzheitliches Verständnis biologischer Vorgänge, die bis dato ausschließlich auf das

94 Bühler, Benjamin: »Austernwirtschaft und politische Ökologie«. In: Heiden, Anne von der/Vogl, Joseph (Hg., 2007): *Politische Zoologie*. Zürich, Berlin, Diaphanes, S. 275-286. Hier: S. 281.

95 Adorno, Theodor W. (1951): *Minima Moralia*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. Hier: S. 57.

96 Während Frank Golley die These vertreten hat, die Ökosystem-Ökologie habe sich in Deutschland erst verspätet durchgesetzt, weil holistische Thesen nach ihrer Verwendung im Nationalsozialismus diskreditiert gewesen seien, stellt sich für Kurt Jax die Lage andersherum dar: Aufgrund einer ungebrochenen Tradition des Holismus auch nach dem Zweiten Weltkrieg habe sich das Ökosystem-Konzept nicht etablieren können, weil es mit seiner erkenntnistheoretischen Grundierung, die noch näher erläutert werden wird, nicht an die universalistische Ontologie des deutschsprachigen Holismus im Anschluss an Thienemann und Friederichs anschlussfähig gewesen sei. Dafür spreche auch die personelle Kontinuität auf den Lehrstühlen, auf denen nach dem Krieg unter Ausklammerung der nunmehr diskreditierten Teile die ökologische Arbeit fortgesetzt wird (vgl. Jax, Kurt: »Holocoen and Ecosystem. On the Origin and Historical Consequences of Two Concepts«. In: *Journal of the History of Biology* 31/1 (1998), S. 113-142. Hier: S. 130). So erscheint, wie Thomas Potthast gezeigt hat, August Thienemanns 1939 erstmals veröffentlichtes Buch *Grundzüge einer allgemeinen Ökologie* um zahlreiche in der NS-Rhetorik gehaltene Abschnitte gekürzt 1956 in der Reihe *Rowohlts Deutsche Enzyklopädie* (vgl. Potthast: »Wissenschaftliche Ökologie und Naturschutz«, S. 252).

Ganze eines von seiner Umgebung isolierten Organismus bezogen worden waren. Nur aus diesem Ganzen heraus werde das Leben und die Organisation der Organismen verständlich, und nur dieses Ganze könne die Basis für die neuen Konzepte der Selbstorganisation und der Homöostase bilden, welche die alten Harmoniebestrebungen durch die Vorstellung einer dynamischen Stabilität ersetzen. Indem sie Leben als das Wechselspiel der Dyade und diese als das Ganze definieren, handeln sie sich jedoch ein Skalierungsproblem ein, das in ihren Schriften nicht adressiert wird: Was sind die Grenzen eines *environments*? Was unterscheidet das *environment* eines Organismus vom Rest des Universums?

Selbst wenn zu dieser Zeit, aber auch in der aktuellen wissenschaftshistorischen Literatur, Holismus und Organizismus häufig synonym verwendet werden[97], ist es für den weiteren Verlauf bedeutsam, auf ihren Unterschieden zu beharren: im Gegensatz zum Holismus beschränkt sich der Organizismus zunächst auf Lebendiges und agiert damit in anderen wissenschaftlichen Kontexten. Als zentrales Aushandlungsfeld der organizistischen Fragen kann neben der Embryologie die Physiologie gelten, während die Verbindung zur Ökologie brüchig ist.[98] Als Charakteristikum des Organizismus wird üblicherweise herangezogen, dass er Analogien zum Organismus als Erklärung der Natur postuliere. Doch der Wissenschaftstheoretiker D.C. Phillips hat argumentiert, dass diese Annahme für die historisch unter diesem Namen fungierenden Positionen weniger wichtig ist als fünf andere Ideen: erstens, dass die mechanistische Herangehensweise für die biologischen Phänomene des Organismus ungeeignet sei (d.h. für Organismen); zweitens, dass das Ganze mehr sei als die Summe seiner Teile; drittens, dass das Ganze seine Teile determiniere; viertens, dass die Teile nicht unabhängig vom Ganzen erklärt werden können; und fünftens, dass die Teile auf dynamische Weise in Wechselwirkung stünde.[99] In sehr unterschiedlichen Ausprägungen und mitunter divergenten Perspektiven finden sich diese Ideen auch bei den hier behandelten Autoren.

Den organizistischen Ansatz, wie er seit den 1920er Jahren im englischsprachigen Raum unter anderem von den drei genannten Autoren, aber auch von Edward Stuart Russell, Joseph Henry Woodger und C. D. Broad entworfen wird, zeichnet aus, den Zusammenhang biologischer Prozesse von ihrer Organisation her zu begreifen. Zwar ist der Begriff des Organismus, der auf Aristoteles' *organon* zurückgeführt werden kann, schon seit Xavier Bichât, Karl Ernst von Baer und vor allem

97 So etwa in Jax: »Holocoen and Ecosystem«. S. 116.

98 Im englischen Sprachraum sind diese Unterschiede allerdings ausgeprägter, weil es deutschen Holisten wie den genannten Meyer-Abich, Woltereck und Friederichs mit ihren Konzepten der *Biozönose*, des ökologischen *Gestaltsystems* oder des *Holocoens* um universalere, totalisierbare Zusammenhänge geht, die vom Leben als primärem Phänomen ausgehen und sich auch politisch gegen Individualität wenden.

99 Vgl. Phillips, D. C.: »Organicism in the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries«. In: *Journal of the History of Ideas* 31/3 (1970), S. 413-432. Hier: S. 413.

Claude Bernard im Umlauf, doch markiert er bis dahin eher ein Funktionsprinzip als ein biologisches Interesse an den Regeln oder Qualitäten von Organisationen, wie es in den 1920er Jahren in den Vordergrund rückt.[100] Seit Ende des 18. Jahrhunderts wird bei den genannten Autoren Leben als Gefüge von Organen gefasst, das durch die funktionale Organisation von Totem unterschieden ist und Einheiten bildet. Diese werden im frühen 20. Jahrhundert nicht nur als isolierte Individuen, sondern auch hinsichtlich ihrer Einbindung in ihre Umgebungen experimentell untersucht. Besonders einprägsam hat Donna Haraway die Entstehung des Organizismus in ihrer 1976 erschienenen Dissertation *Crystals, Fabrics, and Fields – Metaphors that shape Embryos* erörtert.[101] In ihrer biologischen Erstausbildung Schülerin George Evelyn Hutchinsons, des Begründers der kybernetischen Fassung der Ökologie, schildert Haraway, wie sich der Organizismus der Biologie weder als Fortsetzung des Vitalismus noch als Mechanismus versteht, sondern vielmehr angesichts der Formbildungsprozesse der Embryogenese weder Mechanismen noch Lebenskräfte gelten lassen kann.[102] Den Übergang von diesen opponierenden Polen zum Organizismus, der für die Lebenswissenschaften des 20. Jahrhunderts von entscheidender Bedeutung ist, situiert Haraway im Wechsel von metaphysischen zu epistemologischen Fundierungen, die sie anhand der Forschungsfelder der Embryologie herausarbeitet. Im Folgenden soll diese Überlegung anhand der Arbeiten Haldanes, Hendersons und Cannons auf die Physiologie ausgeweitet werden. Denn in deren Forschung, die bei Haraway nur am Rande erwähnt wird, zeigt sich besonders deutlich, dass der Organizismus, auch wenn er nicht ökologisch argumentiert, auf der Basis der Dyade von Organismus und *environment* operiert, sie in Experimentalsystemen synthetisierbar und in einem letzten Schritt zur Grundlage einer neuen Weltsicht macht.

Entscheidend für die hier verfolgte Perspektive ist die Tatsache, dass die Ansätze aller drei Autoren sich in besagtem Zeitraum gegen Mechanismus und Vitalismus zugleich wenden. Mit dem Impetus der Lösung einer historischen Stauung präsentieren sie sich immer wieder als Alternative zu ihrem Streit. Die dahingehenden Argumente der Organizisten sind, wie Haraway zeigt, trotz Unterschieden

100 Vgl. Wolfe: »Do Organisms Have An Ontological Status?«. Zur Einordnung in die Geschichte der Biologie des 20. Jahrhunderts vgl. Allen, Garland E. (1975): *Life Science in the 20th Century*. New York, Wiley. S. 73–112; Cheung (2014): *Organismen*; Toepfer, Georg: »Organismus«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 777-842.

101 Vgl. Haraway, Donna J. (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields. Metaphors of Organicism in Twentieth-Century Developmental Biology*. New Haven, Yale University Press.

102 Darauf spielt Haraway gut zehn Jahre später in ihrem *Cyborg Manifesto* an, wenn sie schreibt: »We don't need organic holism to give impermeable wholeness, the total woman and her feminist variants (mutants?).« Haraway, Donna J.: »A Cyborg Manifesto. Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century«. In: dies. (Hg., 1991): *Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature*. New York, Routledge, S. 149-183. Hier: S. 178.

im Detail weitestgehend vergleichbar.[103] Mechanistisch kann das Ganze nur mit der Summe seiner Teile identisch sein und muss auf physikalische und biochemische Gesetze zurückgeführt werden. Dies scheint angesichts der immer deutlicher hervortretenden Besonderheiten der Selbstorganisation nicht ausreichend, die regulativen Vorgänge zu erfassen, die solche Zusammenhänge zu Organisationen machen. Die auf der Makroebene erscheinenden Eigenschaften eines Organismus – etwa sein Verhalten – können, so die Annahme, nicht auf die Mikroebene – etwa die Biochemie seines Nervensystems – reduziert werden. Ein Teil ist demnach nicht nur ein Rädchen im Ablauf des Ganzen, sondern eine Manifestation der Wirkung aller anderen holistisch miteinander verschränkten Bestandteile. Die Organisation der Teile bestimmt somit den Wert des Ganzen. Während der Mechanismus das Zusammenwirken der Einzelteile nicht erklären kann und vielmehr bei isolierten Bestandteilen ansetzt, wirkt auch der Rückgriff auf Lebenskräfte und vitale Prinzipien zunehmend anachronistisch, weil offensichtlich wird, dass das organische Zusammenwirken auf Regelungs- und Kontrollvorgängen beruht, die der Vitalismus mit metaphysischen Kräften verdeckt. Im Gegensatz zum Vitalismus gehen die Organizisten Haraway zufolge davon aus, dass sich die Eigenschaften des Lebens ohne eine zugrundeliegende Kraft anhand der Ordnungsprinzipien der Ganzheit aus *environment* und Organismus, der Effekte der Gerichtetheit und der Prinzipien der Regulation erklären lassen.

3.4.1 John Scott Haldanes Physiologie der Dyade

Auch in der Physiologie wird seit der Jahrhundertwende um die Bedeutung des *environments* gerungen. Wie sich zeigen wird, hängt die organizistische Deutung physiologischer Vorgänge über den Import von Claude Bernards Konzept des *milieu intérieur* eng mit der experimentellen wie theoretischen Exploration von Lebensumgebungen zusammen. Wie Evelyn Fox-Keller gezeigt hat, dient das Konzept der Selbstorganisation bis zum Aufstieg der Kybernetik auch dazu, lebende von nicht-lebenden Systemen abzugrenzen, weil die Lebendigkeit ersterer nur dann verständlich wird, wenn man sie in ihrer Wechselwirkung mit dem *environment* beschreibt.[104] Eine Organisation, ob biologischer oder auch sozialer Art, kann dieser Auffassung zufolge die für ihren Fortbestand nötigen Bestandteile selbst

103 Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*. S. 33f.

104 Vgl. Fox-Keller, Evelyn: »Organisms, Machines, and Thunderstorms. A History of Self-Organization. Part 1«. In: *Historical Studies in the Natural Sciences* 38/1 (2008), S. 45-75. Vgl. auch Adolphs, E. F.: »Early Concepts of Physiological Regulations«. In: *Physiological Review* 41/4 (1961), S. 737-770. Adolphs zeigt, dass bereits im 18. Jahrhundert von Lavoisier beschrieben wird, wie Regulation die Freiheit eines Lebewesens an seine Determination bindet. Vgl. auch Canguilhem, Georges (2017): *Regulation und Leben*. Berlin, August.

hervorbringen und prozessieren. Als selbstorganisierende Einheiten sind Organismen oder Systeme von ihren *environments* zugleich abhängig und unabhängig. Sie sind, um spätere systemtheoretische Begriffe zu verwenden, operational geschlossen und rekursiv organisiert, produzieren also ihren funktionalen Fortbestand aus der Organisation ihrer Bestandteile. Sie erzeugen ihre Stabilität durch beständigen Ausgleich mit dem *environment* selbst.

1928 fasst ein anonymes Editorial der Zeitschrift *Nature* die jahrhundertelangen Spekulationen über »the meaning and source of life« zusammen und wendet sich gegen »those – fewer now than a century ago – who drew a sharp line of distinction between the living and the non-living, between the inorganic and the organic world.«[105] Unter der gewichtigen Überschrift *Life and Death* formuliert das Editorial folgende Zeilen über die zu dieser Zeit zentrale Herausforderung der Biologie: »The fundamental distinction between the living and the non-living is that whilst it is possible to isolate the phenomena of the inorganic world, it is impossible to consider a living organism apart from its environment; it is, in fact, its reactions and adaptations to changes in its surroundings which distinguish the living from the inanimate and form the basis of the science of biology.«[106] Die zunehmende thermodynamisch orientierte biochemische Grundierung der Biologie, aber auch die Konfrontation mit den bereits zu dieser Zeit um sich greifenden Möglichkeiten der künstlichen Erzeugung organischer Substanzen, etwa in den Arbeiten Hans Spemanns, der Zellen verschiedener Organismen ineinander pfropft und damit die Grenze zwischen Lebendigem und Nicht-Lebendigem verwischt, erfordere eine Neuausrichtung der biologischen Wissenschaften.

Die biologischen Wissenschaften dieser Zeit verfügen, so das zitierte Editorial, über keine einheitliche Theorie des Lebens. Um diesen festgefahrenen Positionen zu entkommen und schließlich auch die am Ende des Editorials gestellte Frage nach dem evolutionären Ursprung des Organischen aus dem Anorganischen zu beantworten, sei ein neuer Blick auf das Lebendige nötig: der Unterschied zwischen Organischem und Anorganischem liege weniger in einer Beseelung des ersteren mit einer vitalen Kraft oder einer rein mechanischen Erklärung des Organischen durch das Anorganische, als vielmehr in der Tatsache, dass das Organische nur in seinem Verhältnis zum *environment* verstanden werden könne – in einem für das Überleben notwendigen Austausch von Energie und Materie, in einem evolutionären Adaptionsverhältnis, in einer durch zahlreiche Faktoren verschränkten Abhängigkeit. Entsprechend lautet die Forderung, das Lebendige neu zu definieren – als die Reziprozität des umgebenden Anorganischen zum umgebenen Organischen. Eine »inorganic machine«, so das Editorial weiter, »simply fails to run, when the

105 Anonym: »Life and Death«. In: *Nature* 122/3075 (1928). Hier: S. 501.
106 Ebd., S. 502.

supply of fuel gives out.«[107] Sie ist in diesem Sinne unabhängig von ihrer Umgebung, weil sie in unterschiedlichen *environments* funktioniert. Eine organische Maschine, »the machine of the cell« hingegen, also ein Gegenstand der Biologie, »does not simply remain […] *in statu quo*, like a run-down machine; it disintegrates.«[108] Ein Lebewesen stirbt, wenn es sich nicht mehr auf sein *environment* beziehen kann. In dieser Abhängigkeit ist es jedoch unabhängig und kann sich in seiner Umgebung frei bewegen.

In den zitierten Zeilen wird an einem prominenten Ort ein neues Selbstverständnis der Biologie artikuliert, von der Organismen nicht mehr als isolierte Lebewesen, sondern in ihren gegenseitigen Austauschverhältnissen und organische Substanzen vornehmlich in ihren energetischen Abhängigkeiten vom *environment* erforscht werden sollen.[109] An die Stelle der Analyse der Formen, Genesen und Strukturen von Organismen soll eine Erforschung der Abhängigkeit von Lebewesen und Umgebungen treten. In ihrer Adaption an das *environment*, so die neue Perspektive, generieren organische Substanzen und aus ihnen zusammengesetzte Organismen ihr eigenes Fortbestehen. Indem sich die Physiologie vom isolierten Organismus abwendet und ihn vielmehr als umgebenen, von der Umgebung abhängigen, mit dieser Umgebung in Austausch stehenden und evolutionär an seine Umgebung angepassten Organismus verhandelt, wird nichts weniger als ein neues Konzept des Lebendigen auf der Grundlage von Umgebungswissen formuliert und zugleich im Kontext der Entstehung einer neuen Biopolitik der indirekten Regulation der Zirkulation von Stoff- und Energieströmen zwischen Organismen bzw. Populationen und ihren *environments* experimentell erprobt. Das Instrument dieser Biopolitik ist die Gestaltung künstlicher Umgebungen, durch die die umgebenen Körper normiert werden.

In diesem reziproken Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem suchen in den 1920er und 1930er Jahren die Physiologen Haldane, Henderson und Cannon einen Schlüssel zum Verständnis der Natur. Sie setzt sich damit von der Physiologie des 19. Jahrhunderts ab, die bis Claude Bernard – und auch noch vorrangig in seinen Arbeiten – Organismen in ihrer Vereinzelung untersucht hatte, um ihnen die Regelhaftigkeiten des Lebens zu entlocken. Betrachtet man das Leben und damit den genuinen Gegenstand der Biologie als Wechselspiel von Organismus

107 Ebd., S. 503.

108 Ebd.

109 Tobias Cheung hat in seiner Geschichte des Organismuskonzepts von 1780 bis 1860 gezeigt, dass in der französischen Biologie die Reziprozität von Organismen und ihren *milieus* bereits zu dieser Zeit als Inbegriff des Lebendigen verstanden wird. Mit Claude Bernards experimenteller Physiologie zur Wärmeregulierung und Ernährung von Tieren beginnt um 1860 die systematische Erforschung von Umgebungsrelationen durch die Gestaltung von *milieus*, die von der englischsprachigen Physiologie rasch aufgenommen wird (vgl. Cheung (2014): *Organismen*. S. 12).

und *environment*, wendet man sich damit zugleich vom Mechanismus und seiner Rückführung des Organischen auf die Gesetze des Anorganischen ab, weil alles von seiner Umgebung her gedacht und deshalb nichts mehr isoliert wird. Stabilität – und damit der Fortbestand des Lebens – wird in diesen Debatten, wie Fox-Keller zeigt, nicht allein als ein Resultat der inneren Organisation von Lebewesen verhandelt, sondern könne nur verstanden werden, wenn man die Rolle des *environments* in Rechnung stelle.

Mit der Hilfe von Umgebungskonzepten lässt sich die Entwicklung oder das Verhalten eines Lebewesens nicht länger allein mit Rekurs auf ein vorgegebenes Programm oder eine organische Ordnung im Inneren, sondern nur in Abhängigkeit von ihnen Umgebungen und damit weitaus komplexer als in der traditionellen Naturgeschichte erklären. Umgebungskonzepte sind damit Teil der Ablösung der Biologie von der Naturgeschichte, in deren Verlauf erstere zur eigenständigen Wissenschaft wird, weil sie das Leben zu ihrem Gegenstand erklärt. Dieser Schritt, Wolfgang Lefèvre zufolge mit den Evolutionstheorien des 19. Jahrhunderts begonnen[110], ist zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch nicht abgeschlossen. Wie jede junge Disziplin muss sich auch die Biologie weiter um ihren Gegenstand bemühen. In Haldanes Texten ist dies deutlich spürbar. Sein Organizismus besteht in der Annahme, dass das Ganze, welches das Leben erklären kann, im Verhältnis von Organismus und *environment* zu finden sei.

Entsprechend soll nun einer der Kontexte rekonstruiert werden, in dem die Dyade als Lösung des Streits zwischen Holismus bzw. Vitalismus und Mechanismus sowie als Alleinstellungsmerkmal der Biologie identifiziert wird. In den 1920er Jahren wird besonders eindringlich in den Schriften des Schotten Haldane, aber auch den beiden Amerikanern Henderson und Cannon die Position vertreten, dass angesichts der Erkenntnisse der organischen Chemie, der Entwicklungsbiologie und der Embryologie weder Vitalismus noch Mechanismus geeignet sind, den Stand des Wissens über die Abläufe des Lebens zu erklären: ersterer führe unerklärte Prinzipien ein, letzterer reduziere alles auf die Gesetze der Physik. Eine Alternative sehen beide Autoren, deren Schriften weite Kreise ziehen und sich aufeinander stützen, aber auch voneinander abgrenzen, in der Beachtung des *environments*, die sie sowohl philosophisch wie auch experimentell auf neue Grundlagen stellen. Cannon nimmt diese Überlegungen einige Jahre später auf und entwirft mit der Homöostase ein proto-kybernetisches Konzept des Austauschs zwischen *environment* und Organismus.

In *The Philosophical Basis of Biology* von 1931, gleichsam einem Testament seiner Theorie, schreibt der durch das philosophisch ausgerichtete Biologie-Studium

110 Vgl. Lefèvre, Wolfgang (1984): *Die Entstehung der biologischen Evolutionstheorie*. Frankfurt/Main, Ullstein.

in Edinburgh geschulte und aus einer aristokratischen Familie stammende Physiologe Haldane: »Vitalism in any form has the same fundamental defect as the mechanistic theory of life. It assumes that a living organism and its environment can be separated in observation and thought, when they cannot be separated.«[111] Haldane, der sich seit den 1880er Jahren vor allem mit Atmungsprozessen und dem Blutkreislauf beschäftigt, bringt damit Überlegungen an ein Ende, die ihn seit dem Beginn seiner Forschung begleiten. Bereits in einer seiner ersten Veröffentlichungen, dem 1884 in der philosophischen Zeitschrift *Mind* erschienenen Aufsatz »Life and Mechanism«, beschreibt er das *environment* nicht als abgeschnittenes Außen, sondern als Voraussetzung des Lebendigen und skizziert damit die Position, die er sein Leben lang vertreten wird: »*The parts of an organism and its surroundings thus form a system*, any one of the parts of which constantly acts on the rest, but only does so, qua part of the system, in so far as they at the same time act on it.«[112] 1917 unterscheidet er, dem Gewährsmann Claude Bernard folgend, in ein *internal* und ein *external environment*, die – zentrierter als bei Bernard – gleichermaßen dyadisch mit dem Organismus verschränkt sind. So formuliert er noch etwas prägnanter: »An organism and its environment are one, just as the parts and activities of the organism are one, in the sense that though we can distinguish them we cannot separate them unaltered and consequently cannot understand or investigate them apart from the rest.«[113] Die Vorgänge des Lebens, das besagen diese aus drei unterschiedlichen Epochen stammenden Zitate, können nicht verstanden werden, wenn man sie allein im Organismus verortet. Haldanes aufgrund seines zeitweise missionarischen Anspruchs durchaus kontroverses Konzept des Lebens, das weder eine mystische Lebenskraft voraussetzt noch reduktionistisch vorgeht, basiert auf der Grundlage der reziproken Dyade von Organismus und *environment*.

Die Dyade wird für Haldane zum Ausgangspunkt einer Biologie, die Anspruch auf die Vorherrschaft im Haushalt der Wissenschaften erhebt, weil sie dem fundamentalen Phänomen des Universums auf den Grund gehen könne. Die Physiologie wird in diesem Sinne parallel zur, aber weitestgehend unabhängig von der

111 Haldane, John Scott (1931): *The Philosophical Basis of Biology*. London, Hodder and Stoughton. S. 31.

112 Haldane, John Scott: »Life and Mechanism«. In: *Mind* 9/33 (1884), S. 27-47. Hier: S. 33. Hervorhebungen im Original. In diesem Text ist, dreißig Jahre nach Spencers Etablierung des Begriffs, erst an wenigen Stellen von *environment* für *surroundings* die Rede. Den System-Begriff hingegen verwendet Haldane in späteren Schriften nicht mehr, gibt aber auch keinen Hinweis auf seinen Ursprung.

113 Haldane, John Scott (1917): *Organism and Environment as Illustrated by the Physiology of Breathing*. New Haven, Yale University Press. S. 99. Vgl. zu Haldanes Organizismus auch Peterson, Erik L. (2016): *The Life Organic. The Theoretical Biology Club and the Roots of Epigenetics*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

im gleichen Zeitraum universitäre Weihen erlangenden Ökologie zur Umgebungswissenschaft. Entsprechend ist Haldanes zentrales Desiderat eine neue Logik, die das Verhältnis von *environment* und Organismus als Wechselwirkung zu erklären vermag. »In being made to react on the surroundings the organism is determined by its own influence acting through the surroundings. The surroundings acting on the organism are therefore at the same time acted on by it. […] The two stand to one another, not in the relation of cause and effect, but in that of reciprocity.«[114] Eine Ursache, die auf diese Weise einen Effekt auf der anderen Seite zeitigt, wirkt auf das Verursachende zurück, weil das Verursachte in unhintergehbarer Reziprozität mit ihr verschränkt ist. In anderen Worten: das traditionelle Konzept von Kausalität scheint ungeeignet, um die Relation zwischen Organismen und *environments* zu erfassen. Im Gegensatz zur mechanistischen Maschine kann der Organismus das, was er in seine Umgebung ausstößt, wieder in seinen Fortbestand integrieren: »The surroundings, in fact, are so acted on as to be caused to direct to the organism a supply of potential energy sufficient to make up for what has been spent.«[115] Ein Regenwurm, so ein berühmtes, von Haldane angeführtes Beispiel aus Darwins *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits*, durchwühlt die Erde, weil sie so beschaffen ist, dass er dadurch Nahrung erhält und er erhält aus der Erde Nahrung, weil er sie durchwühlt und somit seine Umgebung auf eine bestimmte Weise anpasst.[116] Die Form, in der er existiert, ist durch seine Anpassung bedingt. Um dieses reziproke Verhältnis zu erklären, reicht Haldane zufolge die klassische, vor allem in der Physik erfolgreiche Kausalität von Ursache und Wirkung nicht mehr aus. Auch wenn der zu diesem Zeitpunkt 24 Jahre alte Haldane allenfalls andeutet, wie diese neue Denkweise der Reziprozität operieren könnte und für diese Ungenauigkeit von William James an gleicher Stelle scharf kritisiert wird[117], werden an seinen Schriften über einen Zeitraum von 50 Jahren doch drei Schritte ihrer Etablierung deutlich: ein ontologischer, ein methodischer und ein experimenteller. Sie verankern das Denken von *environments* und eine damit einhergehende Biopolitik in der organizistischen Orientierung der Biologie.

Erstens basiert auf ontologischer Ebene Haldanes Ablehnung der tradierten Erklärungsmodelle des Vitalismus bzw. Holismus und des Mechanismus auf deren Unfähigkeit, Umgebungen zu beachten und so das Lebendige vom Nicht-Lebendigen zu scheiden. Erst wenn sie Organismen nicht vereinzelt, sondern umhüllt vom *environment* begreife, könne die organizistische Biologie den Anspruch erfüllen, die Erste der Wissenschaften zu sein. Diese Neuausrichtung, für

114 Haldane: »Life and Mechanism«. S. 33.

115 Ebd., S. 28.

116 Vgl. Darwin, Charles (1881): *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits*. London, John Murray.

117 Vgl. James, William: »Absolutism and Empiricism«. In: *Mind* 9/34 (1884), S. 281-286.

die Haldane nur das prominenteste Beispiel ist, gewinnt schnell an theoriepolitischem Potential. Sie verspricht, den langen Streit zu beenden und eine Weltsicht zu eröffnen, die den vielfältigen – auch sozialen und politischen – Verwerfungen der Zwischenkriegszeit angemessen ist. Insofern der Vitalismus und auch der Holismus, von denen Haldane inspiriert ist, sich aber auch abgrenzt, Organismen isoliert von dem betrachten, was sie umgibt, können sie wie der Mechanismus nicht erfassen, dass sich das, was Leben genannt wird, zwischen einem Organismus und seinem *environment* abspielt: »The life of an organism must be regarded as an objective active unity which embraces its environment, and manifests itself not merely in the mutual relations between the parts of the organism itself, but also between the organism and its environment.«[118] Es gibt also zwei Ganzheiten: die des Organismus, der gegen das *environment* abgegrenzt sein muss, um sich von ihm zu unterscheiden, und die der genannten ›active unity‹ der Reziprozität von Organismus und *environment*. Während das *external environment* zusammen mit dem Organismus ein Ganzes bildet, wird die eigenständige Ganzheit des Organismus von seinem *internal environment* konstituiert. Das *internal environment* bildet auch im Inneren des Organismus eine äußere Umgebung in Bezug auf die Organe des Organismus, die vom *external environment* derart umgeben wird, dass der Organismus nicht mehr isoliert gedacht werden kann. In diesem Sinne verschiebt die Dyade von Organismus und *environment* das bei Bernard beschriebene Verhältnis von *milieu intérieur* und *milieu extérieur* hin zu einer starken Zentrierung.

Der neuartige Ansatz Haldanes, der auch das eingangs angeführte Editorial prägt, das zwar anonym ist, aber durchaus aus Haldanes Feder oder der eines anderen Organizisten stammen könnte, besteht darin, das *environment* nicht als etwas Anorganisches dem Organischen entgegenzusetzen.[119] Würde eine Wissenschaft des Lebens das *environment* als etwas Anorganisches und damit als etwas vom Leben Getrenntes ansehen, würde sie allzu schnell zu einer nur auf den isolierten Organismus beschränkten Perspektive zurückkehren. Das Verhältnis von Organischem und Anorganischem soll nicht dadurch aufgehoben werden, dass das Organische mechanistisch nach den Gesetzen des Anorganischen erklärt oder aber dem Organischen eine eigene Kraft zugesprochen wird, sondern indem beide als derart verschränkt erkannt werden, dass eine Abgrenzung sinnlos erscheint. Beide sind ›das Leben‹. Anders ausgedrückt: die Unterscheidung von Lebendigem und Nicht-Lebendigem wird nicht länger mit der Unterscheidung von Organischem und Anorganischem gekoppelt, sondern basiert vielmehr auf der reziproken Wechselwir-

118 Haldane, John Scott (1935): *The Philosophy of a Biologist*. Oxford, Clarendon Press. S. 149.

119 Dies steht im Gegensatz zur ebenfalls organizistischen Position E. Russells, der zu dieser Zeit mit einem vergleichbaren Anspruch das Leben allein aus der organischen Entwicklung von Zellen zu erklären versucht (vgl. Russell, E. S. (1930): *The Interpretation of Development and Heredity*. Oxford, Clarendon Press).

kung von *environment* und Organismus. Während bei Lamarck und Comte zwar der Organismus nicht ohne sein *milieu* existieren kann und bei Bernard ebenfalls ein reziprokes Verhältnis eines Lebewesens zu seinem *milieu* formuliert wird und der Organismus nicht ohne sein *milieu extérieur* existieren kann, aber nicht dessen Zentrum bildet, ist bei Haldane das Leben Inbegriff der Unhintergehbarkeit dieser Reziprozität. Haldane geht somit einen wichtigen Schritt in der Ablösung eines essentialistischen hin zu einem funktionalen Begriff des Lebendigen, auch wenn er sich vom Essentialismus nicht ganz lösen kann.

Neben diesen ontologischen Annahmen über den Status des Lebendigen erfordert dieses neue Denken des Umgebens *zweitens* neue methodologische Werkzeuge, neue Logiken der Reziprozität. Sie operieren allesamt auf der Grundlage der Wechselseitigkeit von Organismus und *environment*. Mit einem in seinen philosophischen Texten nur angedeuteten, aber in seinen physiologischen Arbeiten im Konkreten ausgeführten Konzept der Selbstorganisation versucht Haldane zu erklären, wie die Stabilität, die das Leben sicherstellt, als »dynamic balance between the disturbing and the restorative activities«[120] durch Austausch entsteht. Sie muss auf andere Weise untersucht werden als eine mechanische Stabilität fixierter Bestandteile. Sie kann nicht auf einer vorausgesetzten Ordnung der Natur beruhen. Weil alle Prozesse des Organismus auf seine Aufrechterhaltung in einem *environment* gerichtet sind, reichen mechanistische Erklärungen nicht aus. Haldane präsentiert jedoch keine Alternative, sondern leitet lediglich die Sonderstellung der Biologie aus Kants Verständnis der Teleologie ab.[121] Der Austausch zwischen Organismus und *environment* sei ein zweckgerichteter Ablauf, der allein das Leben kennzeichne und folgerichtig nur organizistisch zu verstehen sei. Eben diese Leerstelle wird einige Jahre später das von Walter B. Cannon mit Bezug auf Haldane entwickelte physiologische Konzept der Homöostase durch seine Anwendung in der Kybernetik füllen, wodurch die Zweckgerichtetheit eines Lebewesens auf seine Organisation zurückgeführt und operationabel gemacht wird.

3.4.2 Experimentelle *environments*

Haldanes ontologische und methodische Interventionen gehen *drittens* Hand in Hand mit seinem experimentellen Ansatz. Er untersucht *environments*, indem er sie verändert, kontrolliert und reguliert. Er spielt sein Leben lang die philosophischen und technischen Möglichkeiten der Modifizierung von *environments* durch, welche erst durch die Eroberung, Erschließung und vor allem technische Kontrolle

120 Haldane, John Scott (1922): *Respiration*. New Haven, Yale University Press. S. 383.

121 Yuk Hui hat Kants Überlegungen als Neubegründung einer Auseinandersetzung mit dem Organischen und dem Anorganischen gelesen, in deren Entwicklung Kontingenz zum Merkmal des Lebendigen wird: Hui (2019): *Recursivity and Contingency*.

zu solchen wurden, weil sie bis dahin entweder unerreichbar oder zu gefährlich waren: Bergspitzen, der Meeresboden, unter Tage, die planetarische Atmosphäre. Diese praktisch-technische Gestaltung von *environments* und ihre experimentelle Herstellung sind eng mit der geschilderten methodischen Herangehensweise verknüpft und damit im Verbund mit den ontologischen Annahmen Bestandteil einer noch in kleinem Maßstab gehaltenen Biopolitik. Sie versucht, menschliche, zumeist männliche und weiße Körper und schließlich Populationen als Manifestationen des Lebendigen durch *environments* zu regulieren und wird als hygienisches Projekt entworfen.

Haldanes in philosophischer Hinsicht entschiedene Positionierung außerhalb der mächtigen Strömungen seiner Zeit ruht auf einer lebenslangen Beschäftigung mit physiologischen *environments* und künstlichen Atmosphären. Seine Arbeit kann als eine Exemplifizierung von Sloterdijks Gedanken gelesen werden, dem zufolge die ökologische Hinwendung zu Umgebungen aus dem von Sloterdijk so benannten umweltterroristischen Projekt des Gaskriegs gespeist wird: »Mit dem Phänomen Gaskrieg wird eine neue Explikationsebene für klimatische und atmosphärische Prämissen menschlicher Existenz erreicht. In ihm wird die Immersion der Lebenden in einem atembaren Milieu zur förmlichen Darstellung gebracht.«[122] Doch während Sloterdijk, auch aufgrund mangelnder historischer Genauigkeit, im Gaskrieg den formierenden Moment dieser neuen wissensgeschichtlichen Formation sieht, kann mit dem Beispiel Haldanes (trotz seines Beitrags zur Entwicklung von Gasmasken) gezeigt werden, dass der Blick auf Umgebungen auch andere Quellen hat: bereits vor dem Gaskrieg sind Bergbau, Bergsteigen, Luftfahrt, Brandschutz und Tauchen explizite Umgebungspraktiken und werden als solche auch konzeptuell reflektiert. Dennoch charakterisiert alle genannten Umgebungen, dass sie dem Menschen gefährlich werden können, was es wiederum erlaubt, die Grenzen organischer Anpassungsfähigkeit und technischer Erweiterungen auszuloten sowie alternative *environments* zu entwerfen. In all diesen Gebieten spielt Haldane, der häufig in von den jeweiligen Industrien unterstützten Projekten arbeitet, systematisch durch, wie *environment* und Organismus voneinander abhängen. Mit einer bemerkenswerten Vehemenz sucht er Möglichkeiten, sich in ungewohnte *environments* zu begeben und bedient sich dabei avancierter Technologien seiner Zeit.[123]

122 Sloterdijk (2002): *Luftbeben*. S. 21. Aufbauend auf Sloterdijk hat Eva Horn argumentiert, dass die Gestaltung von Umgebungen durch chemische Kriegsführung oder Klimaanlagen dazu führt, das umgebende Element offenzulegen und seine vermittelnden Funktionen sichtbar zu machen: Horn, Eva: »Air as Medium«. In: *Grey Room* 73/Fall (2018), S. 6-25.

123 Für ähnliche Projekte des Physiologen Ancel Keys, der in Harvard im von Lawrence Henderson geleiteten Harvard Fatigue Laboratory arbeitet, vgl. Tracy, Sarah W.: »The Physiology of Extremes. Ancel Keys and the International High Altitude Expedition of 1935«. In: *Bulletin of the History of Medicine* 86/4 (2012), S. 627-660.

Schon in jungen Jahren erlangt Haldane Berühmtheit durch die Erforschung der Atmung, die er immer wieder als Beispiel für die unhintergehbare Verschränkung von Organismus und *environment* und die Bedeutung eines stabilen *internal environments* heranzieht.[124] An kaum einem Phänomen, so Haldane, wird ihre Reziprozität evidenter als an der Atmung: wo sonst zeigt sich so deutlich, dass ein Organismus ohne sein *environment* nicht mehr lebendig ist? Haldanes physiologische Forschung richtet sich, kurzgefasst, auf die biologischen Regulationsvorgänge, welche es Organismen ermöglichen, sich an verschiedene und wechselnde *environments* anzupassen, um ihre Stabilität aufrecht zu erhalten, um also zu leben.[125] Die Prozesse der Regulation sind für Experimente zugänglich, die zu erklären erlauben, wie ein Organismus als Organisation funktioniert. Anders als seine idealistische Philosophie vermuten lässt, versteht Haldane sich ganz und gar als Experimentator, der sowohl im Labor als auch im Feld nicht vor gefährlichen Selbstexperimenten zurückschreckt. Seine Experimente, über die ein kurzer, angesichts ihrer Vielfalt nur oberflächlicher Überblick gegeben werden soll, können jedoch nicht unabhängig von seiner organizistische Neuausrichtung der Biologie verstanden werden. Sie bilden vielmehr zwei Seiten einer Medaille: Haldanes Philosophie des *environments* und sein Einsatz innerhalb der organizistischen Biologie ruhen auf der experimentellen Kontrolle und Modifikation von *environments*.

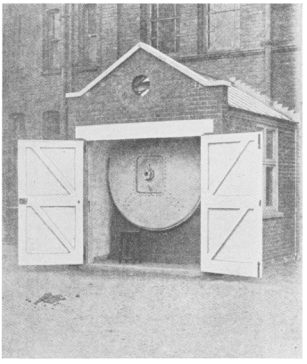
Am Ende des 19. Jahrhunderts beschreibt Haldane erstmals in biochemischer Terminologie, dass die in der Lunge ablaufende Aufnahme von Sauerstoff ins Blut sowie die Atemfrequenz vom Kohlendioxidgehalt der eingeatmeten Luft kontrolliert werden. Kohlendioxid wirkt, so Haldanes These, durch seinen pH-Wert im Blut auf die neuronale Regulierung im Gehirn, welche die Atemfrequenz steuert. Seine diesbezügliche Forschung beschreibt, ohne es in diesen Worten zu benennen, die Rückkopplung zwischen der Körperaktivität und der Atemfrequenz durch die chemischen Eigenschaften des Blutes. Das *internal environment* des Blutkreislaufs untersucht Haldane, indem er an einer Stelle des Körpers Stoffe hineingibt und an anderer Stelle, nachdem das Blut den Organismus durchlaufen hat, eine Probe entnimmt, um zu vergleichen, welche chemischen Veränderungen das *internal environment* hervorgerufen hat. Mit diesem Vorgehen ist der Einfluss des *internal environments* auf die mit dem *external environment* verschränkten Kreisläufe untersuchbar. Doch um die Rolle der externen Umgebung näher zu bestimmen, ist es nötig, sie zu kontrollieren, zu modifizieren oder aber den fraglichen Organismus verschiedene *environments* durchlaufen zu lassen. So lässt sich die Grenze zwischen normalen und pathologischen physiologischen Reaktionen bestimmen.

---

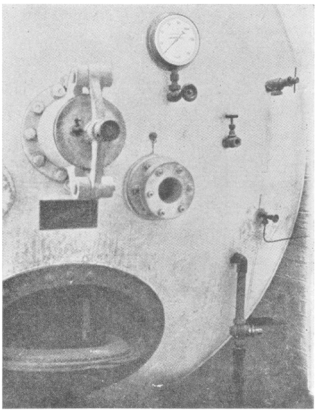
124 So etwa in Haldane (1917): *Organism and Environment as Illustrated by the Physiology of Breathing*. S. 93.

125 Vgl. Allen, Garland E.: »J.S. Haldane. The Development of the Idea of Control Mechanisms in Respiration«. In: *Journal for the History of Medicine* 22/4 (1967), S. 392-412.

Abbildung 3.1 – Stahlkammer als geschlossenes environment.



The steel chamber at the Lister Institute. View from outside, showing the back end of the chamber, with the large door and one inspection window.



The steel chamber at the Lister Institute. Front end, showing the manhole for entering, the small air-lock for passing food, &c. into the chamber, an inspection window, a pressure gauge, and several valves, &c.

Quelle: Boycott, A. E./Haldane, John Scott: »The Effects of Low Atmospheric Pressures on Respiration«. In: *Journal of Physiology* 37/5 (1908), S. 355-377. Plate V.

Bereits in seiner Zeit als Demonstrator in Dundee entdeckt Haldane in den 1880er Jahren mittels selbstkonstruierter Messinstrumente wie dem Haemoglobinometer zur Blut-Gas-Analyse in den Slums von Dundee außergewöhnlich hohe Konzentrationen von Kohlendioxid[126], dessen Auswirkungen er 1905 in einem einflussreichen Aufsatz beschreibt.[127] 1886 steigt er im Auftrag des House of Commons in die Abwasseranlagen unter den Houses of Parliament, um die Ursache für unangenehme Gerüche in den Abgeordnetenhäusern herauszufinden.[128] Um die Effekte unterschiedlich zusammengesetzter Luft zu untersuchen, verwendet Haldane vor dem Ersten Weltkrieg in seinem Labor in Oxford, wo er zu dieser Zeit Professor of Metallurgy, Gases, Liquids and Respirations ist, eine hermetisch abgeriegelte, zwei Quadratmeter große Stahlkammer, ›the coffin‹ genannt. In dieser Kammer hüllt er Ziegen, Hunde und schließlich sich selbst in unterschiedliche Atmosphä-

126 West, John B.: »Centenary of the Anglo-American High-Altitude Expedition to Pike's Peak«. In: *Experimental Physiology* 97/1 (2011), S. 1-9. Hier: S. 3.

127 Vgl. Haldane, John Scott/Priestley, J. G.: »The Regulation of the Lung-Ventilation«. In: *Journal of Physiology* 9/3-4 (1905), S. 225-266.

128 Vgl. Carnelley, Thomas/Haldane, John Scott: »The Air of Sewers«. In: *Proceedings of the Royal Society of London* 42/251 (1887), S. 501-522.

ren ein – gleichsam in einem Atmosphärium.[129] Für weitere Experimente weicht er auf eine Stahlkammer am Lister Institute in London (Abbildung 3.1) und später auf eine pneumatische Kammer in Berlin aus.[130] Die Druckkammern sind hermetisch von der Außenwelt abgeriegelt und erlauben nicht nur, den Luftdruck zu variieren, sondern auch die Zusammensetzung der Luft zu modifizieren. So können vor Ort durch die Simulation von großen Höhen Experimente zu den physiologischen Reaktionen auf geringen Luftdruck, Kälte und geringen Sauerstoffgehalt durchgeführt werden.

Die Experimente zur Modifikation der atmosphärischen Zusammensetzung führen seine 1887 begonnene Untersuchung der katastrophalen Minenunglücke fort, von welchen die Bergbauregionen im Süden Englands regelmäßig heimgesucht werden. Haldane identifiziert Kohlenmonoxidvergiftungen als häufige Todesursache. Angesichts der Umstände unter Tage erforscht er vor Ort die Luftverhältnisse in Londons Abwasseranlagen und den walisischen Minen, wo er als häufig gesehener Gast mit seiner ersten Maßnahme dafür einsetzt, dass Kanarienvögel als Indikatoren eingesetzt werden, da sie rasch Symptome von giftigen Gasen zeigen.[131] Liegt ein toter Kanarienvogel auf dem Boden seines Käfigs im Stollen, nähert sich der Kohlenmonoxidgehalt der Luft einem auch für den Menschen gefährlichen Limit. Anhand der chemischen Reaktionen in den Lungen Verunglückter und als Ergebnis von zahlreichen Selbstexperimenten kann Haldane, seit 1913 Direktor des von der Bergbauindustrie finanzierten *Mining Research Laboratory* in Doncaster und ab 1921 Professor für Physiologie in Birmingham[132], zeigen, wie die giftigen Gase in Minen rechtzeitig erkannt werden können. In diesem Kontext entwickelt er Beatmungsgeräte mit komprimiertem Sauerstoff, die auch bei der Feuerwehr Verwendung finden.

Von den Tiefen der Bergwerke wendet sich Haldane anschließend den Höhen der Gipfel zu und erkundet die Möglichkeiten des Bergsteigens ohne Atemmaske und zusätzlichen Sauerstoff. 1911 beobachtet er sechs Wochen lang auf fast 4000 Metern Höhe am Pike's Peak in Colorado die Auswirkungen der Höhenluft auf die

129 Eine ausführliche Darstellung dieser Experimente findet sich in Boycott, A. E./Damant, G. C. C./Haldane, John Scott: »The Prevention of Compressed-air Illness«. In: *Journal of Hygiene* 8/3 (1908), S. 342-443.

130 Vgl. Boycott, A. E./Haldane, John Scott: »The Effects of Low Atmospheric Pressures on Respiration«. In: *Journal of Physiology* 37/5 (1908), S. 355-377.

131 Vgl. für diese und die folgenden Angaben Sturdy, Steve: »Biology as Social Theory. John Scott Haldane and Physiological Regulation«. In: *The British Journal for the History of Science* 21/1 (1988), S. 315-340 sowie Goodman, Martin (2007): *Suffer and Survive. The Extreme Life of J.S. Haldane*. London, Simon & Schuster.

132 Haldane hatte aufgrund seiner unkonventionellen und provokanten Schriften nie eine feste Professur inne, sondern finanzierte sich durch von der Industrie geförderte angewandte Forschung. Vgl. zu seiner Karriere Lünen, Alexander von (2008): *Under the Waves, Above the Clouds. A History of the Pressure Suit*. Dissertation, TU Darmstadt. S. 56.

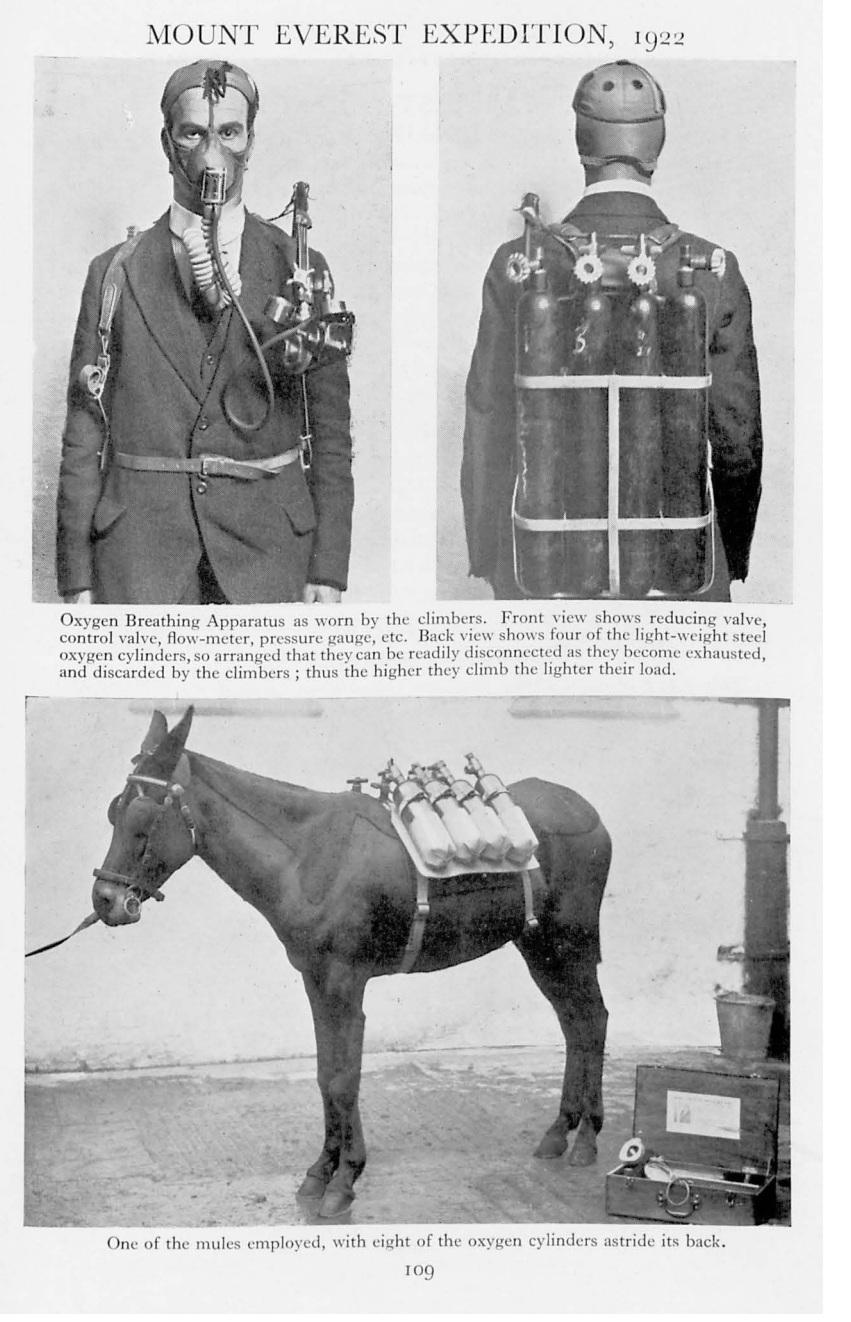
Sauerstoffaufnahme von Bergsteigern und sich selbst in Ruhe und in Bewegung.[133] Aufgrund einer bis an die Spitze des Berges reichenden Schmalspurbahn und eines komfortablen Hotels, das kurzerhand zum Labor umgebaut wird, eignet sich Pikes Peak besser als die höchsten Berge Europas, die den Forschern weitaus größere Strapazen abverlangen. Die Schmalspurbahn erlaubt zugleich einen rasanten Anstieg in die Höhe und damit die Beobachtung schneller Druckwechsel. Anhand von Vergleichsmessungen auf Meereshöhe vor und nach der Expedition kann das Team um Haldane, dem auch dessen späterer Verteidiger Yendell Henderson angehört, Licht in die ungeklärten Auswirkungen der Höhenluft bringen.

Das in diesen Experimenten gesammelte Umgebungswissen dient im Ersten Weltkrieg dazu, dem umgebungsterroristischen Projekt des Gaskriegs und der Zerstörung des militärischen *environments* durch eine technisch angepasste Überlebensfähigkeit zu entkommen. Nach den fatalen Ereignissen an der Front von Ypern im April 1915 wird Haldane vom britischen Militär für das *Medical Research Committee* engagiert. Die in einer ersten Reaktion millionenfach produzierten Gasmasken aus in Gaze gehüllter Baumwolle waren unbrauchbar, weil sie trocken unwirksam und nass nicht atembar waren. Nach riskanten Forschungen hinter der Frontlinie sorgt Haldane dafür, dass die ungeeigneten Gasmasken der British Army durch eine Neuentwicklung ersetzt und Beatmungsgeräte angeschafft werden, die vielleicht auch seinem an der Front stehenden Sohn J.B.S. Haldane das Leben retten. Als erste Hilfe bei unerwarteten Gasangriffen empfiehlt er, Stroh und das Chlor neutralisierende Erde in eine aufgeschlagene Glasflasche zu stopfen, um durch das Mundstück zu atmen.[134]

133 Vgl. West: »Centenary of the Anglo-American High-Altitude Expedition to Pike's Peak« sowie Douglas, C. Gordon/Haldane, John Scott/Henderson, Yandell/Schneider, Edward C.: »Physiological Observations made on Pike's Peak, Colorado, with Special Reference to Adaptation to Low Barometric Pressures«. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character* 203 (1911), S. 185-318.

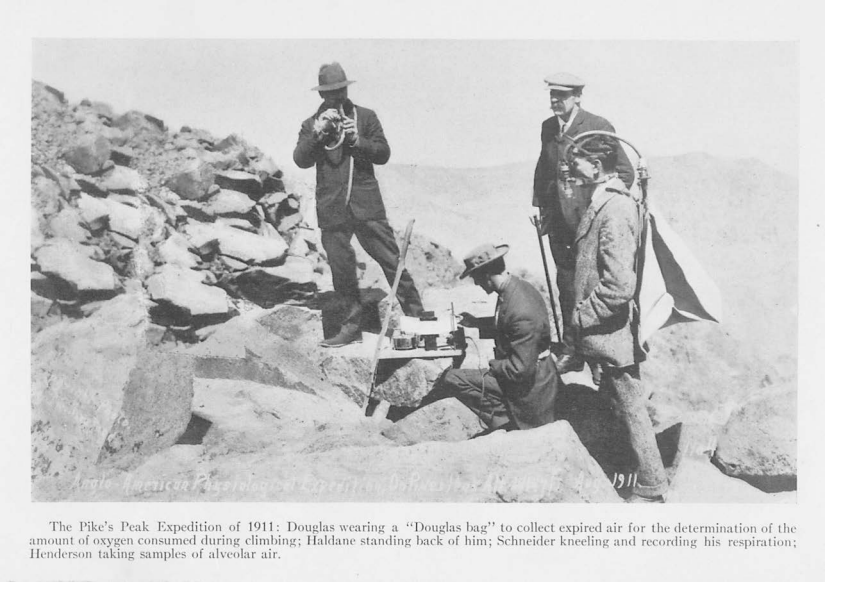
134 Vgl. Davis, Robert H. (1953): *Breathing in Irrespirable Atmospheres*. London, Saint Catherines Press. S. 217 sowie Martinetz, Dieter (1996): *Der Gaskrieg 1914/18. Entwicklung, Herstellung und Einsatz chemischer Kampfstoffe*. Bonn, Bernard & Graefe. S. 48.

Abbildung 3.2 – Atemgeräte für Bergexpeditionen.



Quelle: Davis, Robert H. (1953): *Breathing in Irrespirable Atmospheres*. London, Saint Catherines Press. S. 109.

Abbildung 3.3 – Das Testsubjekt auf der Abbildung trägt eine sogenannte Douglas Bag, *die es erlaubt, Proben der Atemluft zu nehmen.*



The Pike's Peak Expedition of 1911: Douglas wearing a "Douglas bag" to collect expired air for the determination of the amount of oxygen consumed during climbing; Haldane standing back of him; Schneider kneeling and recording his respiration; Henderson taking samples of alveolar air.

Quelle: Henderson, Yandell (1938): *Adventures in Respiration*. London, Baillière. Ohne Paginierung.

Während Haldanes Militärausrüstung rasch von neuen Entwicklungen überholt wurde, wird noch heute seine Dekompressionstabelle verwendet, die vielen Tauchern das Leben rettet, weil sie angibt, wie lange und wie tief ein Tauchgang sein darf, ohne dass sich im Blut Gasblasen bilden.[135] Der Weltrekord des mit Haldane zusammenarbeitenden Militärtauchers und Chirurgen Guybon Damant, der im offenen Meer 62 Meter erreicht, wird später von der British Navy als Sicherheitsgrenze für Tieftaucher festgelegt. Vom Physiologen Leonard Hill, der mit Haldane kooperiert, wird sogar der Vorschlag gemacht, die Dekompressionskammer selbst unter Wasser zu installieren, um vor Ort von einem ins andere *environment* wechseln zu können: »Dr. Leonard Hill has proposed the plan of lowering to the bottom a steel chamber, into which a diver could get on the completion of his work and close the door. The chamber could then be hauled to the surface, the pressure inside being lowered very gradually by allowing the air to leak out at a perfectly safe

135 Boycott/Damant/Haldane: »The Prevention of Compressed-air Illness«. Vgl. auch Phillips, John L. (1998): *The Bends. Compressed Air in the History of Science, Diving, and Engineering*. New Haven, Yale University Press. S. 120f.

value. In this way the danger of decompression could be completely obviated.«[136] Mit einem von Haldane vorgeschlagenen Taucheranzug, bestehend aus schweren Stahlschuhen, einem Gummianzug und einem Kupferhelm, gelingt es Damants Team, unter großer Gefahr noch während des Krieges Gold im Wert von fünf Millionen Pfund aus dem Wrack der im Ersten Weltkrieg durch eine Mine versenkten *SS Laurentic* in 40 Metern Tiefe zu bergen.[137]

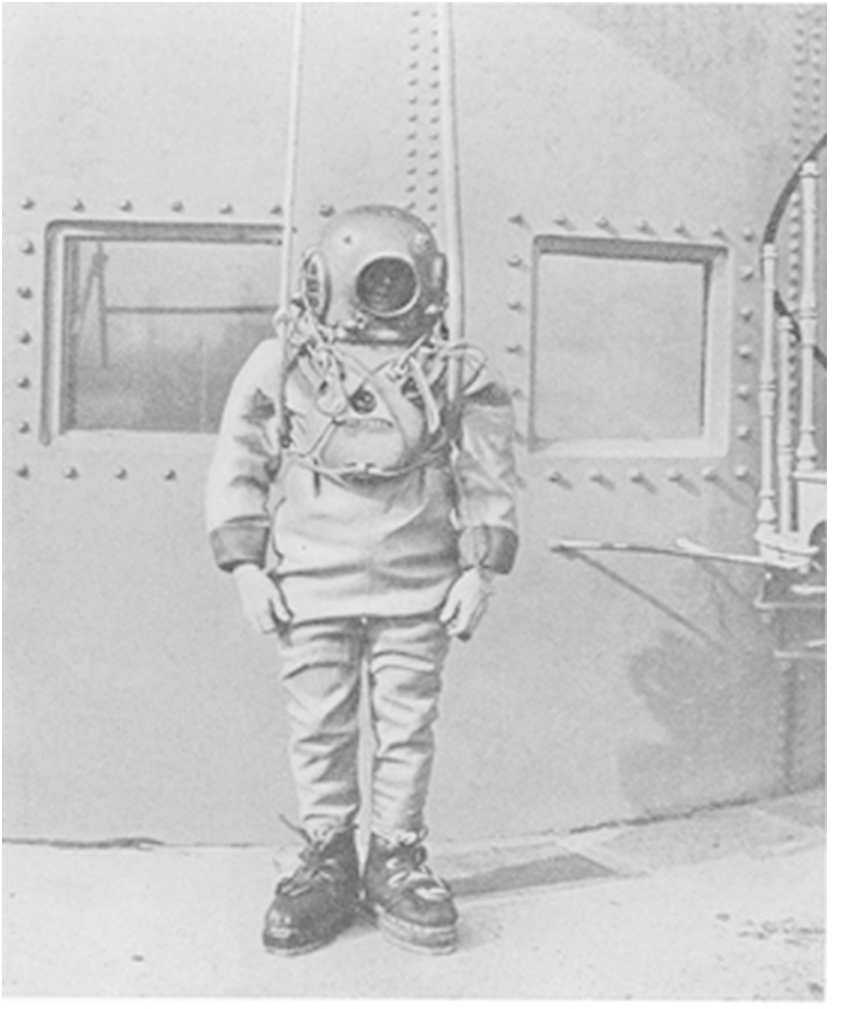
Nicht nur unter Wasser, auch in der Luft verfolgt Haldane seine Forschung. An einen Gedanken aus seinem Buch *Respiration* anknüpfend, unterstützt er 1933 den amerikanischen Ingenieur und Ballonfahrer Mark Ridge und die Entwicklungsabteilung der auf Tauchausrüstung spezialisierten Firma Siebe, Gorman & Co., mit der er bereits bei der Entwicklung des Taucheranzugs zusammengearbeitet hatte, bei der Konstruktion eines für Höhen von bis zu 30.000 Metern im Labor getesteten, druckresistenten Raumanzugs. Im Unterschied zum Taucheranzug muss dabei größerer Wert auf thermische und strahlensichere Abschirmung gelegt werden. Kurz nach Haldanes Tod 1936 – zu einer Zeit also, in der Cockpits noch keine geschlossenen Umgebungen bilden – erreicht der italienische Pilot Mario Pezzi in diesem Anzug eine Rekordhöhe von 17.000 Metern.[138]

136 Haldane, John Scott/Hamilton, Frederick T./Bacon, Reginald H. S./Lees, Edgar (1907): *Report of a Committee appointed by the Lords Commisioners of the Admiralty to Consider and Report upon the Conditions of Deep-Water Diving*. London, H.M. Stationary Office. S. 54.

137 Ein ausführlicher Bericht über diese abenteuerliche Mission findet sich in Davis, Robert H. (1981): *Deep Diving and Submarine Operations. A Manual for Deep Sea Divers and Compressed Air Workers*. Siebe & Gorman, Cwmbran. S. 358ff. Vgl. auch Bank, Michael/Brubakk, Alf O.: »J.S. Haldane, the First Environmental Physiologist«. In: ders./ders. (Hg., 2009): *The Future of Diving. 100 Years of Haldane and Beyond*. Washington, Smithsonian Press, S. 5-10. Hier: S. 7.

138 Vgl. Davis (1953): *Breathing in Irrespirable Atmospheres*. S. 102ff. All diese Experimente sind ausführlicher dargestellt in Lünen (2008): *Under the Waves, Above the Clouds.*

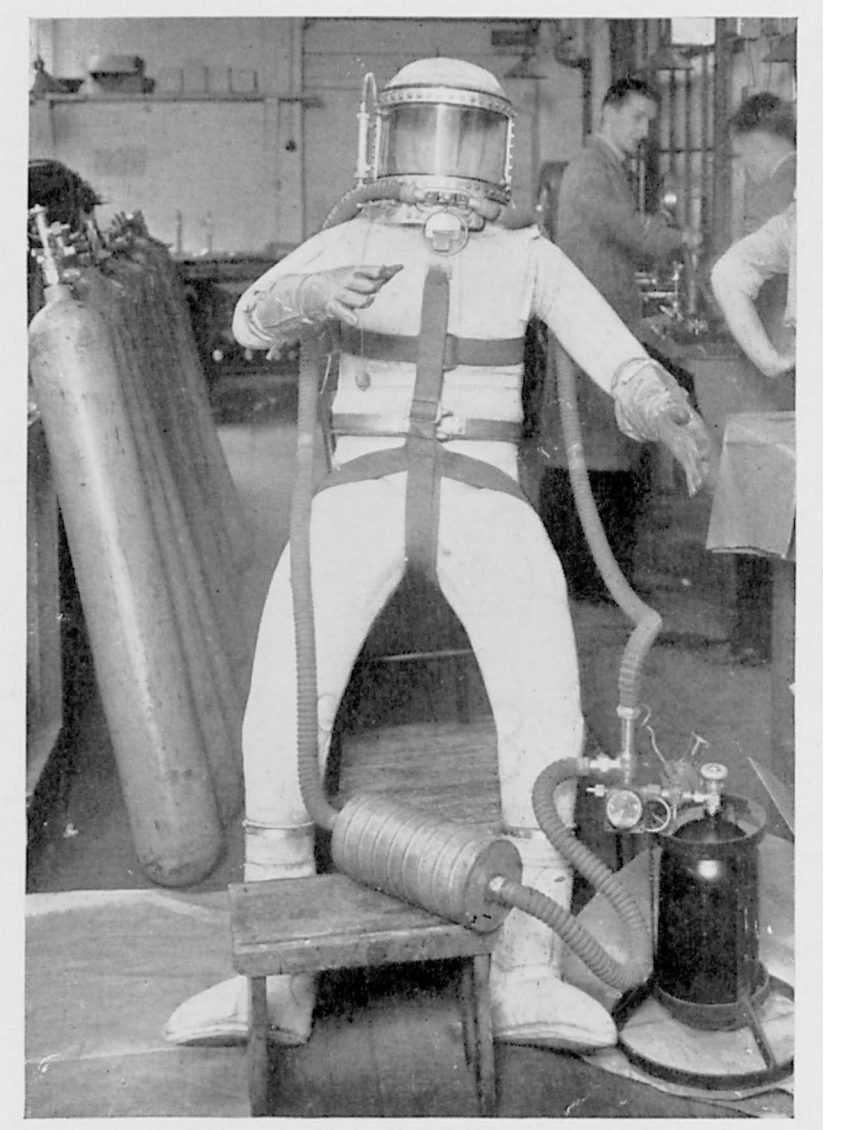
Abbildung 3.4 – Taucheranzug, ca. 1908



Diving dress, front view, with air-pipe and life-line, which are connected with the helmet behind.

Quelle: Boycott, A.E./Damant, G.C.C./Haldane, John Scott: »The Prevention of Compressed-air Illness«. In: *Journal of Hygiene* 8/3 (1908), S. 342-443. Plate IV.

Abbildung 3.5 – Fluganzug, seit Ende der 1930er Jahre in Benutzung.



Photograph taken in Siebe, Gorman & Co's Experimental Department.

Quelle: Davis, Robert H. (1953): *Breathing in Irrespirable Atmospheres*. London, Saint Catherines Press. S. 102.

In der Konsequenz helfen die in Haldanes Experimenten improvisierten Gasmasken, Taucheranzüge und Beatmungsgeräte, der Zerstörung von *environments* zu entgehen oder in lebensfeindlichen *environments* zu überleben. Sein Ansatz, Leben aus der Verschränkung der Dyade heraus zu verstehen, erlaubt es, die Aufrechterhaltung des Lebens in Abhängigkeit vom Nicht-Lebendigen zu begreifen und dieses Wissen praktisch anzuwenden. Seine Kompressionstafeln und Messgeräte für atmosphärische Veränderungen haben den Zweck, Gefahren des *environments* für den (männlichen und weißen) Organismus zu erkennen und zu neutralisieren. Er überführt Piloten, Taucher, Soldaten, Bergleute oder Bergsteiger von einer atmosphärischen Zusammensetzung in die andere und untersucht in der künstlichen Atmosphäre seines Labors die Auswirkungen solcher Wechsel. Der Organismus wird durch Anzüge und Masken technisch aufgerüstet, um in verschiedenen *environments* bestehen zu können – als Cyborg avant la lettre.[139] Nicht nur der Organismus, auch das *environment* erscheint künstlich herstellbar wie in der Druckkammer. Jeder Faktor des untersuchten physiologischen Vorgangs – sei es im Organismus oder im *environment* – soll zu einer technisch kontrollierbaren Variable werden, mit deren Hilfe die zu erforschenden regulativen Kreisläufe modifiziert werden können. Regulation ist also nicht nur ein zu erforschendes Objekt, sondern zugleich das Instrument der Erforschung der Reziprozität zwischen Organismus und *environment*.

In unterschiedlichen Etappen von Haldanes experimenteller Tätigkeit geschieht diese technische Aufrüstung durch eine Modifizierung der Verschränkung des externen und des internen *environments*. Haldane konzentriert sich jeweils auf eine Seite und sucht nach den Faktoren, die von der anderen Seite abhängig sind, um einen Weg zu finden, sie mittels kleiner technischer Eingriffe in ihre Zirkulation oder die Herstellung von bzw. Überführung in andere *environments* zu modifizieren. Auf diese Weise wird, ausgehend von den Konzepten der Regulation und der Reziprozität, offensichtlich, dass *environments* keineswegs etwas unveränderlich Gegebenes sind, sondern vielmehr in ihr Verhältnis zum Organismus interveniert werden kann. Dies wiederum bedeutet, dass Eingriffe in Organismen, ihre Kontrolle und Modifikation nunmehr auf indirektem Weg durch die technische Gestaltung ihrer *environments* als Medium der Zirkulation vollzogen werden können.

139 Von hier aus ließe sich die Geschichte gelungener und gescheiterter technischer Anpassungen bis hin zum besonders prominenten Beispiel der Raumfahrt verfolgen, in der Manfred E. Clynes und Nathan Kline 1960 mit dem Begriff des Cyborgs die technoorganische Aufrüstung des Menschen auf den Punkt bringen (Clynes, Manfred E./Kline, Nathan S.: »Cyborgs and Space«. In: *Astronautics* September (1960), S. 26-27, 74-76). Weitergedacht wird diese Geschichte von Donna Haraway, deren beim Kybernetiker und Ökologen George Evelyn Hutchinson geschriebene Dissertation über die Embryologie auch Haldane thematisiert (vgl. Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*. S. 21-23, 36-38).

All dies schließlich konvertiert auf abstrakter Ebene in Haldanes theoretische Position. Die These, die unhintergehbare Verschränkung von *environment* und Organismus sei der Schlüssel zur Erkenntnis des Lebens, beruht auf einer technischen Kontrolle von *environments*, die bereits 1884 angelegt ist, als Haldane schreibt: »The organism is thus no more determined by the surroundings than it at the same time determines them.«[140] Das eine kann nur verstanden werden, wenn man das andere berücksichtigt. Zusammen bilden sie ein verschränktes Ganzes, eine Organisation, die im holistischen Sinne mehr ist als die Summe ihrer Teile. Wenn das Ganze aus dem Organismus im *environment* und dem *environment* um den Organismus besteht, dann kann alles auf alles wirken, weil es keine Grenze des *environments* gibt. Diese Kontrolle geschieht jedoch nicht durch direkte Eingriffe, sondern durch die indirekte Nutzbarmachung von Regulationen, die wiederum in die Reziprozität von Organismus und *environment* involviert sind. Physiologisch gesprochen ist Regulation, Canguilhem zufolge, die Fähigkeit eines Organismus, bei wechselnden Außenbedingungen eine innere Stabilität aufrecht zu erhalten.[141] Regulation durch die von Haldane durchgetesteten Verfahren bedeutet mithin, durch kleine Eingriffe in die Zirkulation deren Abläufe zu modifizieren, Störungen und Stauungen zu identifizieren und schließlich indirekt Macht auf den umgebenen Organismus auszuüben. Diese Macht, die sich darauf richtet, »Zirkulation zuzulassen, zu gewährleisten, sicherzustellen«[142] und auftritt »als Umstellung, als Austausch, als Kontakt, als Form der Streuung und als Form der Aufteilung«[143], ist mithin eine Macht im Medium der Umgebung: »Das Milieu wird folglich das sein, worin die Zirkulation zustande kommt.«[144]

Der von den experimentellen *environments* umgebene Körper, das Subjekt seiner Experimente, ist bei Haldane stets ein männlicher Körper, häufig der Körper jener Arbeiter, Soldaten und Subalternen, die von den Bedingungen im Bergbau geprägt werden, Berge besteigen oder deren militärische Aufgaben an der Front ihre Ausdauer und Widerstandsfähigkeit erfordern. Die Gestaltung der Umgebungen dieser Körper, um die es Haldane geht, normiert die umgebenen Körper bzw. die umgebenen Populationen, um ihre Produktivität zu erhöhen. Die Optimierung der Umgebung dient über die Sicherung ihres Überlebens dazu, Körper widerstandsfähiger, ausdauernder und stärker zu machen. Die Vielfalt unterschiedlicher Körper auf dem Schlachtfeld oder im Bergbau, die jeweils ganz eigene Metabolismen und Verhältnisse zu ihrem *environment* haben mögen, bleibt in Haldanes Forschung unsichtbar. Jeder Körper hat spezifische Bedürfnisse, die von Alter, Konstitution, Geschlecht, Kleidung, Statur und Vorlieben beeinflusst werden. Die Körper der kräfti-

140 Haldane: »Life and Mechanism«. S. 33.
141 Vgl. Canguilhem: »Die Herausbildung des Konzepts der biologischen Regulation«.
142 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 52.
143 Ebd., S. 100.
144 Ebd., S. 40.

gen, männlichen, weißen Subjekte, die Haldane präpariert, haben andere Metabolismen als andere Körper. Haldanes Verfahren des *environmental designs* sind somit Vorläufer einer Biopolitik, die Körper durch die Gestaltung ihrer Umgebungen normiert, sie als Organismen formt und die Bedingungen nicht nur ihres Überlebens, sondern ihrer Produktivität, ihrer Effektivität und ihrer Einsatzfähigkeit steigert. Das *environment* gibt Leben nur spezifischen Formen des Lebendigen.

Als Grenzgänger zwischen der Anpassung von Organismen an *environments* und von *environments* an Organismen spielt Haldane somit den ökologischen Grundgedanken der Dyade nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch bis in die Extreme durch. Seine Experimente testen die reziproke Abhängigkeit aus, indem sie einen Organismus verschiedenen *environments* aussetzen oder die Veränderung des *environments* durch die Prozesse des Organismus beobachten. Das *environment* wird, so lässt sich an Haldanes Forschung beispielhaft zeigen, zu einem Medium des Experiments und in dieser Doppelgestalt – als umgebendes Medium und als experimentelles Medium – selbst zum Gegenstand des Erkenntnisinteresses. In diesem Sinne wird das dyadische Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem produktiv: Nur weil das *environment* ebenso an den Organismus gebunden ist wie jener an dieses, kann es zugleich in seiner Wirkung auf den Organismus, d.h. als ›technisches Ding‹ und als ›epistemisches Ding‹ auftreten. Das Wissen von Umgebungen kann nicht von den Umgebungen des Wissens getrennt werden.

Innerhalb eines Experimentalsystems gibt ein ›technisches Ding‹ laut Hans-Jörg Rheinberger die materiellen Rahmenbedingung des Erscheinens der vagen Objekte des Erkenntnisinteresses, d.h. der ›epistemischen Dinge‹ ab und stellt dabei »stabile Umgebungen«[145] her. Wissen ist, darin liegt der zentrale Einsatz Rheinbergers, nicht unabhängig von den Bedingungen seiner Produktion, von Praktiken, Techniken, Werkzeugen und, so könnte man ergänzen, von Umgebungen. Mittels technischer Dinge (also sedimentierten materiellen Anordnungen) werden epistemische Dinge (also von der Frage abhängige Wissensobjekte) hervorgebracht. Rheinberger schreibt über technische Dinge: »Sie determinieren die Wissensobjekte in doppelter Hinsicht: Sie bilden ihre Umgebung und lassen sie so erst als solche hervortreten, sie begrenzen sie aber auch und schränken sie ein.«[146] Wenn nun das *environment* nicht nur in diesem Sinne die Umgebung ist, in der Wissen hervorgebracht wird, sondern selbst zum Gegenstand der Forschung aufsteigt, dann konvergiert die auch bei Rheinberger nur methodische Unterscheidung in Wissensobjekte und die materiellen Bedingungen ihrer Produktion. Das kontrollierte

145 Rheinberger, Hans-Jörg (2006): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 29.

146 Ebd.

environment wird zu einem ›materiellen Analytikum‹[147], das innerhalb des Experimentalsystems als Medium Eigenschaften des erforschten Gegenstands hervorbringt und dabei selbst zum Gegenstand der Untersuchung wird, wie etwa ein mikroskopisches Präparat oder in Alkohol eingelegte Organe.

Umgebungswissen tritt, Rheinberger weiterdenkend, immer in doppelter Gestalt auf: Das *environment* changiert zwischen einem technischen und einem epistemischen Ding, weil es reziprok mit dem Umgebenen verbunden ist und in Haldanes Experimenten die Produktion von Wissen um das Umgebene zur Produktion von Wissen um das Umgebende anleitet. Die Reziprozität bedeutet im Experiment die Austauschbarkeit der beiden Seiten, denn wenn sich der Organismus verändert, wenn er etwa Sauerstoff verbraucht, Kohlendioxid ausstößt und damit die Atmosphäre in der Stahlkammer modifiziert, verändert er sein *environment*. Als technisches Ding schafft das *environment* jene Bedingungen, die es zum epistemischen Ding werden lassen. Als epistemisches Ding setzt die Erforschung des *environments* dessen Synthetisierbarkeit und damit seinen Status als technisches Ding voraus. Die Druckkammer und die Gasmasken, die Beatmungsgeräte und die Raumanzüge sind nicht nur technische Ausrüstung zur Anpassung an das *environment*, sondern dienen in den Experimenten dazu, das *environment* selbst zum künstlich herstellbaren technischen Ding im Sinne Rheinbergers zu machen. Nur weil das *environment* kontrollierbar, modifizierbar und synthetisierbar erscheint, kann es zum epistemischen Ding, zum Objekt der Forschung werden. In der Form, von der Haldane sich absetzen will, richtet sich diese Forschung vornehmlich auf Umgebenes und lässt die Umgebung lediglich als Rahmenbedingung gelten.

Die epistemologische Besonderheit von Umgebungswissen kommt hier zum Tragen: Umgebungen können nur durch Umgebenes, Umgebenes nur durch Umgebungen erforscht werden. Deshalb kann kaum eindeutig unterschieden werden in das zu Erforschende und die Mittel der Erforschung: was umgibt und was umgeben wird kann changieren und hängt von der Perspektive des Betrachters ab. Zugleich werden in der Exploration dieser Umgebungsrelationen die Abhängigkeitsverhältnisse der Regulation und der Reziprozität als rekursive Verhältnisse erkennbar. Sie leisten über die Experimente hinaus eine Rückkopplung der Position des Beobachters mit der Beobachtung. Der Experimentator ist Teil des *environments*, das er erforscht und damit als Organismus ein Element des Lebendigen, das seinen Forschungsgegenstand abgibt. Eben diese Integration des Beobachters in das Beobachtete wird kurze Zeit später die Ökologie mit dem Begriff des Ökosystems durchspielen. Die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts so prominente Figur des Beobachters hat hier einen ihrer epistemologischen Brennpunkte.

147 Rheinberger, Hans-Jörg: »Objekt und Repräsentation«. In: Heintz, Bettina/Huber, Jörg (Hg., 2001): *Mit dem Auge Denken*. München, Fink, S. 54-60. Hier: S. 59.

Diese Biopolitik wird von Haldanes erwähntem Sohn J.B.S., der nie einen akademischen Grad erlangt, fortgesetzt. Er nimmt die organizistische Arbeit des Vaters auf, der ihn bereits als kleinen Jungen zum Assistenten geschult hatte.[148] Ihm geht es in einer weiteren Eskalationsstufe um die Kontrolle der Evolution durch die Kontrolle des *environments*. Als Genetiker gehört J.B.S. Haldane zu den Begründern der mathematischen Populationsgenetik und erforscht die genetischen Veränderungen von Organismen durch die Anpassung an ihr *environment*. 1923 entwirft er im Alter von 31 Jahren und als Hinduist sowie Marxist[149] in seinem Buch *Daedalus, or Science and the Future* auf knapp 100 Seiten eine provokative Prophezeiung einer Zukunft, die von einer reformeugenischen Ethik und Maßnahmen der Ektogenese geprägt ist, also der medizintechnischen Auslagerung der embryonalen Entwicklung aus dem Mutterleib.[150] Eugenik ist zu dieser Zeit ein überaus populäres und allgemein geachtetes Thema, welches alle politischen Richtungen interessiert. Der antike Ingenieur Daedalus gilt Haldane als Vorbild einer experimentellen Genetik, deren Resultat der Minotauros darstellt. Das Buch, das zehn Auflagen erreicht und dem mit den Haldanes befreundeten Aldous Huxley als Vorlage für *Brave New World* dient,[151] beginnt mit der Schilderung der Erfahrung des Gaskriegs von 1915 und entwirft daraus eine humanistische Zukunft der Wissenschaft und ihrer Anwendungen. Menschen werden demnach zukünftig durch Medikamente, psychoaktive Drogen oder genetische Selektion nach staatlich kontrollierten Vorgaben den Herausforderungen der modernen Welt angepasst, um Leid und Gebrechen zu vermeiden oder künstlerische, sportlerische und wissenschaftliche Fähigkeiten selektiv zu fördern. Dem Gaskrieg steht Haldane nicht so ablehnend gegenüber, wie man angesichts seiner Erfahrungen glauben könnte. Im Erscheinungsjahr von *Daedalus* vertritt er in seinem Buch *Callinicus – A Defense of Chemical Warfare* die These, biochemische Kriegsführung sei humaner als die konventionelle, wenn denn, festge-

148 Für die biographischen Angaben vgl. Clark, Ronald William (1968): *J.B.S. The Life and Work of J.B.S. Haldane*. Oxford, Oxford University Press.

149 Vgl. Sarkar, Sahotra: »Science, Philosophy, and Politics in the Work of J.B.S. Haldane«. In: *Biology and Philosophy* 7/4 (1992), S. 385-409.

150 Vgl. Haldane, J.B.S. (1923): *Daedalus, or Science and the Future*. London, Paul, Trench & Trubner. Bertrand Russell bewegt dieses Buch zu einer – für eine positive Reformeugenik durchaus offenen, aber technologiekritischeren – Replik unter dem Titel *Icarus, or the Future of Science*. Russell überträgt, ohne den Übergang explizit zu machen, die Organizismus-Debatte auf eine politisch-ökonomische Ebene und verfasst ein Kapitel über den »increase in organization«, das sich mit den Effekten der Industrialisierung und ihren Kommunikationsnetzen aus Eisenbahn, Telegraphie und Telefon beschäftigt. Die Betrachtungen Russells sind losgelöst von der Biologie und zielen dennoch auf eine Vereinbarung der neuen politischen und technischen Formen der Organisation mit der individuellen Freiheit (vgl. Russell, Bertrand (1924): *Icarus, or the Future of Science*. London, Paul, Trench & Trubner).

151 Vgl. Kevles, Daniel J. (1985): *In the Name of Eugenics. Genetics and the Uses of Human Heredity*. Berkeley, University of California Press. S. 186.

schrieben in einer alternativen Haager Konvention, ausschließlich Betäubungsgase eingesetzt und der Gebrauch von Gasmasken und Schutzbrillen verboten würde.[152]

Ein ähnliches Feld bespielt die Kurzgeschichte *The Last Judgement* von 1927: sie entwirft Phantasien über das Ende der Welt, das in einigen Millionen Jahren durch die Annäherung der Erde an die Sonne droht. Einer der vor dem Untergang auf die umliegenden Planeten Geretteten berichtet in eindringlichen Worten von den klimatischen Auswirkungen der – nicht vom Menschen gemachten – Eiszeit und der Erdachsenverschiebung. Die immer katastrophaleren Folgen zwingen den Rest der Menschheit, in der Zwischenzeit »perfectly adjusted to its environment«[153], im Jahr 36.000.000, die Erde zu verlassen. Doch um auf fremden Planeten zu überleben, sind intensive Anpassungen des Menschen durch eugenische Selektion nötig. Die »personal preferences concerning mating«[154] müssen aus der Welt geschafft werden, um Menschen genetisch so zu transformieren, dass sie in anderen Atmosphären und Gravitationen leben können – solange jedenfalls, wie diese Welten nicht durch an *terraforming* erinnernde Maßnahmen angepasst werden können, etwa die Veränderung der essbaren Vegetation des Jupiter durch eigens gezüchtete Bakterien. Für die Kolonisierung dieses Planeten »a dwarf form of the human race about a tenth of our heigth, and with short stumpy legs but very thick bones, is therefore being bred. […] They are selected by spinning them round in centrifuges which supply an artificial gravitational field, and destroy the less suitable members of each generation.«[155] Auch wenn an solchen Stellen der Übergang ins Groteske die Grenzen zwischen Utopie und Dystopie verwischen lässt, tritt die politische Schlagkraft der auf *environments* und Organismen gerichteten Kontrollphantasien deutlich hervor. Wo die gestaltende Macht über das *environment* endet, wird die Macht über den Organismus und seine Normierung angestrebt. Trotz seiner späteren Distanzierung von diesen Ideen und trotz seiner im Gegensatz zu anderen Eugenikern deutlich gemäßigteren Position, sind auch Haldanes gemeinsam mit Julian Huxley verfasste Arbeiten ein Nährboden für die kommende nationalsozialistische und kommunistische Bevölkerungspolitik.

Genetische Anpassung kann zu dieser Zeit – lange vor der Entdeckung der DNA-Doppelhelix – noch nicht als Manipulation des genetischen Codes gedacht werden, sondern nur als Zuchtwahl jener Exemplare, die besser mit einem gegebenen *environment* zurechtkommen als andere. Alternativ kann das *environment*, so

152 Vgl. Haldane, J.B.S. (1925): *Callinicus. A Defense of Chemical Warfare*. London, Paul, Trench & Trubner.

153 Haldane, J.B.S.: »The Last Judgement«. In: ders. (Hg., 1940): *Possible Worlds*. London, Evergreen, S. 264-286. Hier: S. 272. Vgl. dazu auch Ferreira, Aline: »Mechanized Humanity. J.B.S. Haldane and his Circle«. In: Spinozzi, Paola/Hurwitz, Brian (Hg., 2011): *Discourses and Narrations in the Biosciences*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, S. 145-158.

154 Haldane: »The Last Judgement«. S. 278.

155 Ebd., S. 282.

Haldanes Zukunftsentwurf, wie in der erwähnten Zentrifuge so modifiziert werden, dass nur die passenden Organismen überleben. An den Überlegungen des Sohnes zeigt sich wie an den Experimenten des Vaters, wie tief die theoretische Ausgangslage der dyadischen Reziprozität in der Zwischenkriegszeit mit der Gestaltung und Kontrolle von *environments* verknüpft ist und als Biopolitik der Gestaltung des Lebendigen operiert.

3.5 Vom Organizismus zur Kybernetik

In Nordamerika ist in der Zwischenkriegszeit die Harvard University ein lokales Zentrum, an dem verschiedene organizistische Perspektiven in unterschiedlichen Fachgebieten in engem Austausch stehen. Anhand der drei dort tätigen Autoren Lawrence J. Henderson, Alfred North Whitehead und Walter B. Cannon soll im Folgenden das Umgebungsdenken dieses Organizismus umrissen werden. Alle drei arbeiten an ähnlichen Fragen und skizzieren in ihren Arbeiten unterschiedliche Wissensordnungen des Umgebens, in denen das *environment* in der organisatorischen Verschränktheit mit dem Organismus begriffen und somit zum Ansatzpunkt möglicher gestaltender Eingriffe wird. Die von ihnen vorgeschlagenen Perspektiven beschränken sich nicht auf physiologische Gegenstände, sondern nehmen eine Re-Organisation gesellschaftlicher Strukturen in Angriff: bei Henderson als Theorie des Managements, bei Whitehead als Prozessontologie und bei Cannon als Proto-Kybernetik. Bei allen drei Autoren wird eine biopolitische Prägung deutlich, die Formen der Regierung durch Regulation realisiert. Dieser Organizismus unterscheidet sich somit von früheren Positionen durch die explizite Orientierung an Maßnahmen der Gestaltung von Umgebungen. Organisation besteht demnach in der Regulation der Verschränkung des Umgebenden mit dem Umgebenen.

3.5.1 Lawrence Henderson und die Fitness des *environments*

Mit Lawrence Henderson, seit 1905 an der Harvard Medical School tätig und bekannt geworden durch seine Arbeiten zur Säure-Basen-Regulation sowie zur mathematischen Beschreibung chemischer Gleichgewichte im Blut, teilt der ältere Haldane das Beschäftigungsfeld der inneren Regulationsvorgänge im Organismus. Auch Henderson beschreibt ausführlich die Rolle der einzelnen Bestandteile des *internal environments* – der Nieren, des Plasmas, der Lunge – für die Regulation des pH-Werts des Bluts. Haldane arbeitet eher experimentell und Henderson eher mathematisch, aber beiden geht es darum, die Verschränkung von Organismus und *environment* zu verstehen. Dennoch trennt sie eine unterschiedliche Auffassung der Bedeutung des *internal environments*, wie an einer Reihe von Rezensionen besonders deutlich wird. Über die zentralen Sachverhalte ihres gemeinsamen

Gegenstands der Atmung hingegen sind sie sich weitestgehend einig. Die unterschiedlichen Auffassungen gelten allein den philosophischen Grundsatzfragen, die das *environment* betreffen.

Im Jahre 1913 und kurz vor seiner ersten Bezugnahme auf Haldane veröffentlicht Henderson das kontrovers rezipierte Buch *The Fitness of the Environment* (in der deutschen Übersetzung von 1914 *Die Umwelt des Lebens*).[156] In einer Mischung aus empirischen Beobachtungen, mathematischen Beweisen und spekulativer Philosophie beschreibt Henderson, aufbauend auf der in den 1870er Jahren vorgenommenen thermodynamischen Analyse der Gleichgewichtszustände physikalisch-chemischer Systeme durch Willard Gibbs, das Zusammenspiel von Organismus und *environment* zum Zwecke des Überlebens auf molekularer Ebene durch Anpassung im darwinschen Sinne. Während evolutionäre Anpassung in der Biologie dieser Zeit zumeist als Fähigkeit des Organismus verstanden worden sei, möchte Henderson umgekehrt untersuchen, wie das *environment* auf der Grundlage von bis dahin vernachlässigten biochemischen Prozessen eine Voraussetzung der Evolution von Organismen bildet. Ihre Fitness hängt, so Hendersons Annahme, von den biochemischen Eigenschaften des *environments* ab, die Adaption überhaupt erst ermöglichen. Sie passen sich, wie Christina Vagt gezeigt hat, in einem evolutionären Prozess aneinander an.[157]

Während Haldane eine ähnliche Bewegung vollzieht, aber die regulativen Vorgänge der lokalen Anpassung von Organismus und *environment* in ihrer konkreten physiologischen Wechselwirkung untersucht, verfolgt Henderson neben der biochemischen Grundierung eine kosmische Perspektive: Sein Interesse gilt der Eignung des Planeten für die Entstehung des Lebens. Ohne ein entsprechendes *environment*, so Hendersons Vorwegnahme dessen, was heute als ›anthropisches Prinzip‹ gilt, wäre das Leben auf der Erde nie entstanden. Fitness beruht demnach auf dem reziproken Verhältnis der Dyade, was bedeutet, dass die organischem Leben zugrundeliegenden metabolischen Prozesse nur entstehen konnten, weil sie Vorgängen im *environment* entsprechen. Eine bislang unerkannte Ordnung auf der anorganischen Ebene des *environments*, die vor allem an den von Henderson analysierten Eigenschaften von Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff deutlich wird, bildet die Voraussetzung der Evolution, weil sie die Organisation innerhalb eines

156 Vgl. Henderson, Lawrence (1913): *The Fitness of the Environment*. New York, Macmillan sowie Henderson, Lawrence (1914): *Die Umwelt des Lebens*. Wiesbaden, Bergmann. In der Übersetzung von R. Bernstein findet sich in der ersten Fußnote eine im Original fehlende Abgrenzung von Uexküll mit dem Hinweis auf eine allgemeinere Verwendung des Begriffs *Umwelt*. Allerdings ist die Übersetzung nicht konsequent und tendiert dazu, *environment* in *Umgebung* zu übertragen.

157 Christina Vagt hat die medienökologische Dimension von Hendersons Arbeit untersucht: Vagt, Christina: »Physiologische Anfänge der Medienökologie«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 14 (2016), S. 19-32.

Organismus reguliert.[158] Zentrale Stoffwechselvorgänge im Organismus, die gleichermaßen auf Materie wie auf Energie basieren, setzt Henderson in den kosmischen Zusammenhang atmosphärischer, geophysischer und ozeanischer *environments*, mit deren biochemischer Erforschung der Ursprung des Lebens erklärbar sei: »The environment, in its past, present, and future, has been an independent variable, and it has not entered into any of the modern speculations to consider if by chance the material universe also may be subjected to laws which are in the largest sense important to organic evolution.«[159] Wie Henderson plausibel macht, hängen einige für terrestrische Organismen lebensnotwendige Bedingungen auf der Erde nicht nur von deren chemischer und physischer Beschaffenheit ab, sondern auch von den organischen Prozessen, die auf ihr ablaufen – etwa dem mikrobakteriellen Leben. Daraus schließt Henderson auf eine gemeinsame planetarische Evolution aller Lebensformen und ihrer *environments*, die durch Selbstregulation gesteuert wird. Das eine sei ohne das andere nicht zu verstehen.

Mithin gibt es für Henderson zwei Arten der Fitness als evolutionärer Eignung: die des *Organismus* für das Leben im *environment* und die des *environments* für die Entstehung von Organismen. Wie Haldane wendet sich auch Hendersons organizistischer Ansatz gegen die bis dahin vorherrschenden Positionen des Mechanismus und des Vitalismus: Der Vitalismus, der eine mechanische Erklärung für die Evolution des Lebens ablehnt, müsste, wenn Hendersons These der gemeinsamen Evolution zutrifft, auch für die anorganische Materie des *environments* eine Lebenskraft annehmen, weil er sonst nicht erklären könnte, wie Leben in einem *environment* zustande kommt. Angesichts dieses Widerspruchs, der nahelegt, die Unterscheidung von Lebendigem und Totem nicht mehr auf Organismus und *environment* abzubilden, führt Henderson eine universelle Teleologie der Eignung ein – ein gleichzeitig empirisches wie letztlich auf ein »mysterious event in the process of evolution«[160] hinweisendes Faktum. Diese ohne Schöpfungs- und Zweckmotive auskommende Teleologie soll vom Vitalismus Abstand nehmen und die Entwicklung des Lebens zwischen Organismus und *environment* ausgehend von den Eigenschaften von Materie und Energie erklären.

Wie die genauen Vorgänge der Konditionierung der Fitness bleibt diese Teleologie in *The Fitness of the Environment* noch weitestgehend im Dunkeln. Vier Jahre später möchte Henderson diese Leerstelle mit seinem Buch *The Order of Na-*

158 Zur Bedeutung von Hendersons Thesen für die gegenwärtige Biologie vgl. Barrow, John D./Morris, Simon Conway/Freeland, Stephen J./Harper, Charles L. (2008): *Fitness of the Cosmos for Life. Biochemistry and Fine-Tuning*. Cambridge, Cambridge University Press.

159 Henderson (1913): *The Fitness of the Environment*. S. 6f. Esoterische Anhänger der Gaia-Hypothese wie Fritjof Capra verweisen auf Henderson als Vorläufer (vgl. Capra, Fritjof (1996): *The Web of Life. A New Scientific Understanding of Living Systems*. United States, Doubleday. S. 27).

160 Henderson, Lawrence: »The Teleology of Inorganic Nature«. In: *Philosophical Review* 25/3 (1916), S. 265-281. Hier: S. 267.

ture schließen, das zur gleichen Zeit wie Haldanes *Organism and Environment* erscheint.[161] In diesem zweiten Werk zeigt Henderson, wie im 19. Jahrhundert die Idee der Organisation die Rede von physiologischen Funktionen ersetzt, womit eine konzeptuelle Verschiebung der Teleologie verbunden sei, die bis zum Zeitpunkt von Hendersons Intervention noch nicht eingelöst worden wäre. Henderson wendet sich gegen die isolierte Betrachtung von Organismen, die in der Physiologie des 19. Jahrhunderts an der Tagesordnung war und meint mit Organisation die Eingebundenheit von Organismen in Umgebungen. Organisiert ist etwas nur, wenn es nicht isoliert, sondern mit dem verschränkt ist, was es umgibt.

Die theoretischen Teile der beiden Bücher Hendersons beschreiben ausführlich, wie die experimentelle Erforschung der inneren Organisation von Organismen zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit einem neuen Ansatz als Selbstregulation untersucht, was bis dahin mit der dem Organismus zugrundeliegenden aristotelischen, einen Zweck und ein Ziel voraussetzenden Teleologie erklärt worden war.[162] Henderson systematisiert als Alternative die selbsttätige Herstellung eines Gleichgewichts zwischen Organismus und *environment*, das weder aus physikalischen Gesetzen abgeleitet werden kann, die lediglich das Anorganische beschreiben, noch einem vitalistischen Prinzip folgt, das allein für das Organische Geltung beanspruchen könnte. Weil *environment* und Organismus miteinander korrelieren und sich aneinander anpassen müssen, damit es Leben geben kann, erscheint ihre Reziprozität als Motor der Evolution. Aus ihrem organischen Verhältnis ergeben sich sowohl ihr Zweck wie auch ein stabiles Gleichgewicht. Zugleich ist die gegenseitige Herstellung von Fitness zwischen Organismus und *environment* nicht auf lebendige Wesen beschränkt, sondern umfasst alle Materie: »For beneath all the organic structures and functions are the molecules and their activities. These it is that have been moulded by the process of evolution, and these no less have formed the environment.«[163] An diese zentrale Idee, nach der Fitness nicht auf das Lebendige beschränkt ist, sondern auch das Anorganische für das Leben passen muss, wird in den 1920er Jahren Alfred North Whiteheads Kosmologie ebenso anschließen wie in den 1970er Jahren die Gaia-Hypothese von James Lovelock und Lynn Margulis.

161 Vgl. Henderson, Lawrence (1917): *Order of Nature*. Cambridge, Harvard University Press. Vgl. dazu Parascandola, John: »Organismic and Holistic Concepts in the Thought of L.J. Henderson«. In: *Journal of the History of Biology* 4/1 (1971), S. 63-113.

162 Vgl. dazu auch Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*. S. 36. Iris Fry hat die These aufgestellt, dass Henderson auch ohne die Einführung der antimetaphysischen Teleologie ausgekommen wäre, weil die Selbstorganisation der Materie zur Erklärung ausgereicht hätte, er aber aufgrund der Debatten um Vitalismus und Materialismus genötigt war, ihr Prinzip zu spezifizieren – auch über die Reichweite seiner biologischen Forschung hinaus (vgl. Fry, Iris: »On the Biological Significance of the Properties of Matter. L.J. Henderson's Theory of the Fitness of the Environment«. In: *Journal of the History of Biology* 29/2 (1996), S. 155-196).

163 Henderson: »The Teleology of Inorganic Nature«. S. 265.

Die von Henderson in Anschlag gebrachte materialistische Teleologie der Organisation schöpft mithin den Zweck des Lebens aus diesem selbst. Das Ziel ist nicht vorgegeben, sondern liegt in der Organisation, die wiederum das Verhältnis von Organismus und *environment* bezeichnet. Das Universum sei dadurch auch in seinen anorganischen Bestandteilen auf das Leben ausgerichtet: »For the whole evolutionary process, both cosmic and organic, is one, and the biologist may now rightly regard the universe in its very essence as biocentric.«[164] Solche Äußerungen erregen Kritik: In einer in *Science* veröffentlichten Rezension zu Hendersons späterem Buch *Blood – A Study in General Physiology*, das auf seiner 1928 gehaltenen prestigeträchtigen *Silliman Lecture* in Yale basiert, schreibt Hendersons Cousin Yandell Henderson, dessen Arbeiten seien »seriously infected with that most insidious disease of scientific thought, metaphysics.«[165] Yandell Henderson, der an Haldanes Exkursion auf Pikes Peak beteiligt war und als Professor für Physiologie in Yale tätig ist[166], kritisiert, wie ungerecht Haldane, dessen eigene *Silliman Lecture* von 1916 in *Organism and Environment* mündet, in Hendersons Buch behandelt werde. Ohne Haldanes Forschungsergebnisse hätte dieses gar nicht geschrieben werden können.

Das Verhältnis von Haldane und Henderson wirkt nach außen angespannt, selbst wenn der Biochemiker Donald van Slyke die Wogen glättet und Henderson gegen die harschen Vorwürfe verteidigt.[167] Offensichtlich ist, wie viel beide Autoren voneinander profitieren. Bereits in einer zwischen den beiden Büchern verfassten Rezension zu Haldanes Buch *Mechanism, Life and Personality* von 1914 beschäftigt sich Henderson eingehend mit den philosophischen Hintergründen der biologischen Organisation. Dort formuliert er erstmals sein noch abstraktes Konzept der Organisation, nach dem, aufbauend auf Haldane, die Biologie den Organismus als »organic unit«[168] in Abhängigkeit vom *environment* beschreiben soll. Henderson, der stärker zu biochemischen Erklärungen tendiert als Haldane, weist jedoch dessen Vorstellung einer Priorität der Biologie als erster Wissenschaft zurück und kritisiert die Ablehnung einer physikalisch und chemisch orientierten Biologie. Die Beschäftigung mit der Rolle des *environments* und die Erweiterung des Lebens auf anorganische Umgebungen sei als Alleinstellungsmerkmal einer Neuorientierung der Wissenschaften vom Leben nicht ausreichend. Henderson wirft Haldane vor,

164 Henderson (1913): *The Fitness of the Environment*. S. 312.

165 Henderson, Yandell: »Is this Science or Metaphysics?«. In: *Science & Education* 69/1776 (1929), S. 39-41. Hier: S. 39.

166 Vgl. Dill, D.B: »L.J. Henderson. His Transition from Physicial Chemist to Physiologist«. In: *The Physiologist* 20/2 (1977), S. 1-15. Hier: S. 12.

167 Vgl. van Slyke, Donald: »The 1928 Silliman Lectures«. In: *Science & Education* 69/1780 (1929), S. 163.

168 Henderson, Lawrence: »Review of Mechanism, Life and Personality«. In: *Science & Education* 42/1081 (1915), S. 378-382. Hier: S. 380.

dass er, indem er die Biologie über die Physik und die Chemie erhebt, die physikalischen und chemischen Erkenntnisse negiert, auf denen Hendersons organizistischen Thesen und seine physiologische Forschung beruhen.

In einer Gegenrezension zu *The Order of Nature* reagiert Haldane kurze Zeit später, indem er unterstreicht, dass Hendersons physikalisch-chemische Herangehensweise ungeeignet sei, »the facts of biology«[169] zu beschreiben. Mit den in Anschlag gebrachten Wirkursachen, *causa efficiens*, seien sie nicht zu erfassen. Vielmehr müssen die Zweckursachen, *causa finalis*, bedacht werden, die jedes Teil in das Ganze integrieren. Hendersons Annahme, ein chemisches Abdämpfen von Umwelteinflüssen sei für die Stabilität des Organismus verantwortlich, verwirft Haldane weniger wegen der chemischen Tatsachen, sondern weil die koordinierte Aktivität des Organismus für die chemischen Reaktionen verantwortlich sei. Im empirischen Vorgehen Hendersons sei diese Teleologie nicht als organische Ordnung auch der physikalischen und chemischen Welt konzipiert, sondern bleibe eine mysteriöse Tatsache oder werde auf mathematische Formeln zurückgeführt.

Fünfzehn Jahre später ist diese Diskussion noch immer nicht abgeschlossen. Haldane kritisiert 1929 in einer Rezension zu Hendersons Buch *Blood*, dass dieser die Bedeutung des *milieu intérieur* immer noch nicht richtig erfasse und die Bedeutung des Zusammenwirkens der einzelnen Bestandteile des Blutkreislaufs nicht in ihrer Koordination begriffen habe.[170] Haldane hält Henderson vor, mit seiner Überbetonung der Chemie das Zusammenwirken der Teile zum Ganzen ignoriert zu haben und damit die Tatsache aus den Augen zu verlieren, dass die Organisation der Lebensmechanismen, mit Claude Bernard verstanden, der Stabilisierung des *internal environment* dient. Henderson hingegen, der Bernards *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* auf Englisch herausgibt, will pragmatisch die dem wissenschaftlichen Blick zugänglichen Mechanismen biologisch und chemisch untersuchen, um ihren Beitrag zum Gleichgewicht herauszuarbeiten. Dieses Gleichgewicht sei jedoch letztlich nur mathematisch beschreibbar.

Henderson schwebt zu diesem Zeitpunkt bereits ein breiteres, allgemeinen Ansprüchen genügendes Konzept der Organisation vor, das er erstmals in einer Auseinandersetzung mit Haldane entwirft: »Moreover, all the characteristics of the organization of living things are not peculiar to such organisms. Thus it is generally admitted that to speak of the organization of society is more than a figure of speech, and the justification of this view is found in the similarity of regulatory processes and of the conditions of stability in the two instances.«[171] Da die

169 Haldane, John Scott: »Review of The Order of Nature«. In: *Nature* 100/2510 (1917), S. 262-263. Hier: S. 263.

170 Vgl. Haldane, John Scott: »Discussion. Claude Bernard's Conception of the Internal Environment«. In: *Science & Education* 69/1791 (1929), S. 453-454.

171 Henderson, Lawrence: »Mechanism, from the Standpoint of Physical Science«. In: *The Philosophical Review* 27/6 (1918), S. 571-576. Hier: S. 576.

Charakteristika der Organisation keinesfalls als einzigartige Qualität des Lebens anzusehen seien, könne Haldane seine Ablehnung des Mechanismus als anti-organischer Theorie nicht aufrechterhalten. Vielmehr müsse eine Position gegen den Mechanismus auf eine andere Weise gefestigt werden, die nunmehr über die Biologie hinausgehen soll.

Seit der Lektüre des vierbändigen *Trattato di sociologia generale* des Ökonomen Vilfredo Pareto Mitte der 1920er Jahre beginnt Henderson, auch soziale Organisationen als dynamische Gleichgewichte mit wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen.[172] Paretos Arbeiten beschreiben bereits zu dieser Zeit Gesellschaft als »a system of mutually interacting particles which move from one state of equilibrium to another«[173], welches sich mit den von Willard Gibbs ebenfalls in Harvard erarbeiten Formeln physikalischer Gleichgewichte erfassen lässt. In diesem Ansatz erkennt Henderson eine spiegelbildliche Fortführung seiner eigenen, organizistischen Ideen auf dem Feld der Soziologie. Er wechselt von der Harvard Medical School an die Harvard School of Business, gründet das Harvard Fatigue Laboratory und erforscht die physiologischen Auswirkungen von Ermüdung auf Arbeitsprozesse im Kontext fordistischer Massenproduktion. Das Thema Müdigkeit wählt Henderson nicht zuletzt, weil es seine physiologische Forschung anschlussfähig an die Interessen der Industrie und ihre Fördertöpfe macht. Entsprechend gut finanziert ist das Laboratorium, das wichtige Arbeiten über das *work environment* hervorbringt und auch für den Entwurf von Trainingsverfahren für Soldaten im Zweiten Weltkrieg eine Rolle spielt.[174]

Im Rahmen der School of Business unterrichtet Henderson zukünftige Manager sowie Verwaltungsleiter und etabliert in den 1930er Jahren den sogenannten *Pareto Circle*, der später so einflussreiche Forscher wie die Soziologen Elton Mayo, Robert K. Merton und Talcott Parsons sowie den Ökonomen Joseph Schumpeter versammelt.[175] Im Dialog mit Industrievertretern werden in diesem Zirkel

172 Vgl. Henderson, Lawrence (1935): *Pareto's General Sociology. A Physiologist's Interpretation*. Cambridge, Harvard University Press. Vgl. zur Bedeutung dieses Gleichgewichts für die Entstehung der nordamerikanischen Soziologie Russett, Cynthia Eagle (1966): *The Concept of Equilibrium in American Social Thought*. New Haven, Yale University Press.

173 Pareto, Vilfredo (1966): *Sociological Writings*. New York, Praeger. S. 31.

174 Vgl. Horvath, Steven M./Horvath, E.C. (1973): *The Harvard Fatigue Laboratory. Its History and Contributions*. New Jersey, Prentice-Hall sowie zur Rolle des Militärs Farish, Matthew: »Creating Cold War Climates. The Laboratories of American Globalism«. In: McNeill, John Robert/Unger, Corinna R. (Hg., 2010): *Environmental Histories of the Cold War*. Cambridge, Cambridge University Press, S. 51-84.

175 Vgl. zur wissenschaftshistorischen Forschung zum *Pareto Circle* Keller, Robert T.: »The Harvard ›Pareto Circle‹ and the Historical Development of Organization Theory«. In: *Journal of Management* 10/2 (2016), S. 193-204 sowie Heyl, Barbara: »The Harvard Pareto Circle«. In: *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 4/4 (1968), S. 316-334.

Fragen der sozialen Organisation und des betrieblichen Managements als Organisationsprozesse diskutiert und schließlich soziologische Organisationstheorien entwickelt, deren Einfluss bis heute zu spüren ist.[176] Wie an den sogenannten Hawthorne-Experimenten von 1927 zur Einbindung von Mitarbeitern in Arbeitsprozesse Anne Schreiber zufolge deutlich wird, geht es in der Umsetzung der theoretischen Grundlagen um die Stabilisierung und Optimierung von Arbeitskraft.[177]

Auf der Grundlage von Paretos Soziologie und gemeinsam mit Mayo versteht Henderson soziale Organisationen als stabilisierte Resultate menschlicher Handlungen, die durch Werte und Normen vermittelt werden. In ihrem gemeinsam mit Thomas North Whitehead, dem Sohn Alfred North Whiteheads, verfassten Aufsatz »The Effects of Social Environment«, erschienen 1936 im *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology*, beobachten sie das Arbeitsumfeld von Büroangestellten nach statistischen und mathematischen Verfahren, die ein überaus abstraktes Konzept der sozialen Organisation stützen und in programmatischen Forderungen münden: »The environment is at once physical, chemical, biological, psychological, economic, and sociological. […] Let us study, weigh, modify, and use them.«[178] Nur über das *environment* kann Stabilität, ob im Arbeitsumfeld oder in ganzen Gesellschaften, sichergestellt werden, weil nur so stabilisierend und konservierend in die Organisation von sozialen Prozessen eingegriffen werden kann.

Die Physiologie Hendersons überspringt mit dieser gleichrangigen Behandlung von Organismus und Organisation die metaphorische Annäherung von Organismen und Staaten, indem sie ihre Erklärungen auf dieses Feld überträgt und neue Handlungsoptionen eröffnet. Da soziologische Organisationen den für alle stabilen Organisationen charakteristischen Regulationsprozessen gehorchen, können sie durch entsprechende Eingriffe auf der Ebene der Umgebung modifiziert werden. Dass diese Verfahrensweise der in diesem Kontext entstehenden Organisationstheorie und des *workplace managements*[179] historisch in Modellen des Arbeitsmarkts und der individuellen Effizienz münden, wie Florian Hoof gezeigt hat, ist ein weiterer Hinweis darauf, dass diese Ansätze geradezu prototypisch die von Foucault beschriebenen Charakteristika der Biopolitik aufweisen: Regulation richtet sich auf *environments* und dient der Wahrscheinlichmachung von Ereignissen, der Effizienz der Zirkulation sowie der Regierung durch die indirekte Ausübung von Macht auf Umgebungen. Eine den Rahmen dieses Buchs sprengende Analyse der

176 Vgl. Cot, Annie: »A 1930's North American creative community. The Harvard ›Pareto Circle‹«. In: *History of Political Economy* 43/1 (2011), S. 131-159.

177 Vgl. Schreiber, Anne: »Organisation durch Kommunikation Medien des Managements in den USA Anfang des 20. Jahrhunderts«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaften* 10 (2018), S. 28-36.

178 Henderson, Lawrence/Mayo, Elton/Whitehead, Thomas North: »The Effects of Social Environment«. In: *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology* 18/7 (1936), S. 401-416. Hier: S. 416.

179 Vgl. dazu ausführlicher Hoof, Florian (2015): *Engel der Effizienz. Eine Mediengeschichte der Unternehmensberatung*. Konstanz, Konstanz University Press.

aus dem *Pareto Circle* entstehenden ökonomischen Theorien wäre nötig, um herauszuarbeiten, in wie weit diese Ausrichtung der Ökonomie parallel zur von Foucault ausführlich dargestellten Geschichte des Neoliberalismus ebenfalls eine biopolitische Dimension inkludiert.[180] Offensichtlich ist in jedem Fall, dass die Gestaltung von *environments* im Kontext des *Pareto Circle* zu einem allgemeinen Instrument der Organisationstheorie wird.

Die soziologischen Anstrengungen Hendersons können – wie die ähnlich ausgerichteten Ansätze des ebenfalls in Harvard tätigen Walter B. Cannons, die im Anschluss zur Sprache kommen werden – als Reaktion auf die gesellschaftlichen Krisen der Depressionszeit der 1920er Jahre verstanden werden. Beide Autoren richten ihr Augenmerk auf die natürlichen Fundamente sozialer Stabilität und entsprechende therapeutische Maßnahmen.[181] In einer Gesellschaft, die in ihren demokratischen und sozialen Grundlagen von akuter Instabilität bedroht ist, tragen die aus der Biologie importierten Rezepte des Organizismus den Anschein von naturalistischen Allheilmitteln. Wie Barbara Heyl zeigt, reagiert der *Pareto Circle* auf den um sich greifenden Marxismus, dem eine konservative Theorie der sozialen Stabilität entgegengestellt werden soll.[182] Die Bedeutung des organisch abgesicherten Gleichgewichts für die physiologische Forschung, wie es Henderson in seinen früheren Arbeiten entworfen hatte, kann daher nicht losgelöst von den sozialen und politischen Instabilitäten der Zwischenkriegszeit speziell in den USA betrachtet werden, angesichts derer Stabilität – weit vor aller Harmonie, die in Deutschland propagiert wird – selbst erstrebenswert wird. Der Weg zur Stabilität führt jedoch über das *environment* und seine Gestaltung.

3.5.2 Alfred North Whitehead und die Prozesse der Reziprozität

Der Philosoph Alfred North Whitehead, der zu den Gründungsmitgliedern der 1933 von Henderson ins Leben gerufenen Society of Fellows in Harvard gehört, tritt ähnlich wie dieser für eine allgemeine Philosophie des Organizismus ein. Whitehead spielt dessen Konsequenzen in alle Richtungen durch. Nachdem er sich während seiner Zeit in Cambridge und London mit den gemeinsam mit Bertrand Russell verfassten *Principia Mathematica* von 1913 einen Ruf als Logiker und Mathematiker

180 Wie Parsons in der Einleitung zu seinem 1951 erschienenen Buch *The Social System* schreibt, geht der Titel dieses für Luhmann enorm wichtigen Buches auf Henderson zurück. So wird deutlich, wie viel die Systemtheorie nicht nur der Tradition der Kybernetik, sondern auch dem Organizismus verdankt. Parsons Funktionalismus beruht in diesem Sinne auf Analysen des Verhältnisses von Organisationen zu ihren *environments* (vgl. Parsons, Talcott (1951/1991): *The Social System*. London, Routledge. S. VI).

181 Vgl. Cross, Stephen J./Albury, William R.: »Walter B. Cannon, L.J. Henderson, and the Organic Analogy«. In: *Osiris* 3 (1987), S. 165-192.

182 Vgl. Heyl: »The Harvard Pareto Circle«.

erworben hat, wendet er sich, als er 1924 im Alter von 63 Jahren auf eine Professur in Harvard berufen wird, einer prozessontologischen Kosmologie zu. Die Dyade bietet sich dieser als Denkmodell an, weil durch die Reziprozität von *environment* und Organismus beide in ständiger Veränderung begriffen sind. Drei auf Vorlesungen beruhende Bücher stecken den Rahmen von Whiteheads Prozessontologie ab: *Science and the Modern World* von 1925, *Process and Reality* von 1929 sowie *Adventures of Ideas* von 1933. Die darin vorgestellte, überaus vielschichtige Philosophie, die derzeit, wie Isabelle Stengers in *Thinking with Whitehead* betont hat, neueren Strömungen der Philosophie als Vorlage für ein Weltbild der Emergenz, der Komplexität und der Selbstorganisation dient, kann vor dem Hintergrund der Arbeiten Hendersons auf ihre organizistischen Züge hin gelesen werden.[183] Denn der Begriff *environment* wird für Whitehead während seiner Zeit in Harvard und – so kann vermutet werden – inspiriert von seinen Diskussionen mit Henderson, der 1926 eine begeisterte Rezension zu *Science and the Modern World* verfasst[184], zu einem zentralen Werkzeug. Whitehead zeigt großes Interesse an den entstehenden biochemischen Wissenschaften seiner Zeit und verweist auf Henderson als Quelle. Speziell die Physiologie ist für Whitehead relevant, weil sie beginnt, den Fokus von der biochemischen Zusammensetzung des Organismus zu lösen und auf die gemeinsame Organisation mit seinem *environment* zu lenken. In allen drei Büchern taucht der Begriff *environment* in unterschiedlichen Kontexten auf.[185] In den Büchern vor dieser Phase, selbst im einschlägigen *The Concept of Nature* von 1920, wird der später unabdingbare, aber auch selbstverständliche Begriff noch nicht verwendet.[186]

In *Science and the Modern World*, das als erste Artikulation seiner neuen Philosophie gelten kann und zugleich die generellste Auseinandersetzung mit dem Konzept des Organismus bietet, wendet sich Whitehead mit einer großen Geste von den dualistischen Tendenzen der westlichen Wissenschaft und Philosophie ab.[187] Stattdessen entwickelt er, auf der Höhe der physikalischen und biologischen Erkenntnisse seiner Zeit, eine nondualistische Alternative, für welche die Natur die Gesamtheit des den Sinnen und Instrumenten Zugänglichen darstellt. Indem er

183 Vgl. Stengers, Isabelle (2011): *Thinking with Whitehead. A Free and Wild Creation of Concepts*. Cambridge, Harvard University Press.

184 Vgl. Henderson, Lawrence: »A Philosophical Interpretation of Nature«. In: *The Quarterly Review of Biology* 1/2 (1926), S. 289-294.

185 Die verschiedenen Funktionen des Begriffs für Whiteheads Prozessontologie, deren Darstellung hier den Rahmen sprengen würde, hat Ann Plamondon herausgearbeitet: Plamondon, Ann L. (1979): *Whitehead's Organic Philosophy of Science*. Albany, State University of New York Press. S. 46ff.

186 Vgl. Whitehead, Alfred North (1920): *The Concept of Nature*. Cambridge, Cambridge University Press.

187 Vgl. Whitehead, Alfred North (1925): *Science and the Modern World*. New York, Macmillan.

Philosophie und Naturwissenschaft verschmelzt, beschwört Whitehead eine neue Phase der Biologie herauf, in der parallel zur Elektrodynamik, zur Relativitätstheorie und zur Quantenmechanik die bis dahin dominante Maschinenmetapher verabschiedet werden könne. Sie habe bis dahin verhindert, den Organismus in seinem Werden – und das heißt in Wechselbeziehung mit seinem *environment* – zu verstehen und dieses Konzept von lebendigen Wesen auf alle Aspekte der Wirklichkeit auszudehnen. Weil der Organismus nur existieren kann, wenn andauernd etwas geschieht, d.h. Organisation als Prozess abläuft, wird er für Whitehead zentral. Die Einheit der Wissenschaft, die für Whitehead mit einem metaphysischen Weltbild konvergiert, soll angesichts der quantenmechanischen und biologischen Uneindeutigkeit der Materie und des Lebens nicht länger auf reduktionistische Weise gesucht werden. Die Alternative stellt die organische Betrachtung von Prozessen in ihrer Gegebenheit für einen Beobachter dar.

Whitehead wendet sich, so kann man seine Position zuspitzen, gegen die der westlichen Wissenschaft zugrundeliegende Idee einer in Raum und Zeit mit sich identisch bleibenden Substanz, deren Veränderungen für die philosophische Tradition allenfalls von sekundärer Bedeutung waren. Diese Annahme, die in Varianten der Newtonschen Physik, der Cartesianischen Philosophie und der Galileischen Mechanik zugrunde liegt, sei das Ergebnis einer »fallacy of misplaced concreteness«[188], also einer Abstraktion, die das Wahrgenommene zu einer isolierten, eigenständigen Entität erklärt und seine Einbettung in das Umgebende abschneidet. Statt solchen zwar als Werkzeug hilfreichen, aber an der Natur der Dinge vorbeigehenden Abstraktionen müsse die Veränderlichkeit und Prozesshaftigkeit des Universums bedacht werden.[189] Andernfalls könne die Physik Körper nur in ihrer raum-zeitlichen Position bestimmen und würde andere, vor allem perzeptive Eigenschaften wie Klang oder Farbe übergehen. Dies wiederum führe zu einer für die westliche Wissenschaft typischen »bifurcation of nature«[190], in deren Folge allein die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Objekten zählen, während alles andere – eben auch das Leben – als sekundäre Zugabe des Geistes erscheint.

Mit dieser Verortung innerhalb der philosophischen Auseinandersetzungen seiner Zeit stellt sich Whitehead der Frage, wie man gegen das mechanische Modell einer statischen, passiven Materie den Organismus denken und eine »non-materialistic philosophy of nature«[191] entwickeln kann. Wenn es keine Substanz gibt, keine definierende Essenz, sondern nur einander abwechselnde

188 Ebd., S. 52.

189 »Wherever a vicious dualism appears, it is by reason of mistaking an abstraction for a final concrete fact.« Whitehead, Alfred North (1933): *Adventures of Ideas*. New York, Macmillan. S. 244.

190 Whitehead, Alfred North (1929): *Process and Reality*. New York, Macmillan. S. 289.

191 Whitehead (1925): *Science and the Modern World*. S. 105.

»occasions of experience«[192] und Relationen, dann ist keine Entität absolut eigenständig und vom Rest des Universums getrennt. Whitehead argumentiert, dass der Vitalismus auf diesem Feld keine Alternative bietet, weil er mit seiner notwendigen Unterscheidung in Lebendiges und Nicht-Lebendiges kein Gegenmodell zum Mechanismus und zum Materialismus liefern könne. Organismen lassen sich für Whitehead nicht mit dieser Unterscheidung erfassen, während der Organizismus über eine innerbiologische Theorie hinaus eine Beschreibung der Wirklichkeit in ihrer Zusammensetzung anbiete, in der Umgebenes nicht vom Umgebenen getrennt werde. Die mechanistische Erklärung des Ganzen durch die Summe seiner Teile weist Whitehead in diesem Kontext ebenfalls zurück, weil keines der Teile ohne Rückbezug auf das Ganze verstanden werden könne. Eine Entität ist demnach die Summe ihrer Relationen zu anderen Entitäten – zu dem, was Whitehead seit seiner Zeit in Harvard als *environment* bezeichnet: »The whole environment participates in the nature of each of its occasions. Thus each occasion takes its initial form from the character of its environment.«[193] 1919 spricht er in *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge* noch von einem »ether of events«[194], der anstelle des substanziellen Äthers der Physik die Tatsache benennen soll, dass auch ohne Annahme einer primären Substanz »something is going on everywhere and always.«[195] Die Plausibilität der ›argumentativen Ressource‹[196] des Äthers übernimmt, so könnte man sagen, nach der Abwendung von der Physik hin zur Biologie das *environment*.

Das organische Zusammenwirken von Entitäten und ihren jeweiligen *environments* ist Whitehead zufolge nur in ihrer Prozessualität zu verstehen, weil andernfalls die sich ständig ändernden Relationen der Reziprozität stillgestellt würden: »The relation of part to whole has the special reciprocity associated with the notion of organism, in which the part is for the whole; but this relation reigns throughout nature and does not start with the special case of the higher organisms.«[197] Für Whiteheads Ontologie besteht die Natur aus organisch aufeinander angewiesenen, sich entwickelnden Prozessen: »Nature exhibits itself as exemplifying a philosophy of the evolution of organisms subject to determinate conditions.«[198] Whiteheads Denken widmet sich, überaus vereinfacht gesagt, einer Ontologie dieser Prozesse, die den Kosmos als konstanten Wandel und jede Entität als Abfolge von Ereignissen

192 Whitehead (1929): *Process and Reality*. S. 77.
193 Whitehead (1933): *Adventures of Ideas*. S. 41.
194 Whitehead, Alfred North (1919): *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*. Cambridge, Cambridge University Press. S. 25.
195 Ebd.
196 Cantor: »The Theological Significance of Ethers«. S. 152.
197 Whitehead (1925): *Science and the Modern World*. S. 149.
198 Ebd., S. 94.

und Prozessen begreift. Ihr Zusammenhang ist organisch, weil der Organismus eine im Inneren verschränkte und vom Außen zugleich abhängige wie unabhängige Ordnung bildet. Der Organizismus wird damit zu einer über die Biologie hinausgreifenden Erklärung, weil er nicht auf lebendige Wesen aus Fleisch und Blut beschränkt ist, sondern auf alle *natural entities* des Universums angewandt werden kann. Deshalb gilt, dass alles, auch Anorganisches, von seinem *environment* abhängig ist: »Thus an electron within a living body is different from an electron outside it, by reason of the plan of the body.«[199]

Der Begriff *environment* kommt bei Whitehead dort ins Spiel, wo es nicht die Dinge selbst sind, die sich verändern, sondern ihre Relationen, d.h. ihr Verhältnis zu dem, was sie umgibt. Alle Teile werden vom Ganzen modifiziert und sind nur von diesem her verständlich. Was etwas umgibt, bestimmt, wie dieses Etwas erscheint. »For the organic philosophy, anticipation as to the future of a piece of rock presupposes an environment with the type of order which that piece of rock requires.«[200] Entsprechend kann Whitehead von religiösen, kognitiven oder physikalischen *environments* sprechen, die ebenfalls in solche Prozesse integriert sind.[201]

In *Process and Reality* verschränkt Whitehead den Ansatz dieser philosophischen Neuorientierung und ihrer nicht-reduktionistischen Fassung des Organismus mit einer Erklärung der zu dieser Zeit hervortretenden Transformation des Verständnisses des *environments*. Er greift, ohne seine Quellen offenzulegen, die erörterten Debatten des Organizismus in der Physiologie auf und formuliert darauf aufbauend ein neues Verständnis der Reziprozität der Dyade. Die mechanistische Biologie und die darwinsche Evolutionstheorie hätten *environment* und Organismus strikt getrennt, um zu erklären, wie Veränderungen von Organismen als Anpassung an ihr *environment* vor sich gehen. Das *environment* ist dieser Konzeption nach eine knappe Ressource, von der Lebewesen zehren. Es begrenzt deren Möglichkeiten. Die neue Perspektive, die Whitehead mit dem Organizismus heraufziehen sieht, betont hingegen die Kreativität der Organismen, die in Kooperation ihr *environment* anpassen können. In ihrer Abhängigkeit liegt, analog zu Henderson, ein gestaltendes Potential, das »neither purely physical nor purely biological«[202] sei und von dem aus die Evolution des Lebens als prozessuale Kosmologie einsichtig werde.

Auch wenn Whitehead seine Quellen und Inspirationen nur sehr zögerlich preisgibt, ist der Einfluss Hendersons in Äußerungen wie der folgenden offensichtlich: »Accordingly, the key to the mechanism of evolution is the necessity for the evolution of a favorable environment, conjointly with the evolution of

199 Ebd., S. 80.
200 Whitehead (1929): *Process and Reality*. S. 311f.
201 Whitehead (1933): *Adventures of Ideas*. S. 18, 189, 48.
202 Whitehead (1925): *Science and the Modern World*. S. 150.

any specific type of enduring organisms of great permanence. Any physical object which by its influence deteriorates its environment, commits suicide.«[203] Whitehead bezieht sich einzig dort auf die drei erwähnten Bücher Hendersons und bezeichnet sie als fundamental, wo er in *Process and Reality* seine Philosophie auf die Erklärung von (nicht zwangsläufig menschlichen) Gesellschaften als »order of nature«[204] anwendet – vergleichbar eben jener Ordnung, die Henderson zwischen *environment* und Organismus beschreibt. Whitehead schließt an dessen Organizismus insofern an, als für ihn Organismus und *environment* nicht nur reziprok verschränkt sind, sondern auch ihre Organisation voneinander abhängt, weil sie zusammen ein Ganzes bilden.

Für die hier verfolgte Perspektive ist eine Nebenbemerkung Whiteheads von besonderer Bedeutung. Der Ausbeutung der Natur in Folge der wissenschaftlichen Revolution der Frühen Neuzeit stellt er in *Science and the Modern World* eine »plasticity«[205] des *environments* entgegen, seine Gestaltbarkeit und Formbarkeit. Mit dem technischen Wissen der Naturwissenschaft sei das *environment* modifizierbar geworden und das daraus resultierende Wissen vom Organismus hätte zur Erkenntnis ihrer Reziprozität mit dem Organismus geführt. Die organizistische Perspektive, so Whiteheads Erklärung, ist das Ergebnis nicht nur dieses wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns, sondern der Praxis der Gestaltung von *environments*. Zugleich aber verneine das mechanistische Weltbild im Gegensatz zum prozessorientierten diese umfassende Gestaltbarkeit, weil es das *environment* nur als passive Ressource begreifen könne: »The two evils are: one, the ignoration of the true relation of each organism to its environment; and the other, the habit of ignoring the intrinsic worth of the environment which must be allowed its weight in any consideration of final ends.«[206] Ein solches Denken der Natur sei nicht auf der Höhe seiner Möglichkeiten. Während die Ausbeutung der Natur durch die neuzeitliche Wissenschaft von Whitehead aufs Schärfste verurteilt wird, bietet die organizistischen Prinzipien gehorchende Modifikation von *environments* die Möglichkeit einer an Prozessen orientierten, sich den Kräften der Natur nicht entgegenstellenden, sondern sie auf dynamische Weise integrierenden Lebens- und Denkweise.

Erst die organizistische Perspektive, so kann man daraus schließen, ist in der Lage, die Gestaltbarkeit des *environments* umzusetzen: »Successful organisms modify their environment. Those organisms are successful which modify their environments so as to assist each other.«[207] An dieser Bemerkung wird offensichtlich, dass die Biopolitik der Gestaltung von Umgebungen nicht nur eng mit der Entstehung des Liberalismus verbunden ist, sondern auch mit organizistischen Aus-

203 Ebd., S. 117.
204 Whitehead (1929): *Process and Reality*. S. 89.
205 Whitehead (1925): *Science and the Modern World*. S. 114.
206 Ebd., S. 196.
207 Ebd., S. 205.

gangspunkten wie jenem Whiteheads. Die von Henderson und Whitehead durchgespielten Umgebungsrelationen sind die Grundlage für eine effiziente, weil indirekte Regierung des Umgebenden durch die Regulation des Umgebenen. Von Whitehead wird dieses Vorgehen als Alternative zur Ausbeutung der Natur zwar philosophisch nobilitiert, doch diese später ökologisch genannte Neuausrichtung des Denkens konvergiert mit den neuen biopolitischen Verfahren der Umgebungsregulation. Mit Walter B. Cannons organizistischem Konzept der Homöostase wird dieser Ansatz schließlich zur Inspiration der Kybernetik.

3.5.3 Walter B. Cannon und die Homöostase

Während das Ganze von Whitehead mit philosophischen Weihen versehen wird, geht es an einer anderen Fakultät in Harvard um eine technische Implementierung, die auf dem gleichen theoretischen Fundament ruht. Mit Bezug sowohl auf Hendersons biochemische Regulation als auch auf Haldanes Betonung des *internal environment* übersetzt Walter B. Cannon, in den 1920er und 1930er Jahren Leiter des Department of Physiology, Bernards Konzept des *milieu intérieur* in die neue Sprache der Physiologie.[208]

In Bernards *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, posthum 1878 veröffentlicht, wird erstmals die Fähigkeit von Organismen ausführlich beschrieben, stabile innere Umgebungen aufrechtzuerhalten, durch die ihre Grenzen festgelegt werden und in denen alle physiologischen Prozesse ablaufen.[209] In seinen Experimenten zum Zuckerhaushalt von Hunden sowie zur Leber als Regulationsorgan löst Bernard den Organismus von seiner werkzeughaften Zweckgerichtetheit, indem er die regulative Anpassung an und die Erzeugung eines *milieus* in den Vordergrund rückt. In diesem Kontext spricht er auch von einem »cercle fermé« des Organismus.[210] In seinen Arbeiten über die Verdauung erläutert er in dieser Hinsicht die Funktion des Blutkreislaufes für die Regulierung der Körpertemperatur und erklärt, wie der Organismus selbst jene Stoffe (Blut und Sekrete) erzeugt, deren Zirkulation das Zusammenwirken der Organe ermöglicht. Als eine Art Puffer schützt dieses *milieu intérieur* die fragile Zusammensetzung des Organismus vor dem direkten Einfluss der Außenwelt. Das innere *milieu* ist Bernard zufolge wie ein geschlossener Kreis auf sich selbst bezogen und schirmt das

208 Cannon spricht an wenigen Stellen vom *milieu interne* bzw. *intérieur*, ansonsten vom *internal environment*.

209 Vgl. Bernard (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Vgl. zur Geschichte Bernards und insbesondere seiner Lektüre Spencers Holmes: »Claude Bernard, the *Milieu Intérieur*, and Regulatory Physiology«. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 8/1 (1986)

210 Bernard, Claude (1966): *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris, Garnier-Flammarion. S. 152.

Innere vom Äußeren ab. Bernards überaus folgenreicher Schritt besteht darin, den Organismus selbst als *milieu* zu verstehen und damit das Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem im Organismus zu spiegeln. Anstatt ihn zu isolieren oder dem *milieu* entgegenzusetzen, fügt Bernard letzteres in den ersteren ein, während er zugleich von einem *milieu extérieur* spricht, das den Organismus umgibt. Er hebt die bis dahin das Wissen vom Leben prägende Dominanz des Organismus auf und setzt im gleichen Schritt das flexible, auf unterschiedlichen Maßstabsebenen anwendbare Verhältnis von *organisme* und *milieu* an ihre Stelle. Lebensprozesse können demnach – diesen Gedanken nimmt Haldane wie gezeigt auf – nur aus der Wechselwirkung beider *milieus* mit dem Organismus verstanden werden. Das *milieu intérieur* umgibt in diesem Sinne nichts, es zentriert nichts, weil der Organismus nicht seinen Mittelpunkt darstellt. Vielmehr manifestiert dessen Organisation ein *milieu intérieur*, das eine Abgrenzung vom *milieu extérieur* produziert.

Cannons auf Bernard aufbauende Grundannahme lautet wie folgt: Organismen und in der an Henderson angelehnten Weiterentwicklung auch soziale Organisationen können erst dann verstanden werden, wenn man sie als stabile Einheiten eines temporären Gleichgewichts im Konflikt mit einer destabilisierenden Außenwelt begreift. Die Stabilität dieser Einheit kann nur aufrechterhalten werden, weil sie aus einem anpassungsfähigen Gefüge selbständiger, aufeinander angewiesener Organe besteht, die das *milieu intérieur* bilden. Ein prägnanter Satz Bernards wird bezeichnenderweise von Haldane, Henderson und Cannon als Motto zitiert: ›It is the fixity of the milieu intérieur, which is the condition of the free and independent life.‹ Im Original lautet der Satz: »*La fixité du milieu intérieur est la condition de la vie libre, indépendante*: le mécanisme qui la permet est celui qui assure dans le *milieu intérieur* le maintien de toutes les conditions nécessaires à la vie des éléments.«[211] Die Spannung zwischen der Stabilität des Organismus und der Instabilität der Umgebung erlaubt es Bernard zufolge dem Organismus, sich unabhängig von seinem *milieu* zu bewegen und doch auf energetischer Ebene von ihm abhängig zu sein. Das Gleichgewicht, das mit diesen Überlegungen zum zentralen Gegenstand der Physiologie wird, ist für Bernard ein Resultat »d'une continuelle et délicate compensation établie comme par la plus sensible des balances«[212], einer beständigen und feinen Kompensation, die für Ungleichgewichte empfindlich ist. Für den Mediziner Bernard ist Physiologie immer auch Therapie: Mit dem Wissen um die Bestandteile und Wechselwirkungen des *milieus* geht die Möglichkeit einher, pathologische Zustände therapeutisch zu behandeln. Gesund ist für Bernard nur ein freies Lebewesen. Freiheit, d.h. die Loslösung von seinem äußeren *milieu*, erlangt ein Lebewesen nur, weil es ein *milieu* internalisiert und mit sich herumträgt,

211 Bernard (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. S. 113. Kursivierung im Original.

212 Ebd., S. 114.

welches wiederum eine innere Konstanz und einen geregelten Austausch mit dem *milieu extérieur* erlaubt.

Diese Überlegungen, die Bernard zunächst in einer Vortragsreihe an der Sorbonne vorstellt, fließen in Cannons 1932 in *The Wisdom of the Body* erstmals einem breiten Publikum vorgestelltes Konzept der Homöostase ein. Zwar formuliert er keine allgemeine Theorie des Gleichgewichts. Doch soll das Konzept die interne Stabilität von Organismen in instabilen *environments* erklären und zugleich die Stabilität der Organisation von Lebewesen von physikalisch-chemischen Gleichgewichten unterscheiden.[213] Die Freiheit des Organismus trotz seiner unabdingbaren Abhängigkeit vom *environment* zu erklären ist das Ziel dieses Buches – also die ›Weisheit des Körper‹, in seiner Abhängigkeit unabhängig zu sein. Diese ›Weisheit‹ besteht Cannon zufolge in der Fähigkeit des inneren Ausgleichs äußerer Ungleichgewichte durch eine variable und anpassungsfähige Organisation. In solchen homöostatischen Prozessen werden, wie Cornelius Borck unterstrichen hat, nicht etwa die Grenzwerte der Organisation so weit ausgedehnt, dass sie möglichst variabel sind.[214] Cannon hält vielmehr fest, dass etwa den Parametern des Stoffwechsels enge Grenzen gesetzt sind. Erst diese engen Grenzwerte ermöglichen es dem Organismus, angesichts der breiten Schwankungen des externen *environments* stabil zu bleiben. Entsprechend erforscht Cannon in den einzelnen Kapiteln seines Buches die vielfältigen Mechanismen des Körpers, solche physiologischen Grenzwerte aufrechtzuerhalten.

Ähnlich wie Haldanes Arbeiten beruht auch Cannons Vorgehen auf der Erzeugung und Untersuchung lebensfeindlicher *environments*, die nunmehr aber die innere Organisation des Körpers betreffen und weniger dessen Verhältnis zur Umgebung. Bereits während des Ersten Weltkriegs führt Cannon als Mitglied eines medizinischen Forschungskomitees in den Feldlazaretten Frankreichs die Physiologie des traumatischen Schocks der Frontereignisse auf ein explosives Ungleichgewicht zurück, an das sich die Körper der Soldaten nicht anzupassen vermögen. Aufbauend auf Vivisektionen von Katzen stellt Cannon die These auf, dass die massiven Störungen, die von Hammerschlägen auf die hinteren Gliedmaße hervorgerufen werden, durch die Auflösung der inneren Organisation bedingt sind.[215] Die innere

213 Vgl. Cannon (1932): *The Wisdom of the Body* sowie Cross/Albury: »Walter B. Cannon, L.J. Henderson, and the Organic Analogy«.

214 Vgl. Borck, Cornelius: »Die Weisheit der Homöostase. Walter B. Cannons integrierte Theorie des Organismus«. In: *Zeithistorische Forschungen* 11/3 (2014), S. 472-477.

215 Vgl. zu Cannons Lazaretterfahrungen ausführlich Benison, Saul/Barger, A. Clifford/Wolfe, Elin: »Walter B. Cannon and the Mystery of Shock. A Study of Anglo-American Cooperation in World War I«. In: *Medical History* 35/2 (1991), S. 217-249 sowie Chambers, Nancy Kent/Buchman, Timothy G.: »Shock at the Millenium II. Walter B. Cannon and Lawrence Henderson«. In: *Shock* 16/4 (2001), S. 278-284.

Organisation der Katzen versagt genauso wie die der Soldaten. Trotz der bemerkenswerten Stabilisierungsleistungen des Körpers gelingt es vielen von ihnen auch lange Zeit später nicht, auf organischer wie psychischer Ebene das wiederzuerlangen, was Cannon später Homöostase nennen wird. Diese Ausgleichskapazitäten sind bei den Frontsoldaten mitunter unwiederbringlich zerstört. Sie können sich, in anderen Worten, nicht mehr an ein ziviles *environment* anpassen, weil ihr inneres *environment*, das zur Erlangung stabiler Zustände unerlässlich ist, aus den Fugen geraten ist.

In *The Wisdom of the Body* systematisiert Cannon vor dem Hintergrund dieser experimentellen Erkenntnisse und in Bezug auf seine späteren Forschungen zum Hormonhaushalt das Verhältnis von Organismus und *environment* als Produktion eines homöostatischen Gleichgewichts im Kreislauf des Körpers, der beständigen Ausgleich erfordert. Er identifiziert unterschiedliche homöostatische Funktionsebenen, die in komplexer Interdependenz stehen und je eigenen, im Ganzen des Organismus integrierten Zeitlichkeiten gehorchen. Mit Homöostase bezeichnet er diesen dauerhaften Prozess des Ausgleichs. Um zu verstehen, warum ein Organismus als an eine äußere Umgebung angepasste Organisation lebt, muss man folgerichtig die Organisation seines *internal environments* erklären. Hendersons Bemerkung, die evolutionäre Ordnung der Natur müsse als teleologisch beschrieben werden, weil »there is no other way to describe it«[216], wird von Cannon, der anlässlich des Todes Hendersons einen langen Nachruf für die National Academy of Science schreibt[217], in ein technisch nachbildbares Modell überführt. Dieses gibt letztlich den Rahmen, innerhalb dessen der britische Kybernetiker William Ross Ashby in den späten 1940er Jahren eine paradigmatische selbstorganisierende Maschine entwickelt, die er auf den Namen Homöostat tauft.

Cannons Ausführungen zur Homöostase sind aus seinen Forschungen zur Funktion und Wirkung des Adrenalins im Bluthaushalt abgeleitet, die ihn kurz vor dem Krieg beschäftigen.[218] Adrenalinausschüttung in Stresssituationen wird dabei als Vorbereitung des Organismus auf eine Reaktion auf Gefahr beschrieben. Auch anhand der Funktion des Blutzuckerspiegels und der Körpertemperatur beschreibt Cannon die Herstellung von Stabilität in offenen Systemen, die mit ihrer Umgebung in Austausch stehen. Im menschlichen Organismus wirken viele

216 Henderson: »The Teleology of Inorganic Nature«. S. 279.

217 Vgl. Cannon, Walter B.: »Biographical Memoir of Lawrence J. Henderson«. In: *Biographical Memoirs of the National Academy of Science* 23 (1946), S. 31-58. Zu Cannons Verhältnis zu Henderson vgl. auch Chambers, Nancy Kent/Buchman, Timothy G.: »Shock at the Millenium I. Walter B. Cannon and Alfred Blalock«. In: *Shock* 13/6 (2000), S. 497-504.

218 Cannon, Walter B.: »The Emergency Function of the Adrenal Medulla in Pain and the Major Emotions«. In: *American Journal of Physiology* 33/2 (1914), S. 356-372. Vgl. dazu auch Haller, Lea: »Stress, Cortison und Homöostase«. In: *Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 18/2 (2010), S. 169-195.

homöostatische Systeme zusammen, vom Adrenalin- bis zum Zuckerkreislauf, von der Atmung bis zur Verdauung. Die Stabilität dieser Systeme bedeutet, dass ihr Zustand zwischen zwei Limits bleibt. Die Überschreitung dieser Grenzwerte führt zu einem Ungleichgewicht. Stabilität zwischen diesen beiden Zuständen ist also ein dynamischer Prozess, in dem ein gestörter Faktor durch Anpassung eines anderen Faktors ausgeglichen wird. Dieses Gleichgewicht ist nicht mehr an einem Ideal orientiert. Für Cannon impliziert die Abkehr von einer auf einen Normzustand ausgerichteten Stabilität, dass Gleichgewicht aus einem beständigen Ausgleich resultiert. Stabilität beruht auf dem Management vorhandener Ressourcen und erscheint damit eher als relativ denn als absolut. Mit dynamischen Variationen kann der Organismus selbsttätig, d.h. ohne Intention und Bewusstsein, Störungen ausgleichen, indem er den Zustand zwischen den beiden Limits wiederherstellt und die Amplitude bewahrt. Diese Prozesse lassen sich, so Cannon, nur über die vorhandenen Kontrollmechanismen und Regulierungsfaktoren erforschen und sind der Analyse starrer Zustände nicht zugänglich. Regulierung ist Routine und Prozess. Stabilisierung bedeutet für Cannon nicht die Nivellierung der Differenz von Soll- und Ist-Zustand, sondern eine Balance zwischen Grenzwerten. Genau hier schließt die Kybernetik Norbert Wieners mit der Beschreibung positiver und negativer Rückkopplung an, die wiederum ein neues Konzept des *environments* ins Spiel bringen wird.

Für Cannon ist das *environment* als Umgebendes weniger eine Grenze oder ein stabilisierender Mechanismus, sondern ein Muster der Organisation, das Innen und Außen aneinander koppelt. Desto unabhängiger ein Lebewesen durch eine komplexe Organisation von seinem *external environment* wird, desto mehr Energie muss es aus seiner Umgebung beziehen, um seine eigene Stabilität aufrechtzuerhalten. Dadurch entkoppelt es sich vom *external environment*, weil das *internal environment* seine Autarkie durch beständige Regulation sicherstellt.

Wie Canguilhem in seinem Aufsatz »Zur Herausbildung des Konzeptes der biologischen Regulation im 18. und 19. Jahrhundert« zeigt, konzeptualisiert der den Begriff des *milieus* prägende Auguste Comte die Konstanz des Organismus als Ergebnis eines stabilen *milieus*, das den Organismus beeinflussend umgibt.[219] Das Äußere regelt in diesem Sinne das Innere. Canguilhem betont, dass die Comtesche Definition des *milieus* als zugleich stabil und außerhalb ein Hindernis für die Idee eines selbstregulierenden Organismus darstellt, wie er, über Bernard und Cannon vermittelt, als Homöostase für die Kybernetik und die Systemtheorie wichtig wird. Zwar verfügt dieser Organismus seit Bernard über ein *milieu intérieur*, doch seine äußere Umgebung wird lange als konstant und damit als stabil aufgefasst. Für die Idee eines offenen, homöostatischen Systems, wie sie Cannon formuliert, ist es hingegen wichtig, dass die Umgebung instabil und fluktuierend gedacht wird.

219 Vgl. Canguilhem: »Die Herausbildung des Konzepts der biologischen Regulation«. S. 104ff.

Homöostase ist kein Zustand, in dem ein störungsfreies Gleichgewicht realisiert wird, sondern eine prozessuale Aktivität, die für Cannon Leben charakterisiert. Die dynamische Stabilität, mit der ein Organismus auch in instabilen *environments* seine Organisation aufrechterhält, ist die Voraussetzung seiner Unabhängigkeit und letztlich auch Freiheit. Daher müssen sich Kybernetik und Systemtheorie zunächst von der Priorität der Erwartbarkeit lösen, um deren Regulation untersuchen zu können.

The Wisdom of the Body erscheint 1932 auf dem Höhepunkt der Depression und der politischen Krise, die erst einige Jahre später mit den Regulierungsmaßnahmen der Politik des New Deal aufgebrochen werden, welche nicht zuletzt die Neugestaltung von *urban environments* durch die Regional Planning Association of America um Lewis Mumford beinhalten, die noch Thema sein wird. Im Epilog zu *Wisdom of the Body* erweitert Cannon unter dem Titel »Relations of Biolocial and Social Homeostasis« die Homöostase auf die Gesellschaft und deutet einen Übergang vom *body physiologic* zum *body politic*[220] an. In der Gesellschaft, die Cannon vorschwebt, wird ein demokratisches Gleichgewicht durch soziale Kontrolle, Vorsorge und Planung sichergestellt. Vielleicht, so stellt Cannon in Aussicht, könne die Übertragung der Prinzipien der Homöostase auf die Gesellschaft ihre drohende Desintegration verhindern und in Krisenzeiten für den Ausgleich drohender Instabilitäten sorgen.[221] Analog zum Zusammenwirken der Bestandteile eines Organismus zu einer autarken, homöostatisch-stabilen Einheit gegenüber dem instabilen Außen kann die Gesellschaft souverän auf Bedrohungen reagieren, wenn sie sich als Organisation begreift. Die Komponenten der Adaption und der Funktionalität werden damit wichtiger als Herrschaft und Machterhalt. Wie für den Organismus die Loslösung von der Umgebung durch Kontrolle und Regulation der Abhängigkeit möglich ist, soll Freiheit auch für die Gesellschaft möglich werden. Diese Freiheit besteht physiologisch darin, dass die Homöostase die Vorgänge im Körper so reguliert, dass er sich in einem variablen *environment* bewegen kann. In der Gesellschaft sollen technokratische Institutionen auf analoge Weise die Ökonomie regulieren. Cannon wendet sich damit explizit gegen die Annahme einer Selbstregulation des Marktes und unterstützt die Politik des New Deal.[222] Entsprechend spricht er von einem »organized self-government«[223] – die Institutionen des Staats sollen als äußere Umgebung den Individuen Freiheit durch die Gewährleistung von Stabilität verschaffen. Stabilität und Freiheit sind somit eng aneinander geknüpft.

220 Vgl. Cannon, Walter B.: »The Body Physiologic and the Body Politic«. In: *Science* 93/2401, S. 1-10.

221 Vgl. Tanner, Jakob: »›Weisheit des Körpers‹ und soziale Homöostase. Physiologie und das Konzept der Selbstregulation«. In: Sarasin, Philipp/ders. (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 129-169.

222 Cross/Albury: »Walter B. Cannon, L.J. Henderson, and the Organic Analogy«. S. 172.

223 Cannon (1932): *The Wisdom of the Body*. S. 300.

Cannon wendet sich damit gegen ein individualistisches Gesellschaftsmodell, weil analog zum Staat im Körper einzelne Zellen zwar minimale Aufgaben der Selbstorganisation erledigen, aber im größeren Zusammenhang ihre Funktionen an die Organisation des Ganzen abgeben, also analog zur Demokratie zu verstehen sind. In der Gesellschaft bilden Infrastrukturen aus Eisenbahnnetzen, Kanälen und Straßen, aus Transportmitteln und Handelsorganisationen das Analogon zum *milieu intérieur*, das die Anpassungsfähigkeit der Organisation sicherstellt. Geld und Warenströme sind wie Energie- und Materieströme im Körper zu verstehen und zu untersuchen. Die Regierung muss wie das Zentralnervensystem für eine reibungsfreie Verteilung sorgen und Ungleichgewichte ausbalancieren. Mit dieser in *The Wisdom of the Body* nur in einigen Zügen angedeuteten Ausweitung seines physiologischen Konzepts auf gesellschaftliche Zusammenhänge führt Cannon die Universalität seines Konzepts der Homöostase vor: nicht nur die Prozesse in lebenden Wesen, sondern alle Arten organischer Abläufe, soweit sie eine innere Stabilität im Verhältnis zum Außen erzeugen, sollen als homöostatisch beschrieben werden können. Zustände der Nervosität werden damit wichtiger als Zustände der Harmonie.

3.6 Das Ökosystem und die Bedingung des Beobachters

Hendersons biochemische Grundlegung der Untersuchung von Gleichgewichtszuständen zwischen Organismen und *environments* sowie Haldanes Herstellung künstlicher Umgebungen zeigen die durch die Beschäftigung mit dem *environment* hervortretenden neuen Fragestellungen der biochemisch orientierten Physiologie. Versuche, das Lebendige ohne Berücksichtigung der anorganischen Umgebung zu beschreiben, erscheinen in den einschlägigen Wissenschaften zunehmend anachronistisch. Der Begriff *environment* und die mit ihm einhergehenden Unterscheidungen von Innen und Außen werden in den 1930er Jahren zu zentralen Gegenständen der biologischen Wissenschaften, die jedoch nach dem Zweiten Weltkrieg vom Paradigma der aufstrebenden Genetik abgelöst werden.

Zeitgleich zu diesen Entwicklungen ist die mit ähnlichen Fragen beschäftigte, noch junge Populationsbiologie ebenfalls mit der Schwierigkeit konfrontiert, die verwendeten Begriffe zu schärfen. Während Haldane und Henderson ihre Arbeiten nicht mit der Ökologie in Verbindung bringen – unter anderem, weil für die Ökologie dieser Zeit der Organismus die kleinste Einheit darstellt, für die Physiologie hingegen die größte –, beginnt die institutionelle Konsolidierung dieses Feldes. Die Populationsbiologie benötigt, will sie mehr sein als ein Abkömmling der traditionellen Naturgeschichte oder eine statistische Erhebung der Artenvielfalt, ein konzeptuelles Instrumentarium, um die ökologischen Abhängigkeiten von Umgebungen und Lebewesen in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Um diese Heraus-

forderung drehen sich die im Folgenden vorgestellten Positionen, die schließlich zum Ausgangspunkt der Institutionalisierung der Ökologie werden.

Auch in der Populationsbiologie ist man gezwungen, sich zwischen Vitalismus bzw. Holismus und Mechanismus zu verorten.[224] Beidem soll der auch in ökologischem Denken an Einfluss gewinnende Organizismus als interdisziplinäres Desiderat etwas entgegensetzen, wodurch philosophische Fragen in die Populationsbiologie importiert und damit einhergehende politische Konflikte ausgetragen werden. Im Folgenden wird an zwei zentralen Ansätzen der 1930er Jahre – dem Ökosystem-Konzept des britischen Populationsbiologen Arthur Tansley sowie der Systemtheorie des österreichischen Entwicklungsbiologen Ludwig von Bertalanffy – skizziert, wie auch in ökologischem Denken mit dem Gedanken der Wiedereinspeisung des Beeinflussten in das Beeinflussende und der reziproken Wechselwirkung des Umgebenden mit dem Umgebenen gerungen wird. Mit dem Aufkommen systemorientierter, organizistischer Erklärungen als Alternative zum Holismus und mit dem Konzept des Ökosystems wird dem wissenschaftlichen wie schließlich auch gesellschaftlichen Aufstieg der Ökologie der Weg gebahnt. Die historisch unverbundenen Positionen von Bertalanffys und Tansleys zu kontrastieren ist insofern sinnvoll, als beide das Umgebungsverhältnis auf die Rolle eines Beobachters beziehen, der das System von Umgebenem und Umgebendem beobachtet und dessen Beobachtung bestimmt, was innen und was außen ist.

3.6.1 Endzustände der Gemeinschaft

Die Ansätze der Ökologie bleiben, wie an den Beispielen aus Deutschland bereits gezeigt wurde, im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts häufig im Fahrwasser des Holismus, um sich gegenüber der Physik eine eigenständige Position zu verschaffen, welche das Lebendige nicht auf deren Gesetze reduziert. Dies wird im englischsprachigen Raum besonders deutlich an der seit dem Buch *Research Methods in Ecology* von 1905 einflussreichen Superorganismen-Theorie des Botanikers Frederic Clements von der Carnegie Institution for Science in Washington. Ähnlich wie Möbius' Konzept der *Biozönose* fasst dieser Ansatz die Zustände einer Pflanzenvegetation als vorgegebenen, determinierten Prozess hin zu einem Gleichgewicht, das trotz aller Schwankungen stabil bleibt und auf einen Endzustand namens *climax* zuläuft, der nur durch eine massive Störung von außen beendet werden kann: »In this development, habitat and population act and react upon each other, alternating as cause and effect until a state of equilibrium is reached.«[225] Clements' Ansatz

224 Zu den unterschiedlichen Formen vitalistischen Denkens in der Biologie des 18. und 19. Jahrhunderts vgl. Benton, E.: »Vitalism in Nineteenth-Century Scientific Thought. A Typology and Reassessment«. In: *Studies In History and Philosophy of Science, Part A* 5/1 (1974), S. 17-48.

225 Clements (1916): *Plant Succession*. S. 6.

betrachtet nicht nur spezielle *environments* und isolierte Arten, sondern den größeren Zusammenhang der geographischen Ausdehnung hinsichtlich der Quantitäten verschiedener Populationen und legt damit die Grundlage für eine erste Schule der Ökologie. Ihr gelten jedoch nur der Organismus, die Population (d.h. eine Art in ihrem regionalen Vorkommen) oder die *community* (alle Populationen einer Gegend) als theoretische Einheiten. Das *environment*, von Clements gleichbedeutend mit *habitat* verwendet, ist lediglich ein äußerer Faktor, der in manchen Fällen beachtet werden muss, oft aber zu vernachlässigen ist. Der Superorganismus schafft sich seine Umgebungsbedingungen durch seine eigene Aktivität. Weil das *environment* daher keine aktive Rolle spielt, kann die Sukzession der Arten gleichsam selbst wie ein umgebungsloser Organismus auf einen finalen Zustand hinauslaufen.

Drei Ecksteine umgrenzen Clements' Ökologie: das Sukzessionsmodell, das auf den Endzustand des *climax* zuläuft und von der Annahme gerahmt wird, eine Population sei als ein *superorganism* beschreibbar. Weil die Abfolge der Stufen einer Vegetation in Clements' Modell vorhersagbar ist und der Superorganismus auf dem Weg zu Harmonie und Stabilität vorbestimmten Pfaden folgt, steigt es zur allgemeinen Erklärung von Populationszyklen auf. Inspiriert vom Holismus setzt Clements die teleologische Entwicklung der Vegetation mit einem Organismus gleich: »The unit of vegetation, the climax formation, is an organic entity.«[226] Die Natur ist demnach keine Ansammlung von Individuen, sondern ein organisiertes Ganzes, das zu jenem quasi-harmonischen Zustand strebt, den Stephen Forbes 1887 in einem für Clements leitenden Gründungstext der nordamerikanischen Ökologie unter dem Titel »The Lake as a Microcosm« als »steady balance of organic nature«[227] beschreibt. In seiner empirischen Analyse des Artenbestands der See- und Flussgebiete von Illinois zeigt Forbes, seines Zeichens Direktor des Illinois State Natural History Laboratory, anhand der Nahrungszyklen, wie durch die natürli-

226 Ebd., S. 124. Vgl. dazu auch Eliot, Christopher: »Method and Metaphysics in Clements's and Gleason's Ecological Explanations«. In: *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 38/1 (2007), S. 85-109. Schon in den 1920er Jahren wendet sich der Ökologe Henry Gleason von seinem ehemaligen Lehrer Clements ab und betont statt dessen teleologischer, harmoniebedürftiger Sukzessionslehre eine auf Wahrscheinlichkeitskalkülen aufbauende, individualistische Theorie, nach der jedes Lebewesen für sich existiert und es keine übergeordnete Einheit gibt. Während Gleason in der wissenschaftshistorischen Literatur zumeist als Gegenpol angeführt wird, konnte Michael Barbour zeigen, dass seine Überlegungen keinen Nachhall fanden und erst in den 1940er Jahren rezipiert wurden: Barbour, Michael G.: »Ecological Fragmentation in the Fifties«. In: Cronon, William (Hg., 1995): *Uncommon Ground. Toward Reinventing Nature*. New York, W.W. Norton & Co., S. 233-255.

227 Forbes: »The Lake as a Microcosm«. S. 86. In einem späteren Text von 1903 beschreibt Forbes die Zyklen der Population jedoch als dynamisch: »Even the more stable features of the organic environment are too unstable to allow the establishment of any perfectly uniform habit of growth and increase in any species.« Forbes: »On some Interactions of Organisms«. S. 8.

che Selektion eine »community of interest«[228] entsteht, in der die Bedürfnisse der einzelnen Lebewesen im Ganzen aufgehen. Forbes formuliert erstmals die Prinzipien der Populationswellen und der Abhängigkeit zwischen Räuber und Beute. In einem See kann Forbes zufolge kein Lebewesen isoliert, sondern nur in all seinen wechselseitigen Abhängigkeiten von anderen Faktoren betrachtet werden. Mit von dieser Annahme geleiteten Datensammlungen gelingt Forbes eine Erklärung für die unterschiedlichen Artenzusammensetzungen benachbarter Seen, die vor allem für die lokalen Fischer relevant sind, mit denen Forbes bei seinen Exkursionen eng zusammenarbeitet. Entsprechend zeigen Forbes' ökologische Untersuchungen auf, wie per se destabilisierende menschliche Eingriffe in die Harmonie dieser Lebensgemeinschaften möglichst geringen Schaden nach sich ziehen.[229]

In seinem Aufsatz »On some Interactions of Organisms« referiert Forbes bereits 1880 den Stand ökologischen Wissens und entwirft ein klares Bild einer theoretisch fundierten Ökologie mit praktischer Anwendbarkeit. Sie geht von der Prämisse aus, dass Lebewesen in Gemeinschaften existieren, die angesichts der Einflüsse des *environments* zu einem Gleichgewicht zwischen den Geburts- und Sterberaten der Arten tendieren.[230] Die Anwendbarkeit dieser Theorie besteht darin, anhand einer genauen Kenntnis ökologischer Zusammenhänge einzugreifen und beispielsweise schädliche Arten auszurotten: »Notwithstanding the strong presumption in favor of the natural system, when we remember that the purposes of man and what, for convenience' sake, we may call the purposes of Nature do not fuller harmonize, we find it incredible that, acting intelligently, we should not be able to modify existing arrangements to our advantage, especially since much of the progress of the race is due to such modifications made in the past.«[231] Das Ziel solcher Eingriffe besteht jedoch nicht in der Herstellung neuer Umgebungen, sondern in der konservierenden Erhaltung der natürlichen Harmonie. In dieser nimmt der Mensch selbst einen wichtigen Platz ein, kann zugleich jedoch bestehende Gleichgewichte durch unbedachten Eingriff zerstören. Während Forbes 1902 noch annahm, dass menschliche Eingriffe eine natürliche Harmonie zerstören[232], plädiert er 1922 als Präsident der Ecological Association of America dafür, den Menschen als Teil der Ökologie zu betrachten und spricht dieser einen integrativen Status als

228 Forbes: »The Lake as a Microcosm«. S. 86.

229 Wie Daniel W. Schneider gezeigt hat, resultiert aus Forbes' Analyse der Überschwemmungsgebiete des Illinois River ein früher Konflikt um den Schutz dieser Gebiete, der bis zu einem Schusswechsel führt. Vgl. Schneider, Daniel W.: »Local Knowledge, Environmental Politics, and the Founding of Ecology in the United States. Stephen Forbes and ›The Lake as a Microcosm‹ (1887)«. In: *Isis* 91/4 (2000), S. 681-705.

230 Vgl. Forbes, Stephen: »On some Interactions of Organisms«. In: *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natura History* 1/3 (1880/1903), S. 3-18.

231 Ebd., S. 17.

232 Forbes: »On some Interactions of Organisms«. S. 5.

humanistische Wissenschaft zu: »Ecology, therefore, broadly conceived and rightly understood, instead of being an academic science merely, out of touch with humanistic interests, is really that part of every other biological science which brings it into immediate relation to human kind.«[233]

Begrifflich übernimmt Forbes zum Zwecke der Generalisierung Möbius' Konzept der Biozönose, das er als *microcosm* übersetzt. Das Zusammenwirken von Organismen und *environments* bezeichnet er auch als »ecological system«.[234] Hier schließt Clements Sukzessionsmodell an, indem seine Superorganismentheorie dieses Gleichgewicht zuspitzt und den Begriff des Organismus auf eine Population als Ganze erweitert. Damit überschreitet Clements die Grenzen dessen, was bislang Organismus genannt wurde, auf eine Gruppe von Organismen hin, der er mit der Bezeichnung *superorganism* wiederum eine Abgrenzung nach außen zuspricht.

Das *environment* dieser bei Forbes und Clements ausformulierten nordamerikanischen Ausrichtung der Ökologie, die in der Naturgeschichte wurzelt, sie aber mit neuen wissenschaftlichen Methoden verquickt, ist von Kultur oder Technik getrennt. Jeder Eingriff droht es zu zerstören und muss auf der Grundlage der Erkenntnisse über die Zyklen des *microcosm* wohlüberlegt sein. Während Forbes pragmatisch vorgeht, können Eingriffe für Clements nur negative Folgen für den vorgegebenen Zustand des *climax* haben. Das *environment* verfügt bei beiden Autoren über einen natürlichen Zustand des harmonischen Gleichgewichts, d.h. einem regulären und stabilen Muster, der sich von selbst einstellt, den aber jede Störung gefährdet. An die Stelle eines unreflektierten Finalismus des Lebens, der sein Ziel nach einer externen Maßgabe schöpft, soll, soweit man die Positionen im Anschluss an Forbes bis hin zu Clements kondensieren kann, ein Denken von Verbundenheit, Synthese und den ihnen eigenen Formen von zirkulärer Kausalität treten: »Nowhere can one see more clearly illustrated what may be called the sensibility of such an organic complex, expressed by the fact that whatever affects any species belonging to it, must speedily have its influence of some sort upon the whole assemblage.«[235] Diesen Zusammenhängen, in denen eine kleine Änderung große Auswirkungen auf das Ganze haben kann, könne der mechanistische Ansatz mit seiner formalisierten Ursache-Wirkungs-Verknüpfung nicht gerecht werden, weil die selbstbezüglichen, gleichsam in Kreisläufen vor sich gehenden Vorgänge zwischen Organismus und *environment* nicht als Ursache-Wirkungs-Verkettungen erklärt werden könnten. Die Synthese von Faktoren, welche Forbes und nach ihm Clements unter dem Namen der Ökologie zur Beschreibung von solchen Verknüpfungen fordern,

233 Forbes, Stephen: »The Humanizing of Ecology«. In: *Ecology* 3/2 (1922), S. 89-92. Hier: S. 90.

234 Forbes, Stephen: »The Mid-Summer Bird Life of Illinois. A Statistical Study«. In: *The American Naturalist* 42/500 (1908), S. 505-519. Hier: S. 507.

235 Forbes: »The Lake as a Microcosm«. S. 77.

übersteigt das Erklärungspotential mechanistischen Denkens. Ihr Aufstieg ist eng mit dem Bedürfnis nach neuen Erklärungsmodellen verknüpft.

3.6.2 Systeme der Ökologie

Arthur Tansley, führender Botaniker Großbritanniens und Professor in Oxford, zeitweise Schüler und Analysand Sigmund Freuds in Wien[236] sowie Mitbegründer der kurz vor dem Ersten Weltkrieg gegründeten British Ecological Society, argumentiert Mitte der 1930er Jahre und als Resultat jahrelanger Debatten mit seinem neuen Konzept des Ökosystems strikt gegen Clements holistische Theorie der Pflanzengemeinschaften.[237] Das Sukzessionsmodell von stabilen Zuständen, welches dieser 1905 eingeführt hatte, gilt bis in die 1930er Jahre als wissenschaftlicher Standard. Als Alternative und unabhängig von den zu dieser Zeit entstehenden Systemtheorien stellt Tansley 1935 in seinem Aufsatz »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms« das Konzept des Ökosystems als theoretisches Hilfsmittel zur Konsolidierung der gesammelten Erkenntnisse über Populationen vor.[238] Es handelt sich dabei weniger um ein empirisches Werkzeug oder um einen universellen Anspruch, sondern vielmehr um das Resultat einer Auseinandersetzung mit holistischen und materialistischen Positionen. Clements und Tansley sind eng befreundet und stehen trotz unterschiedlicher wissenschaftlicher Auffassungen in einem lebenslangen Briefwechsel, dessen bis in die ersten Jahre des 19. Jahrhunderts zurückreichende Diskussionen, wie Arnold van der Valk gezeigt hat, in die Formulierung des Ökosystem-Konzepts münden.[239]

Clements und Tansley gehen auf konträren Pfaden, aber den gleichen Gegenständen folgend der Frage nach, welche *environmental factors* auf eine Pflanzenvegetation wirken. Clements sucht, wie bereits erläutert, nach Einheiten und Stufen in der Entwicklung von Pflanzenvegetationen, die er als eigentliche Einheiten

236 Tansleys Buch *The New Psychology*, eine Einführung in die Psychoanalyse von 1920, erreicht elf Auflagen. Vgl. Tansley, Arthur G. (1920): *The New Psychology and its Relation to Life*. London, Allen & Unwin.

237 Vgl. zur politischen Dimension dieser Debatte ausführlicher Bellamy Foster/Clark: »The Sociology of Ecology«.

238 Die Wissenschaftsgeschichte des Ökosystem-Konzepts ist bereits in mehreren Büchern thematisiert worden. Während Joel Hagen sich bereits 1992 auf die institutionelle Geschichte der Ökologie als Wissenschaft konzentriert, lässt die Überblicksgeschichte des Ökologen Frank Golley diese Geschichte auf einen systemischen Begriff der Emergenz zulaufen, wie bereits der Untertitel seines Buchs verrät: »More than the Sum of the Parts« (vgl. Hagen (1992): *An Entangled Bank* sowie Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*).

239 Vgl. van der Valk, Arnold: »From Formation to Ecosystem. Tansley's Response to Clements' Climax«. In: *Journal of the History of Biology* 47/2 (2014), S. 293-321. Gemeinsam besuchen Tansley und Clements 1913 die Pinien- und Fichtenvegetation von Pikes Peak in Colorado, wo zwei Jahre zuvor Haldane die Auswirkungen der Höhenluft erforscht hatte.

der Ökologie begreift, denen das *environment* als äußerer Faktor ohne eigenes Erklärungspotential gegenübersteht. Während Clements die Position vertritt, allein das Klima sei von Bedeutung, will Tansley alle Bestandteile der Umgebung berücksichtigen und fasst die gemeinsame Entwicklung von Organismen und ihren Umgebungen als eine neue ökologische Einheit: das Ökosystem. Clements' Sukzessionstheorie kommt in dieser Hinsicht in den frühen 1930er Jahren angesichts der großen Dürre und der anhaltenden Sandstürme im *dustbowl* des Mittleren Westens der USA in Erklärungsprobleme, denn nur eine jahrelange Anomalie könnte in Clements' Modell diesen dauerhaften Krisenzustand erklären. Dies wiederum deutet an, dass ökologische Krisen – wenn man sie als Anomalien versteht – mit teleologischen, holistischen Modellen nur schwer zu beschreiben sind.

Diese unterschiedlichen Auffassungen hängen eng mit der holistischen Position Clement's zusammen, nach der das Ganze eines *superorganism* mehr ist als die Summe seiner Teile. Beide Positionen divergieren hinsichtlich der Abläufe zwischen *environments* sowie den Stufen der Vegetation und kommen immer wieder auf methodische Fragen zurück: wie werden die richtigen, entscheidenden Faktoren einer Umgebung ausgewählt? Wie hängen sie untereinander zusammen? Das Konzept des Ökosystems, das im Kontext der Beantwortung dieser Fragen von Tansley eher nebensächlich angeführt wird, gibt der Ökologie auch im englischsprachigen Raum ihr Feld und ihren Gegenstand. So steigt sie von einer vornehmlich Eingeweihten zugänglichen Spezialwissenschaft zum weitreichenden Erklärungsmodell auf. Dieses vereint die bislang getrennte ökologische Untersuchung von Pflanzen, Tieren und anorganischer Materie, wodurch das Forschungsfeld der Ökologie in Abgrenzung von anderen biochemischen Fragestellungen konsolidiert wird. Das Konzept erlaubt, unterschiedliche Maßstabsebenen zu skalieren, Phänomene miteinander zu verknüpfen und nicht nur Populationen bzw. *communities*, sondern alle Vorgänge zwischen *environments* und Organismen zu erfassen. Damit leistet es jene Synthese unterschiedlicher Faktoren, die Forbes und Clements beanspruchen, wobei sie die konzeptuellen Schwierigkeiten mit der Superorganismen-Theorie nur auf eine andere Ebene verlagern. Wie die aufgezählten Begriffe *microcosm*, *holocoen* oder *Biosphäre* benennt Ökosystem eine Referenzeinheit für die ökologische Forschung, deren innere Organisation jedoch neuen Regeln gehorcht. Das Ökosystem ist eine Analysekategorie, die sowohl ein *environment* beinhaltet als auch von einem *environment* umgeben ist und damit ein neues Umgebungsverhältnis entwirft. Indem das Konzept eine Skalierbarkeit der Beobachtungsebenen einführt, also die »ability to expand – and expand, and expand – without changing the basic elements«[240], eröffnet es die Möglichkeit, beispielsweise das Verhältnis eines Fisches zum See ebenso zu ökosystemisch zu erklären wie das Verhältnis

240 Tsing, Anna Lowenhaupt: »On Nonscalability. The Living World is not Amenable to Precision-Nested Scales«. In: *Common Knowledge* 18/3 (2012), S. 505-524. Hier: S. 505.

des Sees zum umgebenden Wald. Ein Ökosystem umfasst jeweils alle auf einer Beobachtungsebene systemisch verknüpften Faktoren zwischen einem *environment* und dem von ihm Umgebenen. Daher kann wie schon mit dem Begriff *environment* mit dem Konzept des Ökosystems eine Vielfalt und Heterogenität in einem Begriff zusammengefasst werden. Es ermöglicht, die Irreduzibilität des Ganzen aufrechtzuerhalten, ohne sie sogleich metaphysisch zu überfrachten. Die daraus folgende Verwissenschaftlichung der Ökologie trägt letztlich zum Niedergang des Zwischenkriegsholismus und seiner Konzepte der Ganzheit bei, auch wenn die alten Faszinationsgeschichten weiterwirken und schließlich außerhalb der akademischen Ökologie fortgesetzt werden.

Wie A. J. Willis zeigen konnte, wird Tansley von einem Oxforder Kollegen namens Arthur Roy Clapham auf den Systembegriff hingewiesen, als er nach einem passenden Begriff für den Zusammenhang eines *environments* mit seinen organischen Komponenten fragt.[241] Zwar verwendet Tansley den Begriff des Systems, der bereits bei Thienemann und Woltereck im Umlauf ist, schon vor seinem einschlägigen Aufsatz von 1935[242], doch für die dort vorgenommene Zuspitzung verweist er auf das 1932 erschienene Buch *The Universe of Science* von Hyman Levy, einem Mathematiker am Imperial College in London. Levys Buch präsentiert eine soziologisch grundierte Erkenntnistheorie des wissenschaftlichen Denkens: »Science, like common sense, sets out in the first instance to search for systems that can be imagined as isolated from their setting in the universe without appreciably disturbing their structure and the process they present.«[243] Ein System ist bei Levy kein Gegenstand, sondern eine Beschreibungs- oder Beobachtungsperspektive, die es erlaubt, Phänomene zu isolieren und miteinander in Bezug zu setzen, indem die Abhängigkeit verschiedener Systeme erkannt, d.h. auch die Vielfalt möglicher Beobachtungs- und Beschreibungsebenen berücksichtigt wird. Das ›Ganze‹ hingegen kann nicht beobachtet werden, wie Levy am Beispiel von Smuts' Holismus ausführt.[244] Als Liberaler kritisiert Levy ähnlich wie Tansley nicht nur diesen Holismus, sondern auch die von Smuts geführte Politik der Segregation. Vom Begriff des Systems versprich sich Levy eine partikulare Betrachtung ohne metaphysische

241 Vgl. Willis, A. J.: »Arthur Roy Clapham. 24 May 1904-18 December 1990«. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 39/2 (1994), S. 72-90. Hier: S. 81. Clapham, der später selbst wichtige Studien zur Pflanzenökologie Englands anstellt, wird in Tansleys Text nicht erwähnt.

242 Vgl. Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*. S. 32.

243 Levy, H. (1932): *The Universe of Science*. London, Watts. S. 45.

244 Vgl. ebd., S. 77. Katherine Hayles hat die Rolle des Beobachters in der frühen Kybernetik ausführlich geschildert und gezeigt, dass in deren Kontext zwar der Gedanke der Reflexivität artikuliert wird, also der Wiedereinspeisung dessen, was ein System hervorbringt, in dieses System. Es fehlt jedoch an einem begrifflichen Instrumentarium, um diese logische Konstellation zu beschreiben. Dieser Gedanke kann auf Tansley Ansatz übertragen werden, denn auch dort ist ein reflexives Verhältnis zwischen dem Beobachter und dem Ökosystem erkennbar, das nicht artikuliert oder formalisiert wird.

Aufladung. Jeder Blick auf ein System zeigt einen Ausschnitt. Von einem System zu sprechen ist in diesem Sinne eine Absage an einen Holismus, der das Ganze als Ganzes zu erkennen behauptet. Zwar wird der Systembegriff später mit eben diesem Anspruch aufgeladen, doch ist die Einführung des Beobachters in die Ökologie ein explizit anti-holistischer Akt. Indem Tansley diese Beschränkung des Beobachters in seine Theorie der Vegetation übernimmt, eröffnet er nicht nur eine neue Ebene der Auseinandersetzung mit ökologisch genannten Zusammenhängen, sondern löst die Frage nach der Beeinflussung des *environments* von den vorherrschenden Harmonievorstellungen. Ein Ökosystem wird demnach schon durch seine Beobachtung modifiziert, weil diese als Teil des Systems dessen Grenzen definiert.

Erst vor dem Hintergrund der Debatte mit Clements, auf den sich Smuts ebenfalls bezieht, werden der Einsatz des Ökosystem-Konzepts und seine Weiterentwicklung in der Ökologie verständlich. Tansley wendet sich mit seinem Text jedoch weniger direkt gegen Clements als gegen drei lange, der Kanonisierung von Clements' Position dienende Aufsätze, die der südafrikanische Biologe John Phillips 1934 und 1935 veröffentlicht. Schon die Adressaten der Texte zeigen die Grenzlinien der Auseinandersetzung: Phillips Text erscheint im *Journal of Ecology*, der Hauszeitschrift der British Ecological Society, welche von Tansley gegründet wurde, der seine Erwiderung in der Zeitschrift *Ecology* publiziert, die zur Ecological Society of America gehört, der wiederum Clements nahesteht. Während letzterer zumeist kaum an philosophischen Fragen interessiert ist, stellt der stark von Smuts und ebenfalls rassenideologisch geprägte Phillips die holistischen Hintergründe der *climax*-Theorie und ihrer Erklärung der Abfolge und Verteilung von Populationen heraus. Er versucht, mit dem holistischen Ansatz das Verhalten von Individuen durch ihre Zugehörigkeit zu einer *biotic community* zu erklären. Tansley kritisiert, dass Clements (und ihm folgend Smuts und Phillips) zunächst die Phänomene des *climax* und des Superorganismus anthropomorph erklären und dann diese übertragenen Konzepte wiederum auf die Geschichte zurückbeziehen und zur Postulierung rassistischer Unterscheidungen verwenden. Das Ganze wird für Smuts, Clements und für Phillips zu einem Ausgrenzungsmechanismus, denn manche Organismen tragen mehr zum Ganzen bei als andere. Schädliche oder die Ganzheit gefährdende Elemente sollen eliminiert werden. Solange, so kann man diese strukturell konservativen Theorien auslegen, jedes Lebewesen in dem *environment* bleibt, das seiner biologischen Nische entspricht, ist das Ganze stabil. So wird in einer reaktionären Wendung jedem Lebewesen ein Platz im *environment* und jedem Menschen ein Platz in der Gesellschaft zugeteilt. Nur durch das Einhalten dieser Plätze bleibe das Ganze stabil. Die Ökologie, die in Smuts Hauptwerk *Holism and Evolution* allerdings nur am Rande auftaucht, wird im südafrikanischen Kontext Teil der Begründung der Apartheits-Politik – ein Begriff, den Smuts selbst

prägt.[245] Smuts argumentiert, wie Peder Anker ausgeführt hat, dass die fruchtbaren Regionen im Hochland Südafrikas besser für europäische Siedlungen und Plantagen geeignet seien, während die einheimische Bevölkerung als unterlegene Rasse in den Küstenregionen leben solle.[246]

In seinen drei Texten fordert Phillips von der Ökologie eine Begriffsklärung, die er selbst jedoch kaum zu leisten im Stande ist. Stattdessen ordnet er alle ökologischen Ansätze, auch den Hendersons, dem Holismus und der Emergenztheorie unter. Er synthetisiert diese Theorien zu einer Supertheorie, in welcher die Ursache für die Entstehung von Organismen durch ihren Holismus erklärt wird. Zentral ist für Phillips die These, dass Gemeinschaften von Organismen zusammen in ihrem Verhältnis zum *environment* einen neuen, übergeordneten Organismus bilden. Dies setzt er in den Kontext von Smuts Überlegungen, der schreibt: »The new science of Ecology is simply a recognition of the fact that all organisms feel the force and moulding effect of their environment as a whole.«[247] Als Ganzes ist die Gemeinschaft der Lebewesen mehr als die Summe ihrer Teile: sie entwickelt selbst organische Qualitäten. »At different stages, or, to use a philosophical term, within different fields, there arise new properties, qualities or *emergents* definitely unpredictable from a knowledge of the individual organisms and their individual functions, *emergents* that may be due either to some creative synthesizing factor such as holism, or to profoundly complex and highly effective integration of biotic responses and habitat actions, or both.«[248] All dies wird als endgültiger Stand des Wissens präsentiert und zu guter Letzt auch Tansleys populationsbiologische Arbeit unter den Holismus subsumiert. Diese Zuspitzung fordert Tansley zur Formulierung einer Alternative heraus, die in den dreißig Jahren der Diskussion und Zusammenarbeit mit Clements unterschwellig geblieben war.

Dem Holismus – und damit auch Smuts sowie Phillips Apartheids-Politik – möchte Tansley in seinem Aufsatz eine liberale Alternative entgegenstellen und zugleich die Notwendigkeit von geplanten Eingriffen gegen den harmonischen, nur zum negativen beeinflussbaren Naturzustand des *climax* rechtfertigen.[249] Wie Haldane und Henderson fordert Tansley, dass nicht isolierte Organismen oder Superorganismen, sondern das Verhältnis ihrer Gemeinschaften zum *environment* der

245 Vgl. Bellamy Foster/Clark: »The Sociology of Ecology«. S. 328.

246 Vgl. Anker, Peder (2001): *Imperial Ecology. Environmental Order in the British Empire, 1895-1945*. Cambridge, Harvard University Press. S. 65 sowie 124ff.

247 Smuts (1926): *Holism and Evolution*. S. 340.

248 Phillips, John: »Succession, Development, the Climax, and the Complex Organism. An Analysis of Concepts: Part III. The Complex Organism«. In: *Journal of Ecology* 23/2 (1935), S. 488-508. Hier: S. 496. Hervorhebungen im Original. Zur politischen Dimension der Debatte vgl. van der Valk: »From Formation to Ecosystem«.

249 Diese politische Ebene wird in der umfangreichen Darstellung Golleys ignoriert. Vgl. Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*.

Gegenstand der Ökologie sein sollen. Clements folgend nur Lebensgemeinschaften zu betrachten reiche nicht aus, weil so ihr *environment* vernachlässigt werde. Der Begriff fungiert in diesem Rahmen als zentrales Werkzeug einer Ökologie, in der die Beschreibung des Ganzen durch die Perspektivierung von Systemen ersetzt wird, deren Komponenten geregelt zusammenwirken. »Clements earlier term ›biome‹ for the whole complex of organisms inhabiting a given region is unobjectionable, and for some purposes convenient. But the more fundamental conception is, as it seems to me, the whole *system* (in the sense of physics), including not only the organism-complex, but also the whole complex of physical factors forming what we call the environment of the biome – the habitat factors in the widest sense.«[250] Wie Kurt Jax gezeigt hat, vollzieht Tansley in seinem Text drei Schritte: zunächst erweitert er das genannte *biome* auf abiotische Faktoren, die er dann auf der Ebene des Systems mit den biotischen gleichsetzt und ihre Verknüpfung schließlich als Ökosystem kennzeichnet.[251] Diesem spricht er aber keinen ontologischen, sondern, Levy folgend, nur den Status eines theoretischen Hilfsmittels für die jeweilige Beobachtung und Isolierung des Systems zu. Um zu vermeiden, dass das Ökosystem wie Clements Gemeinschafts-Organismus substantialisiert wird, beharrt Tansley vehement darauf, dass ein Ökosystem immer von seinem Beobachter und dem Kontext seines Beschreibungsinteresses abhängt.

Tansley stellt sich – ohne jeden Bezug – der gleichen Herausforderung wie zeitgleich die frühe Systemtheorie Ludwig von Bertalanffys: das Ganze nicht als Ganzes beobachten zu können, weil jede Beobachtung notwendig selektiv sein muss, um ihren Gegenstand gedanklich zu isolieren. Dabei müssen die funktionalen Beziehungen zwischen Organismus und *environment* beachtet werden, ohne sie zu reduzieren. »Actually the systems we isolate mentally are not only included as parts of larger ones, but they also overlap, interlock and interact with one another. The isolation is partly artificial, but is the only possible way in which we can proceed.«[252] Die von Tansley programmatisch geforderte Beschreibung von komplexen Ökosystemen ist daher eher als idealisierte Zielvorgabe denn als Ansatz der Deskription natürlicher Gegebenheiten zu verstehen. Die Isolation und Skalierung von Ökosystemen stellt sich in praktischer Hinsicht als große Herausforderung dar, weil zwar jede Beobachtung notwendigerweise isolierend vorgeht, aber nie eine feste Grenze gezogen werden kann: Die Isolation bleibt ein gedankliches – und, so könnte man ergänzen, ein experimentelles – Konstrukt. Die Frage, wo sich die Innenseite eines Ökosystems im Verhältnis zu anderen Maßstabsebenen befindet und wie sich das Außerhalb eines Ökosystems markieren lässt, wird nach Tansley die ökologische

250 Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. In: *Ecology* 16/3 (1935). S. 299.

251 Vgl. Jax: »Holocoen and Ecosystem«. S. 125.

252 Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. S. 300.

Forschung begleiten, wie sich etwa an den von Elisabeth DeLoughrey beschriebenen Vorlieben Tansleys für die Erforschung isolierter Inseln und später bei den Odum-Brüdern für Raumstationen oder Projekte wie *Biosphere II* zeigt.[253] Um Ökosysteme experimentell zu erfassen, muss das unbegrenzte Außen des *environments* begrenzt und von einem äußeren *environment* abgekoppelt werden, was an solchen Orten möglich ist. Der Versuch, Ökosysteme als geschlossene Systeme zu verstehen und experimentell nachzubauen, ist eine Antwort auf diese epistemologischen Spannungen des Konzepts.

In seiner Studie *The British Islands and their Vegetation* vertieft Tansley 1939 das in seinem Aufsatz nicht weiter erläuterte Verständnis von Stabilität und schreibt: »Positions of equilibrium are seldom if ever really ›stable‹. On the contrary, they contain many elements of instability and are very vulnerable to apparently small changes in the factor complex. Recognition of ›positions of stability‹ is a necessary first step in the understanding of vegetation. The more important sequel is study of the factors which maintain or disturb and often upset them.«[254] Im Anschluss an diese Überlegungen untersucht Tansley die britische Vegetation anhand ihrer Veränderungen und fasst Störungen als Bestandteile dynamischer Gleichgewichte. Ein Ökosystem läuft also nicht auf einen Endzustand zu, sondern hängt von den veränderlichen Bedingungen des *environments* ab. Die Teleologie der Sukzessionstheorie hingegen kann, wie Tansley unterstreicht, die Faktoren des *environments* nicht als Wirkungen auf eine Population erkennen, weil ihre Stabilität aus der Natur heraus entsteht und nicht das Resultat eines dynamischen Prozesses ist.

Im Gegensatz zu Clements, der in den USA kaum vom Menschen beeinflusste Gegenden erforschen kann, ist das *environment* Englands, dem sich Tansleys populationsökologische Forschung widmet, allenfalls eine zweite Natur, deren Zustand ohne Berücksichtigung des menschlichen Einflusses kaum zu verstehen ist. Der Wissenschaftshistoriker Peder Anker hat anhand der Debatte zwischen Clements und Tansley ausführlich die enge Verwicklung der britischen Ökologie der Zwischenkriegszeit in die von der Regierung angestrengten, konservatorischen Beforstungsprojekten sowie die Kolonisierung und Kartierung Afrikas beschrieben. Anker zeigt, welche politische Rolle die neue ökologische Wissenschaft in diesen Vorgängen spielt und stellt dar, wie der Ökosystemansatz eine Brücke zwischen »the imperial economy and the economy of nature« errichtet. Er hilft dabei, dem britischen Imperialismus Wissen über die fremden Umgebungen der Kolonien und Möglichkeiten der praktischen Gestaltung von *environments* durch

253 Vgl. DeLoughrey, Elizabeth M.: »The Myth of Isolates. Ecosystem Ecologies in the Nuclear Pacific«. In: *Cultural Geographies* 20/2 (2013), S. 167-184.

254 Tansley, Arthur G. (1939): *The British Island and their Vegetation*. Cambridge, Cambridge University Press. S. VI.

Forstprojekte auch in Großbritannien selbst zu verschaffen.[255] Aufgrund seines systemorientierten Ansatzes ist der Eingriff in Ökosysteme für Tansley ein notwendiger Schritt ihrer Erforschung. »Regarded as an exceptionally powerful biotic factor which increasingly upsets the equilibrium of pre-existing ecosystems and eventually destroys them, at the same time forming new ones of a very different nature, human activity finds its proper place in ecology.«[256] Bereits hier zeigt sich der für die spätere Anwendung des Ökosystem-Konzepts noch ausführlich dargestellte Übergang hin zu Ansätzen des *ecological* oder *environmental design*. Sie setzen voraus, dass *environments* als Systeme gestaltbar sind.

Im Rahmen von Tansleys Formulierung des Ökosystem-Konzepts tritt das Potential, Organismus und *environment* ohne ontologische Unterscheidung oder Substantialisierung ihrer Pole zusammenzudenken, deutlich hervor: »Though the organisms may claim our primary interest, when we are trying to think fundamentally, we cannot separate them from their special environment with which they form one physical system.«[257] Noch deutlicher wird die Frage angesichts des Menschen: »Is man part of ›nature‹ or not?«[258] Tansley antwortet: Ja, weil er Ökosysteme zerstören und neue erschaffen kann. Doch die Rolle des Menschen ist nicht länger eindeutig Natur oder Nicht-Natur zuzuordnen, weil sein Einwirken und seine Zerstörung als Akte dessen, was Natur entgegengesetzt wird, zugleich natürlich sind. Selbst wenn der Mensch mit seiner Technik sein *environment* zerstört oder es zu gestalten vermag, bleibt er im Kontext einer am Ökosystem orientierten Theorie ein Faktor unter vielen, die Tansley zufolge auf der gleichen Ebene behandelt werden müssen. Die an Ökosystemen orientierte Ökologie ist von Beginn an durch eine Nivellierung der Hierarchien geprägt. Ohne die Aufhebung der Unterscheidung in Mensch und Natur auf der Ebene der Beeinflussung hätte die Ökosystem-Ökologie kaum einen solchen Einfluss entfalten können.

Das Konzept des Ökosystems ist wie die Systeme der Systemtheorie nicht ontologisch, sondern erkenntnistheoretisch fundiert: was ein Ökosystem ist, hängt von seiner Beschreibung ab. Für Tansley ist das Konzept des Ökosystems unvereinbar mit einer teleologischen Stabilität. Diese Abkehr von einer Ontologie des Gegebenen hin zur beobachterabhängigen Skalierung eines Systems hat drei Konsequenzen. Sie bedeutet erstens, dass der Beobachter mit seiner Beobachtung in das Ökosystem eingreift: er bewegt sich in ihm und nimmt an ihm teil, er definiert seine Grenzen und wird selbst zum beeinflussenden Faktor. Es gibt keine beobachtende Position außerhalb des Systems. Zweitens impliziert die Maßstäblichkeit des Ökosystems eine Skalierbarkeit seiner Grenzen auf verschiedene Größen, etwa von

255 Vgl. Anker (2001): *Imperial Ecology*. S. 156 sowie Ayres, Peter G. (2012): *Shaping Ecology. The Life of Arthur Tansley*. Malden, Wiley-Blackwell. S. 9.

256 Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. S. 303.

257 Ebd., S. 299.

258 Ebd., S. 303.

Mikroorganismen zum See, in dem sie leben. Zwischen den Skalen der atomaren Ebene und des Universums ist ein Ökosystem eine spezifische Ebene der Beobachtung. »Ecosystems are of the most various kinds and sizes. They form one category of the multitudinous physical systems of the universe, which range from the universe as a whole down to the atom.«[259] Dies impliziert, dass die Verknüpfung und Rückkopplung von Faktoren immer weiter getrieben werden kann. Die Grenzen eines Ökosystems sind auch deswegen vom Beobachter abhängig, weil jede Verknüpfung von Faktoren fortgesetzt und dabei auf größeren Maßstab ausgedehnt werden kann. Ihre Verkettung kann nur temporär zur Beschreibung einzelner Zustände aufgelöst werden. Die dritte Konsequenz betrifft den Begriff *environment*: Bei Tansley ist *environment* alles außerhalb eines Organismus, aber von diesem abhängig. Der Begriff markiert eine Offenheit für nahezu beliebige Faktoren und ihren Zusammenschluss in einem handhabbaren Singular. Obwohl es nur *environments* in ihrer jeweiligen Abhängigkeit und kein allgemeines, geteiltes *environment* gibt, wird der Begriff jedoch weiterhin zusätzlich in einer abstrakten Bedeutung verwendet, um eine übergeordnete Einheit von *environments* zu kennzeichnen, die zusammen ein *environment* ausmachen. Diese Doppelung des Begriffs ist für die weitere Geschichte des Begriffs von entscheidender Bedeutung, denn sie erlaubt zugleich Eingriffe in die konkreten, lokalen *environments* und die Bezugnahme auf ein globales, allumfassendes *environment*, das es zu schützen gilt.

Zwar bleibt Tansley's Konzept einige Jahre unbeachtet, doch seit es Anfang der 1940er Jahre von Raymond Lindeman und George E. Hutchinson zur mathematisch-statistischen Beschreibung von Energieflüssen aufgenommen wird, gilt es als zentrales Konzept der Ökologie.[260] Es erscheint in dieser Perspektive als wichtiger Indikator eines das Ganzheits-Denken durchziehenden Bruchs. Dieser trennt die Zwischenkriegsholismen von den kybernetischen Regulations- und Systemtheorien der Nachkriegszeit – erstere mit dem affirmativen Bestreben nach einer Ganzheit, letztere vom Normalzustand der Instabilität und der Entropie ausgehend. Dieser Graben ist gerade vor dem Hintergrund der fortlaufenden Abgrenzung von mechanistischen und vitalistischen Ansätzen eine bemerkenswerte Etappe, in der *environments* in modifizierbare, technisch herstellbare Größen transformiert werden. Am Ende dieser theoretischen Auseinandersetzungen steht mit der Kybernetik nicht nur ein neues Verständnis des *environments*, sondern vor allem das Vorhaben seiner praktischen Gestaltung und technischen Synthese auf der Grundlage berechenbarer Energieflüsse.

259 Ebd., S. 299.
260 Vgl. Trepl: »Geschichte des Umweltbegriffs«. S. 186.

3.6.3 Das systemtheoretische Versprechen der Vorhersagbarkeit

Die theoretische Starre, in welche die kaum lösbare Auseinandersetzung zwischen Vitalismus bzw. Holismus und Mechanismus die biologische Forschung spätestens in den 1930er Jahren treibt, versucht die frühe Systemtheorie des österreichischen Biologen und Philosophen Ludwig von Bertalanffy auf einer anderen Abstraktionsebene als das Ökosystem-Konzept, aber mit ähnlichen Konsequenzen im Hinblick auf die Umgebung des Systems aufzulösen.[261] Während die holistischen und organizistischen Thesen, wie gezeigt, auf unterschiedliche Weise dazu tendieren, der Ganzheit einen intrinsischen Wert zuzuschreiben und sie zu überhöhen, ist von Bertalanffys Systemtheorie in den 1930er Jahren von einem pragmatischen Vorgehen geprägt, das sie schließlich als Forschungsprogramm erfolgreich werden lässt. Durch die mathematische Formulierung der Bedingungen von Gleichgewichtszuständen der Komponenten eines Systems gelingt es von Bertalanffy, den Zusammenhang eines Ganzen nicht aus einer vorgegebenen Harmonie abzuleiten, sondern aus dem dynamischen Wechselspiel seiner Bestandteile. Sein entscheidender Schritt besteht darin, das Verhältnis eines Systems zu seiner Umgebung in die Kalkulation einfließen zu lassen. Dies führt zur Unterscheidung in gegenüber ihren Umgebungen offenen und geschlossenen Systemen, die im Anschluss an von Bertalanffy und andere Systemtheorien wie die Kenneth Bouldings in der Ökosystemforschung der Nachkriegszeit jeweils unterschiedlichen Operationalisierungen unterzogen werden. Von Bertalanffys Ansatz ist daher aus zwei Gründen an dieser Stelle relevant: erstens weil er die Umgebung eines Systems in die Erklärung von dessen Eigenschaften einbezieht und zweitens, weil seine Formulierung unterschiedlicher systemischer Kapazitäten des Gleichgewichts, vor allem das sogenannte Fließgleichgewicht, in der Ökologie aufgenommen und weiterentwickelt wird. Von Bertalanffy verwendet in seinen auf Deutsch verfassten Schriften den Begriff *Umwelt* und auf Englisch *environment*, übersetzt aber dort, wo er sich auf Uexküll bezieht, *Umwelt* meist als *ambient*.[262]

Von Bertalanffys entwickelt seinen Ansatz erstmals in seinem zum Standardwerk aufsteigenden, zweibändigen Buch *Theoretische Biologie* von 1932, das sich noch auf lebendige Systeme konzentriert. Er systematisiert diesen Ansatz in seiner nach der Emigration nach Nordamerika erarbeiteten allgemeinen Systemtheorie, die in der Aufsatzsammlung *General Systems Theory* 1968 zusammengefasst ist.[263] Dort

261 Vgl. Schwarz, Astrid E.: »Aus Gestalten werden Systeme. Frühe Systemtheorie in der Biologie«. In: Mathes, Karin/Breckling, Broder/Ekschmitt, Klemens (Hg., 1996): *Systemtheorie in der Ökologie*. Landsberg, Ecomed, S. 35-43.

262 Etwa Bertalanffy, Ludwig von (1968): *General System Theory*. New York, Braziller. S. 228, 251.

263 Als Mitglied der NSDAP wandert von Bertalanffy erst nach dem Krieg, als ihm sein Professorentitel an der Universität Wien entzogen wird, in die USA aus (vgl. Deichmann, Ute (1996): *Biologists under Hitler*. Cambridge, Harvard University Press. S. 75).

sucht er nach den gemeinsamen, mathematisch fundierten Gesetzmäßigkeiten organisierter Komplexe. Diese sollen über die Biologie hinaus auch auf die Physik oder auf die Gesellschaft übertagbar sein.[264] Stark vom Wiener Kreis beeinflusst, übernimmt von Bertalanffy dessen Idee einer vereinheitlichten Wissenschaft, wendet sich aber gegen den damit einhergehenden Positivismus. Statt der Beobachtung von Einzelphänomenen soll ihre Verknüpfung im Mittelpunkt stehen, in der von Bertalanffy zugleich einen starken moralischen Impuls verortet, der mit der Zuwendung zum Systemdenken eine humanistische Reformation der Stellung des Menschen in der Welt anstrebt.

Für von Bertalanffy ist der Organizismus keine Erklärung, sondern eine Problemstellung. Organisation ist nicht die Antwort wie im Holismus, sondern die Frage, von der seine Theorie der Systeme ausgeht. Ihr Einsatz ist umfassend: Zwar gebe es in jeder Organisation – von einer Kerzenflamme bis hin zu einer gemischten Population von Lebewesen – unterschiedliche hierarchische Ebenen mit eigenen Regeln und Eigenschaften, doch die zugrundeliegenden Prinzipien sollen auf alle Systeme anwendbar sein. Nicht alle Eigenschaften eines systemischen Zusammenhangs können jedoch auf Eigenschaften seiner Einzelteile zurückgeführt werden.[265] Anhand der Entwicklung der Funktionalität des Auges zeigt von Bertalanffy, dass der systemische Zusammenhang der einzelnen Bestandteile zwar analysierbar, nicht aber auf unabhängige Elemente zurückführbar ist. Denn innerhalb dieser Organisation wirkt die Veränderung eines Bestandteils auf andere Bestandteile und damit auf das Ganze.[266] Erst eine genuine Systemtheorie könne den Einzelteilen und ihrem dynamischen, regulierten Zusammenhang gerecht werden, ohne jedoch eine zusätzliche Kraft oder Qualität hinzutreten zu lassen: »Ein lebender Organismus ist ein in hierarchischer Ordnung organisiertes System von einer großen Anzahl verschiedener Teile, in welchem eine große Anzahl von Prozessen so geordnet ist, daß durch deren stete gegenseitige Beziehung innerhalb weiter Grenzen bei stetem Wechsel der das System aufbauenden Stoffe und Energien selbst wie auch bei durch äußere Einflüsse bedingten Störungen das System in dem ihm eigenen Zustand gewahrt bleibt oder hergestellt wird oder diese

264 *Theoretische Biologie* übernimmt weitestgehend die Struktur und die Argumentation des 1928 erschienenen Werkes *Kritische Theorie der Formbildung* und stellt sie in einen allgemeineren Kontext. Vgl. Bertalanffy, Ludwig von (1928): *Kritische Theorie der Formbildung*. Berlin, Borntträger sowie Bertalanffy, Ludwig von (1932): *Theoretische Biologie. Band 1: Allgemeine Theorie, Physikochemie, Aufbau und Entwicklung des Organismus*. Berlin, Bornträger. Vgl. zur Bedeutung Bertalanffys für die Ökologie Voigt, Annette: »The Rise of Systems Theory in Ecology«. In: Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S. 183-194.

265 Vgl. Bertalanffy (1968): *General System Theory.*

266 Bertalanffy (1932): *Theoretische Biologie*. S. 60f.

Prozesse zu Erzeugung ähnlicher Systeme führen.«[267] Von Bertalanffy skizziert dahingehend in seinem Aufsatz »The Theory of Open Systems in Physics and Biology« Gleichungen für die Eigenschaften von Systemen wie Wachstum, Zentralisierung, Isomorphie oder Endlichkeit.[268] Diese systemorientierte Beschreibung von Organisationen erklärt von Bertalanffy als Alternative zu Vitalismus und zu Mechanismus sowie als Konsequenz ihres Streits.

Dieser Streit kann, so eine Überlegung Haraways, erst in dem Moment aufgelöst werden, als die Konzepte der Regulation und des Ganzen außerhalb des mechanistischen Maschinenparadigmas gedacht und nicht auf eine zusätzliche Kraft oder auf Emergenz zurückgeführt werden.[269] Erst als von Bertalanffy einen positivistischen Begriff der Teleologie formuliert, in dem ein Vorgang von zukünftigen Vorgängen abhängig erscheint, die klassische Kausalität also ersetzt wird, können die Abläufe der Organisation als gesetzmäßige, vorhersagbare Eigenschaften des Systems hervortreten. Dieser Ansatz reformiert sowohl Holismus als auch Mechanismus, um die Zweckgerichtetheit von Systemen ohne metaphysische Spekulationen, Eingriffe eines höheren Prinzips oder die Reduktion auf Gesetze zu erklären. An die Stelle einer strengen, mechanistischen Kausalität tritt ein indeterministisches, probabilistisches Weltbild. Die Systemtheorie offeriert keine reduktionistische Auflösung des Ganzen und keine holistische Antwort auf die Fragen des Mechanismus, sondern, vereinfacht gesagt, eine Aufhebung der Priorisierung lebender vor nicht-lebenden Systemen durch eine funktionalistische Betrachtung der Organisation von Systemen und ihren Umgebungen. Die kybernetische Beschreibung von selbstregulierenden Systemen, die nach dem Zweiten Weltkrieg an Popularität gewinnt, ordnet von Bertalanffy entsprechend als eine spezifische Beschreibungsebene in seine Konzeption der Systemtheorie ein. Kybernetische Prozesse der Rückkopplung sind für von Bertalanffy Effekte von Fließgleichgewichten und aus diesen ableitbar.[270]

Der aus diesem Programm resultierende systemorientierte Organizismus, der weder holistisch noch mechanistisch vorgeht, durchdringt, wie Haraway zeigt, alle Beschreibungsebenen: »For Bertalanffy, organicism was necessary to accomplish three specific jobs in biology: appreciation of wholeness (regulation), organisation

267 Ebd., S. 83.

268 Vgl. Bertalanffy, Ludwig von: »The Theory of Open Systems in Physics and Biology«. In: *Science & Education* 111/January 13 (1950), S. 23-29.

269 Vgl. Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*.

270 Vgl. Bertalanffy (1968): *General System Theory*. S. 158. Matteo Pasquinelli betont, dass in der Ökologie das Medium der Selbstregulation der Metabolismus des Organismus sei, in der Kybernetik hingegen Information. Pasquinelli, Matteo: »The Automaton of the Anthropocene. On Carbosilicon Machines and Cyberfossil Capital«. In: *South Atlantic Quarterly* 116/2 (2017), S. 311-326. Hier: S. 317.

(hierarchy and the laws proper to each level), and dynamics (process, later behaviour of open systems).«[271] An die Stelle eines atomistischen Herangehens, das einzelne Elemente zu isolieren versucht, setzt die Systemtheorie seit von Bertalanffy die Beziehungen eines strukturierten Ganzen aus Systemen. Umgebungen sind dabei, ähnlich wie im Ökosystem-Konzept, sowohl Bestandteil ökologischer Systeme und damit Faktoren des Gleichgewichts als auch das, was Systeme umgibt.

Entsprechend geht es von Bertalanffy darum, Organismen als offene, selbstorganisierende und schließlich auch homöostatische Systeme zu beschreiben.[272] Sie tauschen Energie und Materie mit der Umgebung aus und sind daher offen und stabil zugleich. Ihr Zustand kann nicht dauerhaft konstant sein, sondern nur in einem fließenden, fluktuierenden Gleichgewicht bestehen, das die zu seinem Fortbestehen notwendigen Bedingungen konstant reguliert.[273] Gleichgewicht besteht demnach im Aufrechterhalten von Grenzwerten. Die Definition von Stabilität, an der sich von Bertalanffy aufbauend auf Alfred Lotka und Vito Volterra in seinem Buch *Biophysik des Fließgleichgewichts* von 1953 abarbeitet, ist in den anschließenden Debatten bis hin zur Kybernetik der kritische Punkt jeder Theorie der Organisation, denn die von ihr angenommene Konstanz über einen definierten Zeitraum impliziert Vorhersagbarkeit.[274]

Als Komplexe wechselwirkender Elemente prozessieren offene Systeme im Sinne von Bertalanffys durch Fließgleichgewichte und Rückkopplungen ihre eigene Stabilität. Geschlossene Systeme hingegen grenzen sich mit maximalem Energieaufwand von der Außenwelt ab. Regulation durch Rückkopplung dient für von Bertalanffy nicht zur Erhaltung eines geschlossenen, sondern zur Anpassung eines offenen Systems an die Variablen der Umgebung des Systems. Die Reziprozität der Dyade wird von von Bertalanffy somit auf der Grundlage systemischer Verknüpfungen des Organismus mit seiner Umgebung als ein Zusammenhang von Rückkopplungen, Rekursionen und Schleifen formuliert. Diese stellen die Stabilität des Systems auch bei fluktuierenden Außenzuständen sicher und erlauben diesem trotz seiner Abhängigkeit eine Autonomie.

Mit dem Konzept des Fließgleichgewichts versucht von Bertalanffy, das dynamische Gleichgewicht eines Systems zu erklären. Das Konzept ist eine Antwort auf die Frage der Thermodynamik gedacht, wie in einem entropischen, zum Zustand größerer Wahrscheinlichkeit, d.h. zur Unordnung tendierenden Universum die Ordnung eines Organismus möglich sei. Ein Organismus im Fließgleichgewicht steht, so von Bertalanffy, als Teilsystem im Austausch mit seiner Umgebung,

271 Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*. S. 38. Vgl. dazu auch Hui (2019): *Recursivity and Contingency*. S. 74.

272 Vgl. Wuketits, Franz M. (1985): *Zustand und Bewusstsein. Leben als biophilosophische Synthese*. Hamburg, Hoffmann und Campe.

273 Vgl. Bertalanffy (1968): *General System Theory*. S. 12.

274 Vgl. Bertalanffy, Ludwig von (1953): *Biophysik des Fließgleichgewichts*. Vieweg, Braunschweig.

deren Entropie in dem Grad steigt, wie seine Negentropie Bestand hat. Die Dyade wird damit auf ein thermodynamisches Energiegefälle zurückgeführt, in dem die Ordnung beider Seiten – des Systems und seiner Umgebung – voneinander abhängt. Letztlich jedoch löst sich jeder Organismus mit seinem Tod auf und geht in der Umgebung auf, indem die in ihm gesammelte Energie und Materie gänzlich in die Kreisläufe der Umgebung integriert wird.[275]

Durch die Dynamik des Fließgleichgewichts, in der die Zusammensetzung eines Systems trotz des kontinuierlichen Austauschs seiner Komponenten konstant bleibt, können offene Systeme wie Lebewesen weitaus komplexere Zustände annehmen als geschlossene Systeme. Die zugrundeliegenden Mechanismen der Selbstregulation pendeln zwischen der Assimilation an das *environment* und der Auflösung des Organismus. Diese grundlegende Erkenntnis entspricht dem, was Edgar Morin ›ökologische Relation‹[276] genannt: In ihrer Abhängigkeit von der Umgebung wird die Autonomie von Organismen konstituiert. Weil sie unabhängig sind, sind sie von ihrer Umgebung abhängig. Um unabhängiger zu werden, ist der Zufluss von Energie aus der Umgebung nötig, was die Abhängigkeit steigert.

Auch bei von Bertalanffy wird, vergleichbar mit der Isolation von Systemen bei Tansley, die Selektion der Beobachtung durch den Beobachter zentral. Jede Beobachtung bringt notwendigerweise Isolation mit sich und macht eine Übersicht über das Ganze, gleichsam von außen, unmöglich. Aus der Mannigfaltigkeit des Ganzen wird für jede Beobachtung situativ ausgewählt. In anderen Worten: Die ontologische Fundierung des Holismus wird wie im Ökosystem-Konzept durch eine epistemologische ersetzt. Die Grenze zwischen umgebenem System und Umgebung hängt nunmehr von den durch den Beobachter gefällten Unterscheidungen und den Operationen des Systems ab.[277] Der Anspruch auf eine metaphysisch auf-

275 Diese Vorgänge beschreibt von Bertalanffy ausführlich im zweiten Band von *Theoretische Biologie*: Bertalanffy, Ludwig von (1942): *Theoretische Biologie. Band 2: Stoffwechsel, Wachstum*. Berlin, Bornträger.

276 Morin (1977/2010): *Die Methode*. S. 241.

277 Dass die Systemtheorie Niklas Luhmanns die Differenz von *System* und *Umwelt* zur Grundunterscheidung erhebt, deutet die historische Verankerung seiner Überlegungen an. Bei Luhmann sind der Systembegriff und die rein funktional verwendete Unterscheidung in *System* und *Umwelt* nicht holistisch gedacht: »Für die Theorie selbstreferentieller Systeme ist die Umwelt vielmehr Voraussetzung der Identität des Systems, weil Identität nur durch Differenz möglich ist.« (Luhmann, Niklas (1987): *Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 243) Die Unterscheidung in *Umwelt* und *System* wird von einem Beobachter oder von einem System prozessiert. Einen direkten Einfluss der *Umwelt* auf die Operationen des Systems gibt es dabei nicht. Stattdessen sind Systeme wie die Gesellschaft oder das Bewusstsein selbstreferentiell und prozessieren ihre Zustände aus ihren eigenen Bestandteilen. Diese Außenlosigkeit ist nach Luhmann programmatisch für die Moderne, in der Systeme ihr eigenes Fortbestehen produzieren. Luhmann, diese Linie sei hier nur angedeutet, greift damit weniger auf die deutschsprachige Tradition der *Umwelt* zurück als vielmehr auf das

geladene Ganzheitlichkeit in der Betrachtung natürlicher Vorgänge kann so nicht länger aufrechterhalten werden. Die Annahme der Harmonie der Ganzheitlichkeit stellt sich aus systemtheoretischer Sicht als inkonsistente Forderung heraus.

Aus dieser Konstellation der Ablehnung und der Fortführung des Holismus heraus gewinnt der Systembegriff in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine eigentümliche Spannung, die ihn sowohl zum Antidot gegen metaphysische Auswüchse wie zum Refugium von Ganzheiten macht. Systemische Ansätze, die wie der von Bertalanffys zunächst als Korrektiv gegen den Holismus gewandt waren, werden jedoch später als holistisch angesehen. Bemerkenswerterweise wird diese doppelte Quelle der Systemtheorie, wie sie von Bertalanffy seit den 1930er Jahren explizit als Alternative zu Mechanismus wie zu Holismus formuliert, in deren weiterer Geschichte immer wieder verdeckt. Die verbundenen Debatten laufen jedoch hintergründig weiter. Umso mehr bietet es sich an, die Einsätze des Begriffs *environment* in diesem Kontext zu nutzen, um das Nachleben des Streits um Holismus und Materialismus aufzuarbeiten, das noch die gegenwärtige Rolle des Begriffs prägt. Denn die Frage des Gleichgewichts und der Stabilität, die für das Nachleben holistischer Erklärungsmodelle bis in die Gegenwart (etwa bei Bruno Latour) bedeutsam ist, hängt eng mit der Frage der Wechselwirkung zwischen Umgebenem und Umgebendem zusammen.

Vor diesem Hintergrund wird mit Tansleys und mit von Bertalanffys Ansätzen das organisierte Ganze operationalisierbar und im weiteren Verlauf technisch beherrschbar. Vor dem Hintergrund des systemtheoretischen Ansatzes wird in der Folge ein neuer Anspruch formulierbar: Anhand ihres systemischen Zusammenhangs sollen die Konsequenzen von Eingriffen in Systeme vorhersehbar werden, worum es den Holisten gerade nicht ging. Die Konzepte des Ökosystems und der Systemtheorie sind explizit gegen ihre Ontologie der Ganzheit gedacht. Dennoch transportiert ihre weitere Verwendung aufgrund des ebenfalls für unerklärbare Prinzipien anfälligen Konzepts der Selbstorganisation unterschwellig eine Ganzheitlichkeit weiter.

---

von Heinz von Foerster stark gemachte Verhältnis von *system* und *environment*, damit auf die Kybernetik zweiter Ordnung, die sich auf die frühe Systemtheorie Bertalanffys bezieht, die wiederum als Alternative zu Materialismus und Holismus entsteht (vgl. Foerster, Heinz von: »On Self-Organizing Systems and their Environments«. In: Yovits, Marshall C./Jacobi, George T./Goldstein, Gordon D. (Hg., 1960): *Self Organizing Systems*. London, Pergamon Press, S. 31-50). Bruce Clarke hat auf ähnliche Weise den Aufstieg des Konzepts des Ökosystems in Hinblick auf die soziologische Systemtheorie dargestellt. Sie agiert zunächst szientifisch, trägt aber, etwa mit dem späteren Konzept der Autopoiesis, holistisches Denken weiter, wenn auch strikt anti-ontologisch durch die Einführung des Beobachters (vgl. Clarke, Bruce: »Steps to an Ecology of Systems. Whole Earth and Systemic Holism«. In: Bergthaller, Hannes/Schinko, Carsten (Hg., 2011): *Addressing Modernity. Social Systems Theory and U.S. Cultures*. Amsterdam, Rodopi, S. 259-288).

3.7 Umgebungsmaschinen

Die drei Konzepte der Homöostase, des Ökosystems sowie des Fließgleichgewichts offener Systeme orientieren in den 1940er und 1950er Jahren die Suche der entstehenden Kybernetik nach universellen Mechanismen der Regulation, die ohne Finalität oder Holismus auskommen. Verfolgt man die Rolle des Begriffs *environment* in diesem überaus breiten und inhomogenen Gebiet, erkennt man zwei Entwicklungslinien: zum einen wird *environment* für die kybernetische Fortentwicklung der systemorientierten Ökologie, die schließlich in den Umweltbewegungen der 1970er Jahre aufgeht, zum zentralen Objekt kontrollierender Maßnahmen, die im nächsten Kapitel ausführlich erläutert werden. Kontrolle ist ebenfalls der Ansatzpunkt der zweiten, vor allem von den britischen Kybernetikern vertretenen Entwicklungslinie, in der *environment* im Rahmen einer allgemeinen Formalisierung von Prozessen des Feedbacks und der Stabilität zur Voraussetzung wird, Organismen und Maschinen formalisieren und letztlich auch bauen zu können. Diese beiden Entwicklungslinien, denen die folgenden beiden Unterkapitel gewidmet sind, teilen viele Ausgangspunkte, führen aber zu unterschiedlichen historischen Konsequenzen, die zunächst anhand des Beispiels einer konkreten Umgebungsmaschine herausgearbeitet werden sollen. Ein entscheidender Unterschied der beiden Linien liegt darin, dass für die Ökologen um Raymond Lindeman, George Evelyn Hutchinson und die Odum-Brüder *environment* als Umgebung ganzer Populationen von Interesse ist, während es den britischen Kybernetikern, allen voran William Ross Ashby, dem Erfinder dieser Maschine, um den Austausch zwischen einem einzelnen Organismus und einer Umgebung geht.

In beiden Kontexten erscheint die Selbsttätigkeit des Organismus als Effekt wie als Ursache der Herstellung von Ordnung und Stabilität in einem nunmehr entropisch gedachten *environment*. Aufbauend auf den Überlegungen von Bertalanffys werden von den in der Ökologie tätigen Kybernetikern wie Hutchinson oder den Odum-Brüdern, aber auch vom Psychiater Ashby Organismen als negentropische Einheiten aufgefasst, die in beständigem Austausch mit der ungeordneten Außenwelt des *environments* stehen, aus der sie Energie und Materie ziehen. Der Faszinationskern dieser Entwicklung liegt darin, solche rückgekoppelten, mit Cannon als homöostatisch verstandenen Systeme aus *environments* und Organismen zu modellieren und zu bauen.[278]

Damit sind bereits die für die hier verfolgte Perspektive entscheidenden drei Schritte angedeutet: *environments* sind für die Kybernetik erstens zentrale Bausteine ihrer theoretischen Grundlage, weil die Beschreibung einer Organisation –

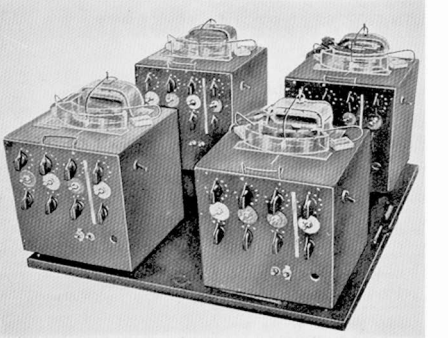
278 Zu Ashbys Begriff des Modells vgl. Bergermann, Ulrike (2015): *Leere Fächer. Gründungsdiskurse in Kybernetik und Medienwissenschaft*. Münster, Lit. S. 308f.

sei sie organisch oder technisch – nicht länger ohne Berücksichtigung ihres Austauschs mit dem *environment* gelingen kann; zweitens sind die *environments* der Kybernetik thermodynamisch als entropische Umgebungen der unwahrscheinlichen Entstehung von Negentropie in organischen Systemen definiert und damit dem bis dahin vorherrschenden naturalistischen Verständnis von *environment* entgegengesetzt; und drittens schließlich wird das *environment* der Kybernetik auf der Grundlage dieser theoretischen Vorannahmen in einer bis dahin ungekannten Systematik durch technische Hilfsmittel zum gestaltbaren Gegenstand regulierender Eingriffen. Die Abgrenzung der Biologie von anderen Wissenschaften durch die Betonung einer Kraft des Lebendigen, die es vom Toten unterscheidet, wird von der Beschreibung allgemeiner Rückkopplungs- und Informationsströme abgelöst, die keinen Unterschied zwischen Lebendigem und Nicht-Lebendigem macht und mit einer thermodynamisch reformulierten Epistemologie des Umgebens Systeme aller Art auf einer Ebene zu behandeln versucht.

3.7.1 William Ross Ashby und der Homöostat

All dies wird paradigmatisch in einer Maschine, deren einzige Funktion darin besteht, ohne Unterlass einen unruhigen Zustand zu erzeugen und sich dann selbst zu beruhigen – der sogenannte Homöostat (von *homoiostásis*, Gleichstand), den der britische Psychiater William Ross Ashby nach jahrelanger Bastelarbeit 1952 auf der neunten Macy-Konferenz in New York den versammelten Kybernetikern präsentiert. Diese Maschine ist nicht nur Symptom eines historischen Bruchs im Denken von Stabilität, sondern auch eine Maschine des Umgebens. Sie markiert damit zugleich die Möglichkeit, auf eine andere Art über Maschinen nachzudenken, die in der Gegenwart wichtig wird.

Abbildung 3.6 – Homöostat mit vier Säulen.



Quelle: Latil, Pierre de (1957): *Thinking by Machine. A Study of Cybernetics*. Boston, Houghton Mifflin. S. 299f.

Der in Abbildung 3.6 zu sehende Homöostat besteht aus vier boxartigen, auf einer quadratischen Platte angebrachten, zu einem elektrischen Stromkreis verbundenen Modulen, die jeweils den Wert ihrer elektrischen Spannung als die zu stabilisierende Variable mittels einer Nadel auf der Oberseite anzeigen, sowie aus einem Stufenschalter namens *uniselector*, der den Widerstand der Stromkreise auswählt.[279] Die elektrischen Spannungen der vier Module, in denen separate Widerstände geschaltet sind, sind derart miteinander gekoppelt, dass der Eingangsstrom jedes Moduls von den drei Ausgangsströmen der anderen Module beeinflusst wird. Jede Veränderung eines Moduls wird als Output an die drei anderen Module verteilt und sorgt für Veränderungen in den anderen Modulen und dem betreffenden Modul selbst. Wird eine der Nadeln durch das Verhältnis des geschalteten Widerstands und der dynamischen, vom gesamten Ensemble abhängigen Kapazität des Stromkreises über den Grenzwert von 45 Grad abgelenkt, sorgt ein Relais dafür, dass der in der Mitte angebrachte Stufenschalter im Zufallsmodus den elektrischen Widerstand des betroffenen Moduls wechselt. Der Homöostat verfügt also in den vier Einheiten mit vier Widerständen und vier Kapazitäten über insgesamt 32 Parameter. Der *uniselector* (oder bei manueller Steuerung der Experimentator) wählt zwischen 25 von Ashby nach dem Zufallsprinzip bestimmten Widerständen aus, was bei vier Säulen 390625 Konstellationen ergibt.[280]

Von diesen Konstellationen versprechen manche ein Gleichgewicht und andere ein Chaos. In ihrer Vielfalt sollen sie trotz ihrer Beschränkung die Unvorhersagbarkeit möglicher Zustände eines Systems im Verhältnis zu seiner Umgebung darstel-

279 Zum Aufbau der Maschine vgl. die ausführlichen Darstellungen Pierre de Latils, der den Homöostaten in Ashbys Labor beobachtet hat: Latil, Pierre de (1957): *Thinking by Machine. A Study of Cybernetics*. Boston, Houghton Mifflin. S. 299f. Vgl auch Cariani, Peter: »The Homeostat as Embodiment of Adaptive Control«. In: *International Journal of General Systems* 38/2 (2009), S. 139-154.

280 Vgl. Ashby, W. Ross (1954): *Design for a Brain*. New York, Wiley. S. 93f. Katherine Hayles, John Johnston, Peter Asaro, Geoffrey Bowker und Ray-Shyng Chou, Andrew Pickering sowie Jan Müggenburg haben das modellhafte Verhältnis dieser Maschine zum Organismus ausführlich thematisiert. Auf diese Untersuchungen stützen sich die folgenden Ausführungen, ergänzen sie jedoch um eine neue Perspektive auf die Bedeutung des *environments*: Hayles, N. Katherine (1999): *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. Chicago, University of Chicago Press. S. 63ff; Johnston, John (2008): *The Allure of Machinic Life. Cybernetics, Artificial Life, and the New AI*. Cambridge, MIT Press; Asaro, Peter M.: »From Mechanisms of Adaptation to Intelligence Amplifiers. The Philosophy of W. Ross Ashby«. In: Husbands, Phil/Holland, Owen/Wheeler, Michael (Hg., 2008): *The Mechanical Mind in History*. Cambridge, MIT Press, S. 149-184; Bowker, Geoffrey/Chou, Ray-Shyng: »Ashby's Notion of Memory and the Ontology of Technical Evolution«. In: *International Journal of General Systems* 38/2 (2009), S. 129-137; Pickering, Andrew (2010): *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*. Chicago, University of Chicago Press; Müggenburg, Jan (2018): *Lebhafte Artefakte. Heinz von Foerster und die Maschinen des Biological Computer Laboratory*. Konstanz, Konstanz University Press. S. 196f.

len. Der Zweck der Maschine liegt darin, ein stabiles Gleichgewicht bei wechselnden Voraussetzungen durch Rückkopplung zu finden und zu erhalten, indem die Spannung in jenem Bereich gehalten wird, der als stabil definiert ist. Ein Gleichgewicht zu suchen bedeutet, dass mit jedem Überschreiten der Grenzwerte durch den *uniselector* ein neuer Widerstand ausprobiert wird, bis keine Überschreitung mehr stattfindet. Die negative Rückkopplung mit den anderen Modulen, die beim Erreichen des Grenzwerts zum Wechsel des Widerstands führt, leitet jeweils einen erneuten Ausgleich zwischen den Modulen ein. Jeder dieser Wechsel kann zu chaotischem Ungleichgewicht oder zu einer langsam aus den Fugen geratenden Instabilität führen. Wird der Grenzwert nicht überschritten, schwanken die Spannungen zwar, doch bleiben sie innerhalb der Limits stabil. Eine Überschreitung an einer Stelle ruft ein Ungleichgewicht im ganzen System hervor, welches je nach Intensität auch die anderen Module zum Überschreiten ihres Grenzwerts treibt. Der Endzustand besteht nicht in Stillstand, sondern im beständigen Pendeln zwischen den Grenzwerten. Durch äußere Faktoren – neben den anderen Modulen auch Eingriffe des Experimentators, mechanische Fehler, Korrosionen oder Kurzschlüsse – kann das Gleichgewicht jederzeit aus der Balance geworfen werden. Stillstand könnte die Maschine allenfalls erreichen, wenn eine selbstinduzierte Rückkehr in einen stabilen Zustand so lange nicht möglich wäre, dass sie beschädigt würde und die Stromkreise durchbrennen.

So simpel der mechanische Aufbau der Maschine scheinen mag, so vielfältig sind ihre theoretischen Implikationen. Sie hält als materialisierte Theorie zahlreiche Optionen bereit, über die Verhältnisse von Gleichgewicht und Zweckgerichtetheit oder von Organismen und Maschinen, nachzudenken. Das stabile Gleichgewicht, das die Maschine durch rekursive Feedback-Schleifen erreicht, ist nichts anderes als ein kontinuierlicher, dynamischer Ausgleich von Ungleichgewichten, die sich bis zur Auflösung der Maschine verstärken würden, wären nicht, ganz gemäß Cannons Konzept, Grenzwerte definiert, an denen der Homöostat auf seinen eigenen Befund reagiert. Er gleicht die ihn konstituierende Unruhe eigenständig aus und erzeugt im Akt der Beruhigung Unruhe in sich selbst. Der Stabilisierungsprozess läuft mit jedem Widerstandswechsel erneut, aber vom Input der anderen Module beeinflusst ab. So wird verhindert, dass die Maschine sich in Ausgleichsversuchen verläuft und in einem chaotischen und damit endgültig stabilen, weil schließlich tödlichen Zustand endet. Das System des Homöostaten ist daher nach Ashbys Definition ultrastabil, weil es durch die Dynamik der Stabilisierung immer eine Lösung für sein Problem, d.h. ein passendes Gleichgewicht im Verhältnis der Widerstände und Spannungen findet. Biologische Systeme müssen Ashby zufolge nicht nur stabil, sondern ultrastabil sein, d.h. in einer ökologischen Relation der Un/Abhängigkeit lose mit dem *environment* gekoppelt sein. Wären sie fest an das *environment* gekoppelt, würden dessen Fluktuationen ihr Fortbestehen bedrohen. Die Autonomie eines solchen Systems ist durch das Verhältnis von Abhängigkeit und

Unabhängigkeit bestimmt, die sich nicht widersprechen, sondern gegenseitige Variablen darstellen.[281] Um durch einen solchen komplexen Vorgang der Adaption zu Ultrastabilität zu gelangen, muss das System nicht nur eine Feedbackschleife mit seinem *environment* herausbilden, sondern auch seine eigene Organisation durch Feedback seiner Komponenten regulieren. Die Maschine kann sich nicht einfach nur einer gegebenen Situation, sondern einer beständig fluktuierenden Umgebung anpassen und ist damit autonom und abhängig zugleich.

Als gebautes Gedankenexperiment führt der Homöostat die Theorie vor, die er verkörpert. Er zeigt Ashby zufolge, dass ein stabiles Gleichgewicht keinesfalls mit Konstanz oder Starrheit verwechselt werden sollte: »A variable is in stable equilibrium if, when it is disturbed, reactive forces are set up which act back on the variable so as to oppose the initial disturbance. If they go with it, then the variables are in unstable equilibrium«[282]. Zwar gibt es stabile Systeme, in denen alles ruht, etwa einen Stein auf dem Boden, doch ein stabiles Gleichgewicht kann ebenfalls durch komplexe Ausgleichsvorgänge hergestellt werden: »The stable system is restricted only in that it does not show the unrestricted divergencies of instability.«[283] Solange keiner der vier Grenzwerte überschritten wird, verhält sich das System des Homöostaten stabil, was aber nicht heißt, dass die Nadelstellungen konstant bleiben, sondern dass alle Ungleichgewichte beständig ausgeglichen werden, ohne dass die Grenzwerte überschritten würden. Die Nadeln tanzen ununterbrochen zwischen den Grenzwerten. Auch ein schwingendes Pendel befindet sich in stabilem Gleichgewicht. Solche Ausgleichsbewegungen sind, wie Ashby in seinem am Beginn der Arbeit am Homöostaten stehenden Aufsatz »Adaptiveness and Equilibrium« von 1940 argumentiert, das zentrale Charakteristikum aller Vorgänge des Lebens und vielleicht auch bestimmter Maschinen: »Stable equilibrium is necessary for existence, and systems in instable equilibrium inevitably destroy themselves.«[284] Ashby erforscht in diesem Sinne die adaptiven Leistungen des Nervensystems: der Begriff des Systems taucht in seinem 1954 erschienenen Buch *Design for a Brain* auf nahezu jeder Seite auf. Das Konzept des Nervensystems steigt seit dem 18. Jahrhundert zum Selbstverständigungskonzept westlicher Kulturen auf, weil mit seiner Hilfe die Erregungen, Stimmungen und Spannungen der entstehenden Industriekultur erklärt und auf die inneren Zustände der umgetriebenen Menschen bezogen werden konnten. Nerven verbinden in diesem Sinne das sensible Innenleben von Indi-

281 Vgl. Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 155.

282 Ashby, W. Ross: »Adaptiveness and Equilibrium«. In: *British Journal of Psychiatry* 86/362 (1940), S. 478-483. Hier: S. 479.

283 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 56.

284 Ashby: »Adaptiveness and Equilibrium«. S. 482.

viduen mit den Reizen einer zunehmend vielschichtiger werdenden Außenwelt.[285] Adaption, für Ashby die charakteristische Leistung des Nervensystems komplexer Lebewesen, besteht im Ausgleich von Ungleichgewichten und weist darin nervöses Verhalten auf, weil der eigene Zustand wie der Zustand der Umgebung in zukünftiges Verhalten eingespeist werden.

Als elektromechanische Maschine wechselt der Homöostat sehr langsam zwischen Zuständen. Das Erreichen eines vorläufig stabilen Gleichgewichts kann Stunden oder gar Tage dauern. Ihm zuzusehen muss, wie man dem Augenzeugenbericht Pierre de Latils entnehmen kann, eine durchaus anstrengende Angelegenheit gewesen sein.[286] Ashbys britischer Kollege Grey Walter findet daher den treffenden Namen *machina sopora*, schlafende Maschine.[287] Auch die Unterscheidung von stabilen und instabilen Zuständen ist nicht immer eindeutig, weil die Nadeln in beide Richtungen ausschlagen und selbst ein Zustand mit starken Schwankungen stabil sein kann, während Veränderungen oft für lange Zeit kaum erkennbar sind. Im Unterschied zu lebendigen Wesen soll der Homöostat jedoch als Prototyp einer ultrastabilen Maschine idealerweise immer die jeweils möglichen Endzustände erreichen, solange die Stromzufuhr gesichert ist und die Mechanik nicht ausfällt. Besonderes Augenmerk richtet Ashby auf die Möglichkeit, als Experimentator direkt in den Stromkreis einzugreifen, In- und Outputs zu vertauschen oder einzelne Module auf konstante Spannungen einzustellen, um unterschiedliche Varianten adaptiven Verhaltens zu studieren.[288] Der Homöostat dient ihm als experimentelles Objekt wie als Vorführgegenstand. Doch er bleibt ein Einzelexemplar und zu einer Weiterentwicklung kommt es nicht. Später verwirft Ashby sein Modell als nicht komplex genug. Alternative, elektronische statt elektromagnetische Versuche eines multistabilen Systems mit weitaus mehr Variablen unter dem Namen DAMS (*Dispensive and Multistable System*) scheitern.[289]

Im Kontext der Kybernetik, die zu dieser Zeit zum Heilsversprechen der Nachkriegszeit aufsteigt, formuliert Ashby eine Theorie adaptiver Maschinen, die weniger nach deren Zweck, Verwendung oder Wesen als nach deren Organisation fragt

285 Vgl. Asendorf, Christoph (1984): *Batterien der Lebenskraft. Zur Geschichte der Dinge und ihrer Wahrnehmung im 19. Jahrhundert*. Berlin, Anabas sowie Sarasin/Tanner (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft*

286 Vgl. Latil (1957): *Thinking by Machine*. S. 299.

287 Walter, Grey (1963): *The Living Brain*. New York, Norton. S. 123.

288 Jan Müggenburg hat argumentiert, dass der Eingriff des beobachtenden Experimentators für das Verständnis des Homöostaten zentral ist, weil dieser der Maschine eine Bedeutung zuweist und sie zum wissenschaftlichen Modell macht (vgl. Müggenburg (2018): *Lebhafte Artefakte*. S. 196f.).

289 Vgl. Pickering (2010): *The Cybernetic Brain*. S. 122 sowie Cariani: »The Homeostat as Embodiment of Adaptive Control«. In: *International Journal of General Systems* 38/2 (2009). Bezeichnenderweise sind in der zweiten Auflage von *Design for a Brain* von 1966 alle Verweise auf das DAMS getilgt.

und vor dem Horizont technischer Umsetzung operiert. Mit dem Selbstverständnis einer Universal- oder Metawissenschaft untersucht die Kybernetik seit den ersten Macy-Konferenzen der späten 1940er Jahre Prozesse der Steuerung und Regulierung in Maschinen, lebenden Wesen und sozialen Organisationen.[290] Im interdisziplinären Verbund gehen die Kybernetiker davon aus, dass alle diese Bereiche von den gleichen formalen Abläufen der Regulation zur Herstellung von Ordnung im Ausgleich mit fluktuierenden Umgebungsvariablen geprägt sind. Sie ringen mit dem Gedanken der Wiedereinspeisung des Beeinflussten in das Beeinflussende und der Wechselwirkung des Umgebenden mit dem Umgebenen. Mit einem von von Bertalanffy inspirierten Systembegriff ersetzt Norbert Wiener als federführender Protagonist den Zweckbegriff, der als Teleologie oder Finalismus lange Zeit die Beschreibung von Organisationen dominiert und vitalistische, d.h. nicht aus der Organisation selbst folgende Deutungen nahegelegt hatte.

In ihrem erst mit Verspätung einflussreichen, Aufsatz »Behaviour, Purpose and Teleology« definieren Wiener, der ebenfalls in der Rüstungsforschung des Zweiten Weltkriegs tätige Julian Bigelow sowie der ehemalige Cannon-Mitarbeiter Arturo Rosenblueth 1943 auf nur knapp sieben Seiten in radikaler Abkehr von der aristotelisch-kantianischen Tradition die Zielgerichtetheit eines Organismus als das Ausführen einer durch zirkuläre Kausalität und negatives Feedback erreichten zweckgerichteten Handlung.[291] In dieser Hinsicht untersuchen die drei Autoren den Output eines Systems unter Berücksichtigung des Inputs seines *environments*. Was dazwischen geschieht, ist nur von relativer Bedeutung. Allein anhand dessen, was von außen eingespeist wird und was am Ende messbar ist, will man, Fragen des Bewusstseins umgehend, Verhalten erklären. Organisation wird somit auf Prozesse der Regulation zurückgeführt. Die Autoren kritisieren, dass mit der notwendigen Abkehr von der Teleologie auch der Zweckbegriff verabschiedet wurde, der aber nun, mit den neuen Erkenntnissen der Kybernetik, wieder fruchtbar werden könnte.

Demnach bedeutet Feedback, so die auf der von der Macy-Foundation 1942 ausgerichteten Konferenz *Problems of Central Inhibition in the Nervous System* diskutierte These, das kontinuierliche Zirkulieren von Information, wodurch die Organisation reguliert werden kann, indem eine bestimmte Form aufrechterhalten wird oder ein Prozess stabil abläuft. Homöostase erscheint damit als Effekt von Feedback. Kontrolle muss nicht durch einen externen Beobachter oder eine bewusste Instanz vollzogen werden, sondern wird in Organismen und Maschinen dadurch gewährleis-

290 Vgl. die von Heinz von Foerster erstellten und von Claus Pias neu herausgegebenen Konferenzprotokolle in: Pias, Claus (Hg., 2005): *Kybernetik – Cybernetics. Band 1*. Berlin, Diaphanes.

291 Vgl. Rosenblueth, Arturo/Wiener, Norbert/Bigelow, Julian: »Behaviour, Purpose and Teleology«. In: *Philosophy of Science* 10/1 (1943), S. 18-24. Vgl. dazu auch Seibel (2016): *Cybernetic Government*. S. 91f.

tet, dass das überlebensnotwendige bzw. funktionssichernde Verhalten mit seinen Auswirkungen rückgekoppelt ist.[292] Während positives Feedback für Verstärkung sorgt, erreicht negatives Feedback als Selbstbegrenzung durch den Ausgleich von Ungleichgewicht eine kontinuierlich bedrohte Stabilität. Diese dynamische Stabilität ersetzt wie die Homöostase die Linearität der klassischen Kausalität von Ursache und Wirkung durch eine zirkuläre Kausalität, die ihre eigenen Effekte in den Kreislauf einspeist. Dafür muss, wie etwa in kybernetisch gesteuerten Flugabwehrgeschützen, die auf diese Weise funktionieren, beständig Information über den aktuellen Zustand des Systems gesammelt werden.[293] Die Organisation basiert also auf der Zirkulation von Information über Zustände, was Wiener einige Zeit später zusammenfasst: »For any machine subject to a varied external environment to act effectively it is necessary that information concerning the results of its own action be furnished to it as part of the information on which it must continue to act.«[294]

Während im biologisch gedachten Fließgleichgewicht von Bertalanffys der negentropische Organismus durch den Austausch von Energie und Materie mit der entropischen Umgebung verbunden ist, kommt in der Kybernetik die Dimension der Information hinzu. Wiener und seine Kollegen wollen alle Prozesse der Organisation auf die Ebene der Informationsübertragung zurückführen, berechnen und in konkreten Techniken implementieren, um Menschen und Maschinen miteinander zu integrieren. Vor allem die britischen Kybernetiker entwickeln in den 1950er Jahren auf der Grundlage dieses Ansatzes Maschinen oder Automaten, für die der Homöostat beispielhaft steht. Sie sollen sich selbst organisieren und damit eine Fähigkeit aufweisen, die bis dahin allein Organismen zugesprochen worden war: Sie bringen Finalität aus ihrer Organisation hervor. Weil diese Prototypen, meist in Handarbeit gefertigten Gerätschaften, ebenso in theoretische Vorannahmen über die Rolle des *environments* eingebunden wie technische Umsetzungen seiner Bedingungen sind, wird an ihnen – und ganz besonders an Ashbys Homöostaten – eine kybernetische Umformung der Dyade deutlich. Diesen Maschinen geht es um nichts weniger als um den Nachbau des verschränkten Verhältnisses von *environ-*

292 Ashby hat dieses informationstheoretische Modell des Feedback 1962 ausführlich dargestellt: Ashby, W. Ross: »Principles of the Self-Organizing System«. In: Foerster, Heinz von/Zopf, G. W. (Hg., 1962): *Principles of Self-Organization. Transactions of the University of Illinois Symposium*. London, Pergamon Press, S. 255-278.

293 Vgl. Galison, Peter: »The Ontology of the Enemy. Norbert Wiener and the Cybernetic Vision«. In: *Critical Inquiry* 21/1 (1994), S. 228-266.

294 Wiener, Norbert (1950): *The Human Use of Human Beings*. New York, Houghton Mifflin Harcourt. S. 24.

ment und *organism*, was impliziert, dass seine Grundlagen in Technik und damit in kybernetische Informationsübertragung und Kontrolle übersetzbar sind.[295]

Die Kybernetik Ashbys erfasst Lebewesen – oder Maschinen – nicht als isolierte Wesen, sondern in ihrem Wechselverhältnis mit dem *environment*. Daraus folgt die Notwendigkeit, die regulativen Stoff- und Energieströme zu beschreiben, die zwischen ihnen fließen, wie es etwa die Odum-Brüder in den 1950er Jahren fordern werden. Die Herausforderung besteht darin, mit der Komplexität möglicher Außenzustände umzugehen, mit denen ein Organismus – oder eine Maschine – bei der Aufrechterhaltung seiner Organisation konfrontiert sein kann. Die Kybernetik, wie sie auf den Macy-Konferenzen diskutiert wird, verbindet in diesem Kontext die zu dieser Zeit virulenten Konzepte des Gleichgewichts und der Kontrolle in offenen Systemen mit der technischen Gestaltung mechanischer oder biologischer Zusammenhänge. Sie unterläuft so die tradierte Differenz von Maschine und Organismus.

3.7.2 Katzen und Kohle – Adaption als Feedback

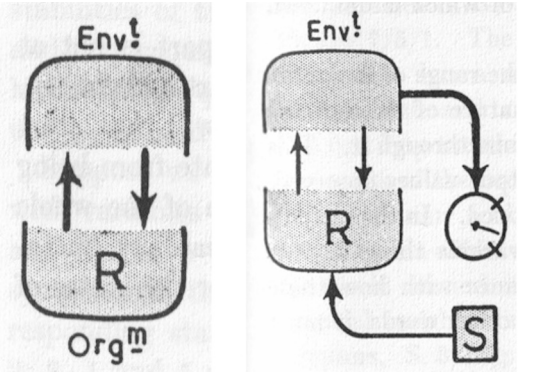
In seiner Beschreibung des Homöostaten in *Design for a Brain* verweist Ashby auf eine Reihe von Diagrammen, die er an einer anderen Stelle des Buches eingeführt hatte, um die gegenseitige Abhängigkeit eines Organismus von seinem *environment* darzustellen. Ashbys Beispiel ist das Verhalten eines Lebewesens bei Gefahr in seiner Umgebung: eine junge Katze reagiert erst bei Schmerz, wenn ein glühendes Stück Kohle aus dem Feuer in ihre Richtung fällt. Eine erfahrene Katze hat gelernt, sich schon beim ersten Anzeichen der Gefahr in eine sichere Entfernung zu begeben. Sie hat die Parameter ihres Verhaltens den instabilen Variablen der Umgebung angepasst, um zu überleben. Die junge Katze, die noch nie einem Feuer begegnet ist, kennt die physiologischen Limits ihres Körpers noch nicht. Sie kann sie nur lernen. Aus dem unadaptierten wird ein an diese Umgebungsfaktoren adaptiertes Lebewesen.

295 Auf vergleichbare Weise erzeugt das *Soft Control Material*, ein flexibler, sich dem Umgebenen anpassender, als taktiles Medium gedachter Schaumstoff ein *environment* und nimmt damit eine ähnliche Position ein wie der Homöostat. Von den Kybernetikern Avery R. Johnson und Warren M. Brodey gut zehn Jahre später entwickelt, soll sich dieser Stoff ohne programmierte Algorithmen oder zentrale Steuereinheit an äußere Faktoren anpassen. Auch *Soft Control Material* hat keine weitere Funktion als die Manifestation eines Umgebungsverhältnisses. Larry Busbea hat dieses Material entsprechend als Indiz für die unter Kybernetikern verbreitete Suche nach gestaltbaren, programmierbaren *environments* gedeutet: »SCM was less a design object than a machine for making environments tangible. […] It is object, environment, and organism simultaneously, it is both inside and outside, micro- and macrocosm, something to be grasped that might yet grasp and encircle the user.« Busbea, Larry D.: »Soft Control Material. Environment and Design c. 1970«. In: *Journal of Design History* 30/2 (2016), S. 139-156. Hier: S. 151.

Abbildung 3.7 zeigt das direkte Verhältnis der Katze zu ihrer Umgebung. Die Pfeile markieren die sinnlichen und motorischen Kanäle, die beides miteinander verbinden. *R* ist als das System definiert »that acts when the kitten reacts to the fire – the part responsible for the overt behaviour«.[296] Dieses Diagramm reicht Ashby aber noch nicht aus, um die Vorgänge adäquat zu beschreiben, denn es fehlt eine Spezifizierung der beeinflussenden und beeinflussten Faktoren, deren Kenntnis eine Bestimmung der Adaptionsvorgänge erst möglich macht. Ashby fährt daher fort, das Diagramm in Abbildung 3.8 schrittweise zu verfeinern. Die Katze wird von bestimmten Parametern beeinflusst, die sich auf ihr Verhalten, aber nicht direkt auf das *environment* auswirken, so etwa die Schmerzgrenze. Diese Parameter laufen als *S* auf den Organismus zu. Im nächsten Schritt fügt Ashby die Variablen ein, die über das Überleben entscheiden, also im genannten Beispiel die lebensgefährliche Hitze der Kohle. Die Katze kann ihre Organisation nicht direkt an diese Variable anpassen, weil sie nicht zu einem unbrennbaren Wesen werden kann, weshalb diese Variable im Diagramm nur mit dem *environment* verbunden ist. Der Ort der Variablen wird mit einer Skalenscheibe mit Zeiger gekennzeichnet, denn entscheidend ist, dass die Variablen innerhalb der physiologischen Grenzwerte bleiben, die für das jeweilige Verhältnis zum Organismus wichtig sind. All dies führt schließlich im letzten Schritt zu einem Diagramm, in dem der Organismus und das *environment* durch zwei Feedback-Schleifen verbunden sind: die direkten, motorischen und sinnlichen Verbindungen aus der ersten Zeichnung einerseits, die jedoch nicht das Verhalten der Katze erklären. Deshalb muss es andererseits eine Verbindung von den Variablen zu den Parametern geben, etwa durch die Schmerzempfindung. Dieser indirekte und langsame Feedbackkanal verschränkt die Fluktuationen der Umgebung mit den Überlebensbedingungen des Organismus. Der Pfeil zwischen der Skalenscheibe und *S* kennzeichnet in diesem Sinne mögliche Überschreitungen der Grenzwerte und damit das Auftreten eines bestimmten, auf diese Überschreitung reagierenden Verhaltens. *S* kann somit, wie Ashby unterstreicht, zwei Zustände annehmen und in einem angemessenen und einem unangemessenen Verhalten resultieren. Von den Eigenschaften und Qualitäten der Umgebung oder des Organismus muss dafür nichts bekannt sein: Es handelt sich um Black Boxes.

296 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 80.

Abbildung 3.7 und 3.8 – Regelkreis zwischen Organismus und environment.



Quelle: Ashby, W. Ross (1954): *Design for a Brain*. New York, Wiley. S. 80 und 81.

Adaption besteht also darin, so fasst Ashby seine Erkenntnisse zusammen, dass der Organismus anhand der Einflüsse des *environments* seine lebenswichtigen Variablen so kontrolliert, dass sie innerhalb der Grenzwerte bleiben. Dies gelingt, indem er seine Umgebung derart gestaltet, dass sie seinen Parametern angemessen ist. Exakt dieses Schema versucht Ashby mit dem Homöostaten zu modellieren. Die Module agieren je nach Beobachtungsperspektive als Umgebung der anderen Module oder als in Frage stehende Lebewesen. Die Nadeln zeigen die Grenzwerte der Spannungsvariable, deren dauerhaftes Überschreiten der Organismus nicht verkraften würde.

In seinen theoretischen Überlegungen stellt Ashby sogenannte *step-functions* in den Vordergrund und begründet damit die These, dass in einem System eine Überschreitung des Grenzwerts zu einem Sprung in einen anderen Zustand führe.[297] Der *uniselector* funktioniert also diskret, während der Strom analog ist. Dieser Punkt wird von den Konferenzteilnehmern und Teilnehmerinnen, denen Ashby 1952 den Homöostaten vorführt, streng debattiert, denn im Gegensatz zu den bis dahin prominenten Annahmen über Stabilität integriert Ashbys Modell mit dem *uniselector* einen *trial-and-error*-Prozess, in dessen Verlauf ein Zustand prozessiert wird, in dem der Grenzwert nicht mehr überschritten wird. Die Voraussetzung dafür ist, dass das *environment* für den Organismus, wie von Ashby am Beispiel der Katze durchgespielt, eine Black Box darstellt, er also keine Information über dessen Zustand hat, sondern ihn lediglich variable Energieflüsse erreichen. Dies ist beim Homöostaten der Fall: einzig die übertragenen Spannungen verbinden die

297 Ebd., S. 87.

Module, während der *uniselector* nach dem Zufallsprinzip verschiedene Zustände durchgeht.

Die theoretische Grundlage seiner Maschine beschreibt Ashby vor den TeilnehmerInnen der Macy-Konferenz als Ausgleich mit dem *environment* durch Prozesse der Regulation. Der Organismus ist damit eine abhängige Variable: »Consider the environment as a transducer, as an operator that converts whatever action comes from the organism into some effect that goes back to the organism. Let the environment be represented by the operator, E. The organism's problem is to convert its brain into an operator, which might be represented by E^{-1}. It must be the inverse operator, in a sense, to E, because if a disturbance, starting at some point, throws the essential variables off their proper values, by the time the disturbance has been around the circuit the effect must be negative so as to get the inverse change coming back to the essential variables.«[298] Das Nervensystem des Organismus muss also auf einen Zustand des *environments* so reagieren, dass sein eigener Zustand sich invers dazu verhält und durch Feedback an den Variablen des *environments* orientiert bleibt. Das Produkt von E und E^{-1} soll ein stabiler Zustand sein: »The instructions of what is appropriate must come, ultimately, from the environment, for what is right for one environment might be wrong for another.«[299] Ashby definiert *environment* entsprechend als »those variables whose changes affect the organism, and those variables which are changed by the organism's behavior«[300]. Sein Homöostat befindet sich genau dazwischen und erlaubt es, mit dem Verhältnis beider Seiten zu experimentieren.

Mit E konfrontiert, muss der Organismus eine Lösung für E^{-1} finden, um zu überleben. Eben diesen Prozess bildet Ashby mit dem Homöostaten technisch nach, ohne aber spezifische Einweg-Lösungen zu implementieren, die immer nur für eine Art von E gültig sind. Denn dann wäre aus der Anpassung an die Offenheit des *environments* ein simpler Reflex geworden. Entscheidend ist also, dass es mehrere gültige Lösungen geben kann. Es ist ebenso möglich, dass das System keine Lösung findet. Adaption ist kein beliebig offener Vorgang, sondern hängt, so Ashby im Sinne Cannons, an den Grenzwerten einzelner Variablen bzw. ihrer Abstimmung zwischen *environment* und *organism*. Diese Beobachtung ermöglicht es, von der Mannigfaltigkeit möglicher *environments* oder gar dem großen Ganzen des *environments* im Singular abzusehen und sie auf eine handhabbare Größe zu reduzieren. »What I am suggesting is that there is a form intermediate between the environment in which everything upsets everything else and the environment which is cut into parts. This intermediate type of environment is common and is of

298 Ashby, W. Ross: »Homeostasis (1956)«. In: Pias, Claus (Hg., 2005): *Kybernetik – Cybernetics. Band 1*. Berlin, Diaphanes, S. 593-619. Hier: S. 594.

299 Ebd., S. 595.

300 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 36.

real significance here; it is an environment that consists of parts that are temporarily separable, and yet by no means permanently separable.«[301] Was als *environment* gilt, hängt also von den jeweiligen Relationen ab. »What I want to consider is the problem that faces learning organisms, the mammals particularly, the ones that have the power of developing an adaptive reaction to any one of an almost unlimited number of environments.«[302] Die Lösung vermutet Ashby auf der Ebene der Information über die Bedingungen der Anpassung an *environments*, also in den Grenzwerten des Überlebens. Zwischen einem lebendigen Organismus und seinem *environment* herrschen auf zahlreichen Ebenen Abhängigkeiten. Eine zentrale Herausforderung besteht daher in der Identifizierung der entscheidenden Faktoren, mit denen sich das Verhältnis modellieren lässt.

3.7.3 System und *environment*

Diese rein funktionale Definition von *environment* hat zwei Folgen: erstens ist die Unterscheidung von *environment* und Organismus »partly conceptual, and to that extent arbitrary«.[303] Ihre Grenze hängt vom Beobachter ab. Was im Kontext einer Beobachtung zum *environment* gehört, kann im Kontext einer anderen Beobachtung zum Organismus gehören. Auch die zweite Folge desubstantialisiert das *environment*: Es besteht aus dem, was eine Funktion auf den Organismus hat bzw. von ihm affiziert werden kann. »Given an organism, its environment is defined as those variables whose changes affect the organism, and those variables which are changed by the organisms behaviour.«[304] Es gibt also kein *environment* an sich, sondern nur Umgebungsverhältnisse, deren unterschiedliche Seiten situativ bestimmt werden können.

Mit Hilfe dieser Formulierungen strebt Ashby eine mathematisch klare Bestimmung der Dyade an und fordert eine symbolische – und damit technisch reproduzierbare – Definition des Verhältnisses von Organismus und *environment*, wie er sie in *Design for a Brain* bereits in Grundzügen entwirft. Auf diesem Weg kann eine mechanistische, deterministische Erklärung des Gehirns mit adaptiven, rückgekoppelten Prozessen vereinbart werden, die bis dahin auf eine zugrundeliegende Teleologie oder auf Bewusstsein zurückgeführt wurden. Auf die Frage des Physikers James Z. Young, ob er mit seiner Präsentation den Mathematiker oder den Biologen adressiert, antwortet Ashby in New York deutlich: »The mathematician.«[305] Organisation und die Anpassung an ein *environment* sind zu Fragen der Modellierung und Formalisierung geworden.

---

301 Ashby: »Homeostasis (1956)«. S. 600.
302 Ebd., S. 595.
303 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 40.
304 Ebd., S. 36.
305 Ashby: »Homeostasis (1956)«. S. 595.

Bereits 1947, also fünf Jahre vor der Präsentation des Homöostaten, versucht Ashby in seinem Aufsatz »Principles of the Self-Organizing Dynamic System« zu zeigen, dass eine Maschine zugleich in ihren Aktionen strikt determiniert sein und eine selbstinduzierte Anpassung ihrer Organisation einleiten kann. Bei diesem für die Ökologie zentralen Verhältnis von Autonomie und Determination handelt es sich, so Ashby, um »a fundamental problem in the theory of nervous systems«[306]. Indem sie sich selbst in Abhängigkeit von ihrer Umgebung organisiert, soll die Maschine, der Ashbys Interesse gilt, als »determinate physico-chemical system […] that can undergo ›self-induced‹ internal reorganisations resulting in changes of behaviour«[307] auf die unvorhersagbaren Schwankungen des Außen reagieren, indem sie nervös wird, ohne ihr Gleichgewicht zu verlieren. Innere Harmonie und Ausgeglichenheit können keine Lösung sein, denn die Herausforderungen der Umgebung erfordern ständige Anpassung.

Am Homöostaten zeigt sich, wie weit sich die Kybernetik vom klassischen Streit zwischen Vitalismus und Materialismus entfernt hat. Der Mechanismus, von dem Ashby spricht, ist also nicht mit dem des 19. Jahrhunderts identisch, für den alle kausalen Verknüpfungen determiniert sind, sondern basiert auf den Erkenntnissen der probabilistischen Mechanik. Ashbys Konzept der Maschine will mechanistisch, aber nicht reduktionistisch sein, insofern die Zustände des Systems aus dem Zusammenwirken seiner Bestandteile erklärt werden sollen, ohne ihre Kausalitäten zu simplifizieren. Ein gänzlich mechanisches System soll in diesem Sinne zweckgerichtetes Verhalten hervorbringen. Solche Relationen drückt Ashby vor allem in seiner 1956 erschienen *Introduction to Cybernetics* mathematisch aus, was konzeptionell einen Ausgangspunkt für die daran anschließende Robotik und die Erforschung künstlicher Intelligenz darstellt.[308] Dazu entwickelt er die mathematischen und logischen Grundlagen eines Verfahrens, das nicht auf jener Rechenkraft beruht, um die es den intelligenten Maschinen dieser Zeit geht, d.h. auf John von Neumanns Ansatz der Informationsverarbeitung durch Symbolmanipulation. Vielmehr wird das Verhältnis des Systems zu seiner Umgebung operationalisiert, um die Potentiale der selbsttätigen Adaption an komplexe Zustände zu erforschen. Ashbys Homöostat ist daher nicht als Nachbau des Nervensystems zu verstehen, sondern als Modell eines Systems für adaptives Lernen. Als selbstregulierendes und rückgekoppeltes Netzwerk kann sich der Homöostat an wandelbare Umgebungen

306 Ashby, W. Ross: »Principles of the Self-Organizing Dynamic System«. In: *The Journal of General Psychology* 37/2 (1947), S. 125-128. Hier: S. 125. Dieser Aufsatz wird 1962 in einem von Heinz von Foerster herausgegebenen Tagungsband ohne das ›dynamic‹ im Titel aktualisiert (vgl. zu diesem Kontext Müggenburg (2018): *Lebhafte Artefakte*. S. 185f.).

307 Ashby: »Principles of the Self-Organizing Dynamic System«. S. 128.

308 Vgl. Ashby, W. Ross (1956): *An Introduction to Cybernetics*. London, Chapman & Hall.

anpassen und Lösungen für komplexe Situationen finden. Unter Selbstorganisation versteht Ashby eine homöostatische Anpassung der Funktionen eines Systems an die Bedingungen seines *environments*.

In *Design for a Brain* beschäftigt sich Ashby unter diesen Vorzeichen mit Prozessen des Lernens, die er als Adaptionen des Gehirns an wechselnde Umgebungsbedingungen versteht. Auch in seiner Praxis als klinischer Psychiater, die in diesem Buch allerdings nicht zur Sprache kommt, ist Ashby mit der neuroanatomischen Bedeutung mentaler Störungen und den Adaptionsleistungen des Nervensystems bzw. ihrem Versagen beschäftigt. Wenn nun, gemäß dem kybernetischen Diktum der Analogie zwischen *man, animal and machine*, das Gehirn so funktioniert wie eine Maschine, dann können, so Ashbys Intuition, diese Adaptionsprozesse modelliert und nachgebildet werden. Adaption ist diesem Modell zufolge keine bewusste, zielgerichtete Anpassung an die Erfordernisse der Außenwelt, sondern ein auf mechanischen, aber nicht-linearen und dynamischen Prinzipien beruhender automatischer Vorgang, der im Modell nachgebaut und studiert werden kann.

Wie die Wissenschaftshistorikerin Evelyn Fox-Keller gezeigt hat, versteht die Kybernetik das Verhältnis von Maschine und Organismus nicht als Analogie, sondern als Homologie: »Organisms *were* machines, and at least some machines could be organisms.«[309] Entsprechend beginnt Ashby *Design for a Brain* mit folgendem Satz: »The book is not a treatise on all cerebral mechanisms but an attempt to solve a specific problem: the origin of the nervous system's unique ability to produce adaptive behaviour.«[310] Zu diesem Zweck will Ashby mit dem Homöostaten theoretisch wie praktisch zeigen, dass ein mechanisches System sich dynamisch an veränderliche Bedingungen anpassen kann.

Der Ausgangspunkt von Ashbys in den frühen 40er Jahren begonnenen Bastelei, deren Ergebnis er bis nach New York verschifft, besteht, zusammenfassend gesagt, in einer Formalisierung der Abhängigkeit eines Systems von seiner Umgebung. Die vier Module repräsentieren demnach vier innere Zustände, die voneinander abhängen und jeweils die Umgebung der anderen Module bilden. Der Homöostat umfasst Umgebenes wie Umgebendes: »The homeostat is the whole thing, organism *and* environment«.[311] Er integriert sowohl die Grenzwerte möglicher Reaktionen des Systems als auch die Fluktuationen der aus den anderen Modulen gebildeten Umgebung und integriert so Autonomie mit Determination.

309 Fox-Keller, Evelyn: »Organisms, Machines, and Thunderstorms. A History of Self-Organization. Part One«. In: *Historical Studies in the Natural Sciences* 38/1 (2008), S. 45-75. Hier: S. 47.

310 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. V.

311 Ashby: »Homeostasis (1956)«. S. 608. Die Rolle der äußeren Umgebung des Homöostaten ist hingegen bei Ashby uneindeutig. Einerseits gibt es eine Reihe von Interventionsmöglichkeiten für den Experimentator, andererseits präsentiert Ashbys Rhetorik die Maschine als geschlossenes System, das auch ohne Experimentator und äußere Umgebung funktioniert, weil es selber Umgebung und Umgebendes umfasst.

Wie dieser Zustand eines stabilen Gleichgewichts erreicht werden kann, welcher Widerstand also nötig ist, um die Rückkopplung der Module untereinander temporär in einen stabilen Zustand zu überführen, muss in einem dynamischen Adaptionsprozess mit Hilfe des *uniselectors* immer wieder neu erprobt werden.[312] Unter Umständen ist mit den vorhandenen Widerständen keinen Zustand des stabilen Gleichgewichts erreichbar, so dass der Homöostat unabschließbar, aber unbeirrbar weitersucht. Auch dieses Verhalten kann eine Form des Überlebens sein. In anderen Worten: Für den Homöostaten ist der Weg das Ziel. Er lernt, sich selbst zu kontrollieren, indem er sich an Umgebungszustände reguliert. Er muss seine inneren Werte beständig anpassen, um im Gleichgewicht zu bleiben, auch wenn dieser Prozess jederzeit durch äußere Eingriffe oder mechanische Fehler unterbrochen werden kann. Mit dem Homöostaten präsentiert Ashby eine Maschine, die Möglichkeiten ausprobiert und zufällige Kombinationen durchspielt. Er verfügt über keine innere Repräsentation einer Lösung seiner Probleme, sondern kennt nur die beständige Anpassung an Unruhe. Mehr als diese Evidenz produzieren und damit Ashbys theoretischen Ansatz modellieren soll der Homöostat nicht.

Mit dem *uniselector* integriert Ashbys Maschine einen *trial-and-error*-Prozess, in dessen Verlauf ein Zustand prozessiert wird, der den Grenzwert nicht mehr überschreitet. Stabilität ist entsprechend, im Widerspruch zu den bis dahin prominenten Annahmen, kein Ergebnis eines zweckgerichteten oder zielgeleiteten Prozesses. Die Maschine ›lernt‹, wie Ashby zufolge auch das Gehirn, nicht durch symbolische Repräsentationen oder vorgegebene Ziele, sondern durch das adaptive Verhältnis ihrer Organisation zum *environment*. Der Homöostat hat als Information über den Zustand seiner Umgebung lediglich die variablen Energieflüsse, die ihn erreichen. Einzig die übertragenen Spannungen verbinden die Module, während der *uniselector* nach dem Zufallsprinzip verschiedene Zustände durchgeht.[313] Vergleichbar mit dem einschlägigen Schiffskapitän, dem von Ashby angeführten *kybernetes*, werden im Homöostaten ohne Bewusstsein oder höhere Instanz Grenzwerte überwacht und reguliert.[314] Ashbys Maschine findet aus ihrer Organisation heraus Antworten auf Zustände ihrer korrespondierenden Umgebung.[315] Sie produziert

312 Um ein Kontrollsystem zu etablieren, das kontinuierliche, analoge Umgebungsfaktoren wie die beständig wechselnden Spannungen der anderen Module oder Temperaturwechsel eines Lebewesens operationalisiert, ist es nötig, diskrete Zustände als Grenzwerte zu definieren, bei deren Überschreitung der Kontrollmechanismus einschreiten soll. Ein adaptives System braucht jedoch in seinen Parametern einen Spielraum im Umgang mit den äußeren Variablen: Es muss sich selbst verändern können, um sich anzupassen.

313 Andrew Pickering hat aus dem Fehlen von Wissen um die Umgebung auf die performative Qualität des Homöostaten als Black Box geschlossen und ihn als Manifestation einer der Kybernetik zugrundeliegenden Ontologie der Agency interpretiert (vgl. Pickering (2010): *The Cybernetic Brain*. S. 125f.).

314 Vgl. Ashby: »Homeostasis (1956)«. S. 593.

315 Vgl. Johnston (2008): *The Allure of Machinic Life*. S. 40.

die Störung, die sie als System ausgleicht. Es handelt sich um eine Maschine zur Erprobung von Möglichkeiten und zur Lösung von Problemen, die sie selbst stellt. In diesem Sinne ist sie nervös: sie ist einerseits nicht isoliert von den Schwankungen, die sie umgeben und reagiert andererseits auf die eigenen Schwankungen durch neue Ausgleichsschwankungen, obwohl ihr Verhalten keiner höheren Ordnung folgt, sondern rein situativ abläuft.

Als paradigmatische technische Umsetzung des Prinzips der Selbstregulation und als Modell für das adaptive Lernen des Gehirns entfacht der Homöostat bei Ashbys Vortrag auf der Macy-Konferenz eine wilde Diskussion zwischen den Tagungsgästen.[316] Viele Kollegen wehren sich vehement gegen die von Ashby vertretene Ansicht, der in seine Maschine implementierte Zufall bei der Auswahl der Widerstände sei geeignet, Lernprozesse zu modellieren. Ashby betont ausdrücklich, dass die durch ihn vorgenommene Auswahl nach dem *Table of Random Numbers* von Fisher und Yates getroffen worden sei und er damit als Experimentator nicht eingegriffen habe.[317] Der Elektroingenieur Julian Bigelow moniert dennoch, dass zufälliges Verhalten nicht mit intelligenter Adaption gleichgesetzt werden dürfe: »It may be a beautiful replica of something, but heaven only knows what.«[318] Die Zuhörer beeindruckt trotz dieser Einwände die nicht-lineare Offenheit der adaptiven Maschine. Auch Norbert Wiener, der zum ersten Mal bei einer Macy-Konferenz fehlt, zeigt sich in *The Human Use of Human Beings* begeistert: »I believe that Ashby's brilliant idea of the unpurposeful random mechanism which seeks for its own purpose through a process of learning is not only one of the greatest philosophical contributions of the present day, but will lead to highly useful technical developments in the task of automatization.«[319] Der Homöostat ist demnach eine Maschine, deren zielgerichtetes Verhalten nicht durch einen äußeren Zweck, sondern durch innere, der Adaption fähige Organisation definiert ist. Die Brisanz von Wieners Lob liegt im Begriff *purpose*: Die Eigenschaft der Zweckgerichtetheit wird traditionellerweise angeführt, um Lebewesen von Maschinen zu unterscheiden. Eine Maschine, die ihre Ziele selbst bestimmt und als Ursache wie als Wirkung ihrer selbst fungiert[320], unterläuft diese kategoriale Differenz. Die Verfügung über die eigenen Zwecke ist laut Wiener ein Effekt des dyadischen Verhältnisses der Maschine zu ihrem *environment*:

316 Vgl. Ashby: »Homeostasis (1956)«. Erstmals berichtet Ashby vom Homöostaten 1948 bezeichnenderweise in einem Text in der Zeitschrift *Electronic Engineering*: Ashby, W. Ross: »The Homeostat«. In: *Electronic engineering* 20/12 (1948), S. 379-383.

317 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 103 sowie Ashby: »Homeostasis (1956)«. S. 608.

318 Ebd., S. 609.

319 Wiener (1950): *The Human Use of Human Beings*. S. 54.

320 So Kants Definition des Organismus: Kant, Immanuel (1963): *Kritik der Urteilskraft*. Hamburg, Meiner. § 64.

Ashbys Bastelei eines nervösen Systems ist nur ein Schritt in seinem Bemühen um eine exakte Formulierung der Rahmenbedingungen stabiler Zustände, der Homöostase und des Gleichgewichts. Stabilität ist demnach als Systemeigenschaft definiert, in der bestimmte Variablen nach der Überschreitung vorgegebener Grenzwerte (etwa der Körpertemperatur oder der elektrischen Spannung) in einen Normbereich zurückkehren. Wenn die Überschreitung der Limits den Prozess auslöst, der dafür sorgt, dass die störenden Einflüsse ausgeglichen werden, wenn also die Grenzwerte der Nadel mit dem *uniselector* oder, um ein weiteres Beispiel einzuführen, die Körpertemperatur mit der Schweißproduktion gekoppelt sind, spricht Ashby mit Bezug auf den Physiologen Walter B. Cannon von Homöostase.[321] Im Normbereich herrscht ein temporärer Zustand des stabilen Gleichgewichts (*stable equilibrium*). Stabilität ist also keineswegs mit Konstanz gleichzusetzen, sondern ein dynamischer Prozess. Dieses Gleichgewicht ist dann stabil, wenn der Organismus oder die Maschine bei kleineren Fluktuationen des *environments* im Normbereich bleiben. Ist die Rückkehr in den stabilen Zustand dauerhaft nicht möglich, löst sich das instabile System auf. Ein stabiles Gleichgewicht entsteht also durch die selbsttätige Anpassung des Organismus an seine Umgebung und bildet keine naturgegebene oder gar harmonische Konstanz, die unabhängig von den Wechselwirkungen und Abhängigkeiten wäre. Nervosität erscheint in diesem Kontext als Voraussetzung von Stabilität. Einen stabilen Organismus gibt es nur, wenn er in einem seinen individuellen Grenzwerten dauerhaft entsprechenden, wenn auch fluktuierenden Verhältnis mit den äußeren Einflüssen steht und dabei seine Organisation aufrechterhält.[322] Auch ein toter Organismus befindet sich im Gleichgewicht, allerdings nicht in einem dynamischen, sondern in einem statischen. Organisation bedeutet Ordnung gegen die anschwellende Unordnung der Welt und ist entsprechend ein unabschließbarer Prozess.

321 Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 60. Fox-Keller hat argumentiert, dass Ashby Cannons Begriff zu einer Selbstorganisation erweitert, die bei diesem nicht angelegt war. Vgl. Fox-Keller: »Organisms, Machines, and Thunderstorms«. S. 67f.

322 Vgl. Ashby, W. Ross: »The Physical Origin of Adaptation by Trial and Error«. In: *Journal of General Psychology* 32/1 (1945), S. 13-25. Ashby führt, wie Fox-Keller und Müggenburg in unterschiedlichen Kontexten gezeigt haben, Kants Begriff der Selbstorganiation, ursprünglich zur Abgrenzung von Lebewesen und Maschine gedacht, in die Diskussion ein (vgl. Fox-Keller: »Organisms, Machines, and Thunderstorms« sowie Müggenburg (2018): *Lebhafte Artefakte*. S. 192). Müggenburg ist der Spur dieses Denkens der Selbstorganisation durch die Geschichte der Kybernetik gefolgt und hat gezeigt, dass »kybernetische Maschinen als Medien der Selbstorganisation eine epistemische Eigendynamik entfalten, die das Nachdenken über ein biologisch-physikalisches Phänomen in ein Nachdenken über maschinelles Systemverhalten überführte.« (ebd., S. 207). Vor allem an den von Müggenburg untersuchten Prototypen, die Ashby als Professor for Biophysics and Electrical Engineering am Biological Computer Laboratory in Illinois unter der Ägide Heinz von Foersters seit 1961 entwickelt, wird dies evident.

3.7.4 Technologien des Umgebens

Die implizit bleibende Herausforderung, die hinter Ashbys Modellierungsversuch steht, betrifft das Management instabiler Zustände: Organisation als Herstellung von Ordnung läuft, wenn man sie als Adaption zur Eigenschaft komplexer Nervensysteme erklärt, in der Anpassung an die Umgebung automatisch und selbsttätig ab. Sein eigenes Management kann in einem nervösen System mit den entsprechenden kybernetischen Techniken der Rückkopplung und der Selbstbeobachtung integriert sein. Gleichgewicht ist daher, wie Ashbys Maschine vorführt, keineswegs ein unproblematischer Gegenstand: Es handelt sich um keinen harmonischen Nullpunkt, von dem aus jede Abweichung eine Störung darstellen würde, sondern um ein komplexes Konglomerat heterogener Faktoren, die jedoch kontrolliert werden können. Der Homöostat ist Teil einer langen Tradition der Auseinandersetzung mit Gleichgewichtszuständen, in der es darum geht, Stabilität, also ein über einen definierten Zeitraum hinweg konstantes Gleichgewicht, gleichermaßen für organische wie für anorganische Systeme zu beschreiben.

Während das modellhafte Verhältnis von Ashbys Maschine zum Organismus in der bestehenden Literatur ausführlich thematisiert wurde, soll hier abschließend ein anderer Aspekt herausgehoben werden.[323] Am Homöostaten sieht man, welche technischen Lösungen der Konstruktion autonomer Maschinen die von der Kybernetik durchdachten Umgebungsrelationen durch die Einführung von Rekursionen ermöglichen. Vor diesem Hintergrund, der im Schlusskapitel erneut aufgenommen wird, wird die Spannung zwischen dem *environment* als Summe aller Umgebungen und einzelnen *environments* verhandelt, die nur im Bezug auf einen Organismus gelten. Die dokumentierte Diskussion der Macy-TagungsteilnehmerInnen zeigt die Schwierigkeit, die Wechselwirkung zwischen *environment* und Organismus zu erfassen. Schritt für Schritt werden alle Ebenen durchgegangen: die Menge und Auswahl der relevanten Faktoren, die Rückkopplung zwischen Innen und Außen, die Dynamik des *environments* und die Definition von Grenzwerten. Ashbys Ansatz besteht darin, die zirkuläre Verknüpfung beider Seiten zur Grundlage seiner Theorie der Kybernetik und ihrer Operationalisierung im Homöostaten zu machen. Die Irreduzibilität der Dyade ist damit kein metaphysisches Prinzip,

323 Vgl. Johnston (2008): *The Allure of Machinic Life*; Asaro: »From Mechanisms of Adaptation to Intelligence Amplifiers«; Bowker/Chou: »Ashby's Notion of Memory and the Ontology of Technical Evolution«; Pickering (2010): *The Cybernetic Brain*. Andrew Pickering hat die kybernetische Welt Ashbys als eine beschrieben, »in which fluid and dynamic entities evolve together in a decentered fashion, exploring each other's properties in a performative back-and-forth dance of agency.« (ebd., S. 106.) Für Pickering manifestiert Ashybs Kybernetik eine Wissensordnung, in der allen Akteuren ein handelnder Status zukommt und keine Hierarchie zwischen Menschen und Dingen herrscht.

sondern mechanistisch erklärbar, auf Regelungsprozesse zurückführbar und technisch modellierbar. So zeigt sich am Homöostaten zugleich der Kontrollanspruch der Kybernetik und seine Gestaltung in konkreten Techniken.

Liest man den Homöostaten in dieser Hinsicht als Beitrag zur Geschichte der Gegenwart, ist dreierlei bemerkenswert: Es handelt sich *erstens* um eine Maschine, die eine geschlossene Organisation nicht nur von ihrer fluktuierenden Umgebung her definiert, sondern durch die Herausbildung neuer Zustände des Umgebenen das *environment* beeinflusst und so Kontrolle nicht als direkten Eingriff, sondern als rückgekoppelte Kausalität von Umgebungsrelationen zu begreifen hilft. Im ökologischen Sinne sind im Homöostaten heterogene Faktoren so verschaltet, dass jede Veränderungen eine Kette weiterer Veränderungen nach sich zieht, da die Maschine sich selbst reguliert, indem sie ihr Verhalten an das *environment* und den eigenen Zustand adaptiert. Innerhalb dieser Verschränkung wird *zweitens* ein Gleichgewichtszustand durch beständigen Ausgleich produziert, indem beim Überschreiten der Grenzwerte ein neuer Adaptionsprozess eingeleitet wird. Stabiles Gleichgewicht ist demnach ein Effekt der technischen Kontrolle von Energie-, Materie- und Informationsströmen durch Rückkopplungen und Regulationen. Daraus folgt schließlich *drittens*, dass der Homöostat einen alternativen Maschinenbegriff auf den Punkt bringt: eine solche Maschine ist ein System, das auf den eigenen Befund reagiert und ihn in die Fortexistenz des Systems der Maschine einspeist. Seine eigene Unruhe beruhigt den Homöostaten, indem die Schwankungen, die er produziert, den Ausgleich mit sich bringen, der sie im Limit hält. Die Besonderheit liegt nicht nur darin, dass der Output des Systems zum Input desselben Systems wird – dies versucht die Kybernetik von Beginn an umzusetzen[324] –, sondern darin, dass die Umgebung des Systems in diesen inneren Zustand integriert wird.

In diesem Sinne markiert Ashbys Maschine drei historische Übergänge, die im Herzen der Kybernetik liegen: *erstens* werden *environments* in der Mitte des 20. Jahrhunderts zu modifizierbaren Objekten technischer Eingriffe, *zweitens* erscheint Stabilität damit als Gegenstand technischer Kontrolle, und *drittens* wird die Maschine so als nervöses System denkbar: »A machine is that which behaves in a machine-like way, namely, that its internal state, and the state of its surroundings, defines uniquely the next state it will go to.«[325]

Der Homöostat Ashbys, die davon inspirierten lernenden mechanischen Schildkröten Grey Walters, die Installationen Gordon Pasks oder die aus einem Labyrinth herausfindenden Mäuse, welche Claude Shannon einige Jahre vor Ashby bei einer Macy-Konfernz vorgestellt hatte, reagieren in der von Cannon vorgedachten Weise auf Einflüsse des *environments* durch Regulation ihrer Organisation

324 Vgl. zu dieser Vorgeschichte Vogl, Joseph: »Regierung und Regelkreis. Historisches Vorspiel«. In: Pias, Claus (Hg., 2005): *Kybernetik - Cybernetics. Band 2*. Berlin, Diaphanes. S. 67-79.

325 Ashby: »Principles of the Self-Organizing System«. S. 261.

und durch Anpassung ihrer Variablen.[326] Allerdings sind diese Maschinen ihrem *environment* gegenüber indifferent und wirken nicht auf dieses zurück: Wenn Walters oder Shannons Automaten gegen einen Gegenstand fahren, wechseln sie die Richtung und lernen für weitere Begegnungen.[327] Ohne den Einfluss des *environments* können sie sich nicht verhalten, doch das *environment* steht ihnen als Black Box gegenüber. Die künstlerischen *Environments* Pasks hingegen reagieren auf die Handlungen der Betrachter und überschreiten damit beständig ihren Status als Umgebungen.[328] Norbert Wiener folgend kann man davon sprechen, dass diese Maschinen den Zweck und das Ziel ihrer Prozesse nicht aus einer äußeren Instanz nehmen, sondern aus dem Ausgleich ihrer inneren Variablen mit denen des *environments*. Sie kommen dabei gänzlich ohne Bewusstsein oder ein vorgegebenes Ziel aus und sind darin komplexe Maschinen gänzlich neuer Art. »The result is that in Ashby's machine, as in Darwin's nature, we have the appearance of a purposefulness in a system which is not purposefully constructed simply because purposelessness is in its very nature transitory.«[329] Eine solche Technik, die sich radikal vom klassischen Werkzeug-Verständnis abwendet, zeigt in diesen wenigen Prototypen eine andere, von der binären Rechenmaschine, wie sie John von Neumann entwickelt, deutlich unterschiedene Art, Maschinen zu denken – als adaptive Systeme aus Organismen und *environments*.

Mit dem der Kybernetik der ersten Phase zugrundeliegenden Maschinenbegriff und den daraus entwickelten Automaten geht es, in den programmatischen Worten Wieners, zugleich darum, »the whole mechanist-vitalist controversy […] to the limbo of badly posed questions«[330] zu verweisen. Die kybernetische Maschine kann, so zeigt sein Buch *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, zugleich offen operieren und mit der Umgebung in geregeltem Austausch stehen, statt mechanistisch geschlossen oder vitalistisch beseelt zu sein. Ihre Freiheit wäre nicht möglich ohne ihre Abhängigkeit vom *environment*. Ashbys Homöostat gilt Wiener als paradigmatische Verkörperung dieser Theorie, schöpft er doch die Regeln der Organisation aus der Organisation selbst. Dieser Automat ist der technische Beleg für Wieners Zurückweisung der tradierten Positionen von

326 Vgl. Walter, Grey: »An Imitation of Life«. In: *Scientific American* 182/5 (1950), S. 42-45.

327 Vgl. dazu ausführlicher Roch, Axel (2009): *Claude E. Shannon. Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information*. Berlin, Gegenstalt.

328 Zu Pask vgl. Glanville, Ranulph/Müller, Albert (Hg., 2008): *Pask Present. An Exhibition of Art and Design inspired by the Work of Gordon Pask*. Wien, Edition Echoraum.

329 Wiener (1950): *The Human Use of Human Beings*. S. 54.

330 Wiener, Norbert (1948): *Cybernetics. Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, Technology Press. S. 56. Besonders hier, aber auch generell in den Schriften Wieners ist bemerkenswert, dass der offensichtliche Einfluss von Bertalanffys kaum thematisiert wird, was vermutlich damit zusammenhängt, dass für von Bertalanffy die Kybernetik nur eine Unterkategorie der Systemtheorie darstellt.

Vitalismus und Mechanismus sowie für die Möglichkeit der Anwendung kybernetischer Maschinen.

Um zu verstehen, welche neuen Potentiale die von Ashby und Wiener vorangetriebene Beschreibung kybernetischer Regelungsvorgänge eröffnet, braucht es eine Alternative zu klassischen Denkweisen. Vom Mechanismus nimmt Wiener Abstand, weil dieser die Wiedereinspeisung der Vorgänge in die Organisation nicht konzeptualisieren kann und seine Kausalitäten der neuen Komplexität nicht gewachsen sind. Vom Vitalismus und vom Holismus wendet er sich insofern ab, als die Kybernetik Organisation nicht mehr vom Verhältnis der Teile zum Ganzen her denkt, sondern die Verbindungen, Informationsflüsse und Kommunikationen zwischen Systemen und ihren Umgebungen in den Blick nimmt.[331] Indem die Kybernetik, in den Worten Gilbert Simondons, »bewusst die Finalität organisiert«[332], kann sie zu einem neuen und von der Zweckgerichtetheit befreiten Verhältnis von Mensch und Maschine anleiten, weil Zwecke nun im Bereich des Machbaren liegen bzw. von Maschinen wie dem Homöostaten selbst gemacht werden.

Diese neue Position im alten Streit ist noch in einer anderen, für die hier verfolgte Geschichte entscheidenden Hinsicht begründet. Die Identität eines Organismus oder einer Maschine wird in Wieners Verständnis der Kybernetik nicht durch eine zugrundeliegende Seele oder die Grenzen eines Körpers definiert, sondern thermodynamisch durch die materielle Verteilung von Information und Energie, d.h. durch den Widerstand gegen umgebende Entropie. »In control and communication we are always fighting nature's tendency to degrade the organized and to destroy the meaningful: the tendency […] for entropy to increase.«[333] Wiener gelangt zu diesem Ansatz durch die Beschäftigung mit dem Kontrast zwischen dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und der Evolution: wie können, so fragt er, angesichts universaler Entropie Ordnungen wie Organisationen entstehen, wenn Ordnung unwahrscheinlich ist? Beantwortet werden soll diese Frage durch die kybernetische Synthese von Biologie und Physik sowie von Evolutionstheorie und Thermodynamik mit Hilfe der über von Bertalanffy hinausgehenden

331 Reinhold Martin hat verfolgt, wie die Kybernetik mit solchen Konzepten der Organisation in Gestalt des von Norbert Wiener, Karl Deutsch und Giorgio de Santillana verfassten *Time*-Artikels »How US-Cities can prepare for Atomic War« in die Stadtplanung interveniert und sie unter der Prämisse eines drohenden Atomschlags auf radikal vernetzte Infrastrukturen ausrichtet. Diese sollen redundant sein, damit der Ausfall einzelner Städte nicht das ganze Land blockiert. Ihr organischer Aufbau unterwirft also einzelne Teile weniger einem übergeordneten Ganzen, sondern versucht, durch Dezentralisierung und Redundanz keinen Faktor so wichtig werden zu lassen, dass der Organismus nicht auch nach einer teilweisen Zerstörung weiterexistieren könnte (vgl. Martin (2005): *The Organizational Complex*).

332 Simondon, Gilbert (1958/2012): *Die Existenzweise technischer Objekte*. Berlin, Diaphanes. S. 95.

333 Wiener (1950): *The Human Use of Human Beings*. S. 17.

Informationstheorie.[334] Der Ursprungsmythos der Kybernetik lautet in den Worten Dieter Merschs, aus dem Chaos »mittels infiniter Regelkreise […] das spontane Auftauchen von Ordnung aus lauter iterativen Schleifen zu bewerkstelligen«[335], also auf eine vergleichbare Weise Ordnung zu erschaffen, wie sich die Organisation von Organismen gegen die Entropie der äußeren Welt durchsetzt.

Wie schon bei Bernard, Haldane, Henderson, Whitehead und vor allem Cannon gilt die selbstgeschaffene innere Organisation eines Systems in dieser Hinsicht als Puffer gegen die Außenwelt. Sie stellt sicher, dass die Grenzen des organisierten Systems zwar für die notwendige Zufuhr von Energie und Materie sowie vor allem die Verteilung von Information durchlässig sind, grenzt es jedoch durch die von Morin benannte ›ökologische Relation‹ zwischen Organismus und Umgebung zugleich von den äußeren Vorgängen ab. Das »internal environment«[336], von dem Cannon als Übersetzung von Bernards *milieu intérieur* spricht, meint die Flüssigkeiten und Stoffe, die in einem Körper, aber außerhalb seiner einzelnen Organe zirkulieren. Indem die hier wirksame Wissensordnung des Umgebens im Inneren eines Organismus geschachtelt und auf verschiedenen Maßstabsebenen wiederholt wird, wird auch in der Kybernetik die Offenheit des *environment* ausgespielt.

Bernard versucht, so wurde bereits gezeigt, die Idee von Lebenskräften durch Regulationsprozesse zu ersetzen. Auf Cannon Bezug nehmend erweitert Wiener diesen Ansatz mit Hilfe der Informationstheorie auf Maschinen und errichtet damit die Grundlage für eine Gleichbehandlung von Organismen und Maschinen, die Vitalismus ebenso wie Mechanismus als obsolete Philosophien erscheinen lässt. Organismus und Maschine sind gemäß in der neuen, über Bernard, Henderson und Cannon hinausweisenden und an von Bertalanffy anschließenden Formulierung negentropische Einheiten, die wie der Homöostat gegen die Entropie des *environments* arbeiten, indem sie Information prozessieren, so Ordnung im Rauschen erzeugen und damit ihre Organisation aufrecht erhalten. Organisation bedeutet Ordnung gegen die anschwellende Unordnung der Welt und ist entsprechend ein unabschließbarer Prozess. In den Worten Gotthard Günthers, der die Kybernetik auf ihre metaphysischen Wurzeln bezieht: »Information und Entropie werden nämlich als gegenseitiges Umtauschverhältnis interpretiert.«[337] Für die informationstheoretisch gefasste Thermodynamik und ihren Zweiten Hauptsatz verringern sich ständig die möglichen Ordnungen im Universum, d.h. die geringe Wahrscheinlichkeit der geordneten Verteilung von Molekülen wird durch die große Wahrscheinlichkeit des Rauschens der Unordnung ersetzt. Dieser Prozess

334 Für Wiener ist, wie Katherine Hayles gezeigt hat, Entropie das Gegenteil von Information, während für Shannon Information gleich Entropie ist (vgl. Hayles (1999): *How We Became Posthuman*. S. 102).

335 Mersch, Dieter (2013): *Ordo ab chao - Order from Noise*. Berlin, Diaphanes. S. 7.

336 Cannon (1932): *The Wisdom of the Body*. S. 38.

337 Günther, Gotthard (1962): *Das Bewusstsein der Maschinen*. Baden-Baden, Agis. S. 31.

ist irreversibel, weil er nicht spontan ohne Hilfe, d.h. ohne Kraftaufwand in umgekehrter Richtung geschehen kann. Daraus wiederum schließt Wiener auf die Richtung der Zeit, die im Newtonschen Universum noch (idealtypisch) umkehrbar war, weil etwa die Bewegung der Sterne oder die Mechanik einer Uhr als in beide Richtungen ablaufend konsistent erklärbar waren. In einem thermodynamischen Universum hingegen ist die Zeit unumkehrbar, weil sich aus Rauschen nur durch Energieaufwand Ordnung erschaffen lässt, Energieverbrauch aber neue Unordnung schafft und sich somit die Ausgangsbedingungen nicht wiederherstellen lassen. Wieners Schlussfolgerung lautet, dass Informationsprozessierung unumkehrbar ist und eine unidirektionale Zeit voraussetzt, weil sie gerichtet ist und ihre Schritte aufeinander aufbauen, und eben dies gilt gleichermaßen für Organismen und für kybernetische Maschinen, für tote und für lebende Vorgänge, für komplexe Systeme also, die weder nach den alten Mustern des Vitalismus noch nach denen des Mechanismus beschreibbar sind.[338] Letztlich verwandelt sich, so könnte man sagen, jeder Organismus, dessen Organisation gegen die Entropie der Außenwelt operiert, in eine Umgebung.

3.8 Kontrollierte Umgebungen

Wie an den Beispielen von Bertalanffys sowie Ashbys und Wieners deutlich wird, versucht die Kybernetik seit den 1940er Jahren, zu erklären, mit welchen Rückkopplungen, Organisationsformen und Informationsübertragungen ein System in einem entropischen *environment* so viel Stabilität und damit Autonomie von der Umgebung aufrecht erhalten kann, dass es nicht seiner Abhängigkeit von der Außenwelt beraubt wird. Um ökologische Relationen der Un/Abhängigkeit zu erklären, wird die Grenze zwischen Innen und Außen nicht ontologisch definiert, sondern operativ in der Wechselwirkung fundiert. Sie muss durchlässig für Informations-, Energie- und Materieströme sein und doch eine stabile Hülle bilden, um die Reziprozität von *environment* und Organismus zu gewährleisten. Diese kybernetische Abgrenzung des *environments* vom Organismus durch ein Gefälle der Entropie stellt insofern einen Bruch mit bisherigen Umgebungskonzepten dar, als sie Umgebungen allein durch diese Ströme definiert und damit die Frage nach deren Gestaltbarkeit radikal verschiebt. Mit diesem Verständnis ist eine Transformation der Dyade von Organismus und *environment* verbunden, die sich nun durch eine Grenze der Ordnung gegenüberstehen, zugleich aber energetisch verschränkt sind. Dieser Ansatz wird für die Ökosystem-Ökologie der Nachkriegszeit zum theoretischen Ausgangspunkt und eröffnet die Möglichkeit neuer Methoden der künstlichen Gestaltung von Umgebungen durch die Modifikation von Zirkulationen. Folgerichtig

338 Wiener (1948): *Cybernetics*. S. 44.

schreibt Norbert Wiener 1950: »We have modified our environment so radically that we must now modify ourselves in order to exist in this new environment.«[339] Ökologische Relationen sind für die Kybernetik dieser Zeit Bedingungen des Lebens, die allen Erfordernissen angepasst werden können.

3.8.1 Rekursionen der Kybernetik

Der von Wiener sowie von von Bertalanffy vorgestellte Ansatz der Analyse energetischer Wechselwirkungen zwischen Systemen wird rasch in die Ökologie getragen, denn es ist offensichtlich, dass die neuen Erklärungsmodelle der Kybernetik die endgültig unbrauchbar gewordenen Konzepte der Teleologie und der Finalität ablösen können und zugleich eng an die Ingenieurswissenschaften und die Mathematik gebunden sind. In dieser Hinsicht wird die kybernetische Prägung der Ökologie von George Evelyn Hutchinson vorangetrieben, einem an der Yale University tätigen englischen Limnologen, der bereits an der ersten Macy-Konferenz zum Thema *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems* teilnimmt.[340] Auch bei Ashbys Vorstellung des Homöostaten ist Hutchinson anwesend und kritisiert die Analogie zwischen der Maschine und dem Nervensystem. Eine andere Analogie kann er jedoch im Dialog mit Gregory Bateson unterstreichen, als dieser folgende Frage stellt: »I should like to put a question to our ecologist: if an environment consists largely of organisms, or importantly of organisms, is not the learning characteristic of Ashby's machine approximately the same sort of learning as that which is shown by the ecological system?« Hutchinson antwortet kurz und bündig: »Yes, definitely it is.«[341]

Hutchinson versucht, die Gültigkeit von Wieners Kybernetik auch für die Ökologie zu untermauern und sie mit dem Ökosystem-Ansatz zusammenzuführen. Er beschreibt Ökosysteme als natürliche zirkuläre Systeme, die über die Mechanismen der Rückkopplung zur Selbstkorrektur und zum Ausgleich von Ungleichgewichten in der Lage sind. Im Konkreten geht es in seiner Forschung um die Ansammlung und Verteilung von Kohlenstoff und Phosphor in Gewässern, deren Energiezirkulation von Organismen beeinflusst werden, die selbst von der Verfügbarkeit dieser Stoffe abhängen.

Kurze Zeit nach besagter Macy-Konferenz fordert Hutchinson in seinem einflussreichen Text »Circular Causal Systems in Ecology«, lebende und nichtlebende Systeme anhand ihrer energetischen Kopplungen und zirkulären, nonlinearen

339 Wiener (1950): *The Human Use of Human Beings*. S. 46.

340 Vgl. Slack, Nancy G. (2010): *G. Evelyn Hutchinson and the Invention of Modern Ecology*. New Haven, London, Yale University Press.

341 Ashby: »Homeostasis (1956)«. S. 617 (Diskussion).

Kausalitäten auf der gleichen Ebene zu behandeln, um so Populationen in ihren *environments* anhand von Energie- und Materieströmen beschreiben zu können. Hutchinson stellt die Frage, wie innerhalb eines Systems aus Populationen und ihren Umgebungen Rekursivität wirksam wird: »If a set of properties in either system changes in such a way that the action of the first system on the second changes, this may cause changes in properties of the second system which alter the mode of action of the second system on the first. Circular causal paths can be established in this manner.«[342] Hutchinsons Ansatz besteht darin, dieses von Norbert Wiener übernommene Modell zirkulärer Rekursionen, in denen die Wirkungen der Ursachen die Ursachen der Veränderung jener Ursachen sind, die die Wirkung bewirkt haben, in die Ökologie einzuführen. Rekursion bedeutet in diesem Kontext die Wiedereinspeisung der Veränderungen der einen Seite der Dyade in ihre Wechselwirkung mit der anderen Seite. In der Reziprozität von *environment* und Organismus kommt rekursiven Prozessen somit eine konstitutive Funktion zu, weil sie für die Kopplung der beiden Seiten durch eine Verschränkung ihrer Operationen sorgen.[343] Ökologische Relationen, durch die ein Organismus aufgrund seiner Abhängigkeit unabhängig von seiner Umgebung ist, sind ebenfalls ein Effekt rekursiver Kopplung. Anhand von chemischen Kreisläufen im Meer und in Seen stellt Hutchinson ein mathematisches Vokabular zur Beschreibung solcher rekursiven Kopplungen bereit. Das Phänomen, mit dem sich Ökologie nunmehr beschäftigen muss, ist die Herausbildung von Stabilität durch Rekursion und Zirkularität, d.h. die Identifikation jener Faktoren, die Schwankungen ausgleichen und selbstkorrigierende Mechanismen etablieren, mit denen ein Organismus oder eine Population in Autonomie mit dem *environment* verbunden bleibt.

Dieses Verständnis des *environments* als unhintergehbare Grundlage der Ökologie bringt Hutchinson bereits 1940 in einer harschen Kritik an Frederic Clements letztem, gemeinsam mit Victor Shelford verfasstem Buch *Bio-Ecology* in Stellung. Der Ansatz, den die beiden zu dieser Zeit überaus einflussreichen Ökologen vorstellen, beschreibe zwar Gemeinschaften ähnlich wie Ökosysteme als Superorganismen, ignoriere aber den Metabolismus dieser Superorganismen und damit die Quantifizierbarkeit der Verhältnisse in einem Ökosystem. So würden die Sprachen der Mathematik sowie der Biogeochemie vernachlässigt und die Bedeutung von ökologischen Relationen für die ökologische Forschung missverstanden. Mit

342 Hutchinson, George Evelyn: »Circular Causal Systems in Ecology«. In: *Annals of the New York Academy of Sciences* 50/4 (1948), S. 221-246. Hier: S. 221.

343 Thomas Pringle hat argumentiert, dass das Problem der Rekursivität die politische Handhabung von Ökosystemen prägt und gezeigt, wie in dieser Hinsicht ökonomische und ökologische Verfahren konvergieren: Pringle, Thomas: »The Ecosystem Is an Apparatus. From Machinic Ecology to the Politics of Resilience«. In: ders./Koch, Gertrud/Stiegler, Bernard (Hg., 2019): *Machine*. Lüneburg, Meson Press, S. 49-103.

diesem Vorwurf an die Autoren formuliert Hutchinson eine Überzeugung, hinter welche die Ökosystem-Ökologie kaum noch zurückgehen kann: »This neglect of the biogeochemical approach is due in part to the authors insistence that the community and the environment must be separated and should not be considered as forming part of the same ecological unit.«[344] Trenne man auf diese Weise den Organismus vom *environment* und behandle beide als separate Einheiten, könnten die Zirkulationen nicht beschrieben werden, die zwischen ihnen stattfinden. Alle theoretischen und experimentellen Instrumente zur Erforschung dieser Wechselwirkungen auf quantitativer, statistischer Basis blieben dann wirkungslos. Um eine solche mathematische und biochemisch verfasste Formalisierung von Ökosystemen auf der Grundlage der dyadischen Verschränkung geht es der kybernetischen und an Ökosystemen orientierten Ökologie. Gegen Ende der 1940er Jahre findet Hutchinson in der Kybernetik die entsprechenden konzeptuellen Grundlagen, die er wiederum mit einer ökologischen Herangehensweise anreichert. Anders gesagt: Hutchinson gelingt es, mit den von Geoffrey Bowker beschriebenen ›cybernetic universals‹ ökologisches Wissen zur Bestätigung der kybernetischen Grundannahmen heranzuziehen, die er dann wiederum zur Erklärung der ökologischen Phänomene verwendet.[345]

Ganz im kybernetischen Sinne geht es spätestens in »Circular Causal Systems in Ecology« um eine neue, vornehmlich mathematische und formalisierte Beschreibungssprache für das Verhältnis von Organismen zu entropischen *environments*. Zu diesem Zweck wendet Hutchinson probabilistische Verfahren und das Konzept des Feedbacks auf die ökologische Populationsbiologie an, um mit kybernetischen Modellen zu erklären, wie Fluktuationen und Stabilitäten zustande kommen.[346] Ihn interessieren mithin die selbstregulierenden Vorgänge und energetischen Abläufe zwischen natürlichen Organismen und ihren Umgebungen, deren Dynamik er in seinem monumentalen, vierbändigen *Treatise on Limnology* ab 1957 anhand der Kreisläufe anorganischer Materie in Seen und Gewässern beschreibt.[347] An diesen Beispielen zeigt er, wie ein System, d.h. eine Skalierungsebene, die *environments*

344 Hutchinson, George Evelyn: »Review of Bio-Ecology«. In: *Ecology* 21/2 (1940), S. 267-268. Hier: S. 267.

345 Bowker beschreibt die rhetorischen Strategien, mit denen es der Kybernetik gelingt, sowohl als Leitwissenschaft aufzutreten, die andere Disziplinen anleitet, als auch als Werkzeugkasten, der anderen Wissenschaften notwendige Methoden bereitstellt, um neue Phänomene auf eigenständige Weise zu erfassen. Vgl. Bowker, Geoffrey: »How to be Universal. Some Cybernetic Strategies, 1943-70«. In: *Social Studies of Science* 23/1 (1993), S. 107-127.

346 Besonders deutlich ist dieses Vorgehen in Hutchinson, George Evelyn: »Concluding Remarks«. In: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22 (1957), S. 415-427.

347 Vgl. Hutchinson, George Evelyn (1957): *A Treatise on Limnology. Volume 1: Geography, Physics, and Chemistry*. New York, Wiley.

und Lebewesen umfasst, seine Organisation in der Zeit und gegen die Entropie aufrechterhält. Das von Clements angenommene holistische Gleichgewicht, in dem Lebewesen der Ordnung des Ganzen dienen und das *environment* eine Ressource für diesen Zweck darstellt, soll durch die Untersuchung von Rückkopplungsmechanismen ohne übergeordnete organische Ordnung ersetzt werden. Hutchinson betont in diesem Kontext, dass zwischen dem *environment* eines individuellen Organismus und dem *environment* einer Population unterschieden werden sollte, was ihn zu folgendem begriffsstrategischen Vorschlag anregt: »It might be useful for those who argue that the word environment should refer to the environment of a population, and those who consider it should be the environment of an organism, to use the word both ways for a couple of months, writing ›environment‹ when a single individual is involved, ›Environment‹ when reference is to a population.«[348] Aufgrund seines relationalen Bezugs zum Umgebenen kann der Begriff *environment* für Hutchinson zur Beschreibung unterschiedlicher Maßstabsebenen jeweils neu skaliert werden.

Hutchinson greift in seinen Arbeiten die Synthese ökologischer Gedanken auf, die sein im Alter von 27 Jahren verstorbener Doktorand Raymond Lindeman 1942 geleistet hatte. Dessen Aufsatz »The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology« wird zunächst aufgrund der im Text nicht aufgearbeiteten empirischen Grundlagen und den spekulativen theoretischen Implikationen von der Zeitschrift *Ecology* abgelehnt und erst nach zahlreichen Gutachten posthum veröffentlicht.[349] In diesem Aufsatz stellt Lindeman, wie Frank Golley festgehalten hat, das Ökosystem-Konzept in einen empirischen Kontext und zeigt, aufbauend auf den Daten, die er im Rahmen seiner Dissertation über *Ecological Dynamics in a Senescent Lake* gewonnen hatte, erstmals systematisch dessen Anwendbarkeit.[350] Er übersetzt seine Messungen in Modelle der Dynamik eines Ökosystems, um auf der Grundlage dieser Vorarbeiten den Cedar Bog Lake in Minnesota als ökologische Einheit anhand seiner empirisch untersuchten Energie- und Materieströme zu beschreiben, in denen Produktion und Dekomposition organischer Stoffe einen Kreislauf bilden. Lindemans Aufsatz gilt bis heute als kanonische Studien von Ökosystemen anhand eines Gegenstands, der sich durch seine Abgeschlossenheit für ein solches Vorgehen besonders eignet. Wie Claus Pias gezeigt hat, ist es nicht verwunderlich, dass gerade die Limnologie als die Wissenschaft der Binnengewässer das Konzept des Ökosystems besonders früh aufnimmt und weiterentwickelt, hat sie es doch mit vergleichsweise isolierten, eindeutig begrenzten und ohne größeren Aufwand beobachtbaren Systemen

348 Hutchinson: »Concluding Remarks«. S. 416.

349 Vgl. zur Entstehung dieses Textes ausführlicher Cook, Robert Edward: »Raymond Lindeman and the Trophic-Dynamic Concept in Ecology«. In: *Science & Education* 198/4312 (1977), S. 22-26.

350 Vgl. Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology.*

zu tun.[351] In ihnen werden die Konsequenzen von Veränderungen schnell sichtbar, weil die als System gefassten Umgebungen nicht vom Umgebenen trennbar sind.

Während das Ökosystem bei Tansley als Instrument einer letztlich noch zur Naturgeschichte tendierenden Ökologie fungiert, der es um die Sukzession von stabilen Zuständen geht, beginnt mit Lindemans Arbeit eine methodische Vereinheitlichung durch die Neubeschreibung biologischer Entitäten auf energetischer Ebene. Sein Ziel ist die Formulierung von Differentialgleichungen, die darstellen, wie Nahrung in einem Ökosystem unterschiedliche sogenannte trophische Level durchläuft und wie sich durch die biochemische Zirkulation Zustände des Sees voneinander abgrenzen lassen. Zu diesem Zweck fertigt er eine einflussreiche Abbildung an, deren Darstellung des Ökosystems als Zyklus im letzten Kapitel ausführlich thematisiert werden wird. Für Lindeman ist mit Verweis auf die Thermodynamik die Zirkulation von Stoffen und Energie im Inneren eines Systems dafür verantwortlich, dass das System stabil bleibt. Sein Aufsatz, der ähnlich wie Tansleys Text zunächst vernachlässigt, dann aber für die kybernetisch geprägte Ökologie zur Referenz wird, referiert eingangs die unterschiedlichen Ansätze der Gemeinschaftsökologien des bereits erwähnten deutschen Biologen Karl Friederichs, des Russen Vladimir Vernadsky, der den biogeochemischen Ansatz und den Begriff der *Biosphäre* prägt, sowie Tansleys. In diesem Sinn verhandelt Lindemans Text die bis dahin in der Ökologie formulierten Konzepte des *environments*, unterwirft sie dem Vorhaben der Formalisierung und schreibt sich so in die Entwicklung des ökologischen Umgebungsdenkens ein.

Den ökosystemischen Ansatz zeichnet Lindeman zufolge ein neuer Umgang mit dem *environment* aus: Es wird nicht, wie in der bis dahin dominanten, von Clements vertretenen populationsbiologischen Botanik als limitierender Faktor der Pflanzen des Sees gesehen und ebenfalls nicht wie in der Zoologie als Lebensraum der Tiere am und im See. Für Lindeman sind nicht einzelne Arten oder gar Individuen der Gegenstand der Ökologie, sondern die auf Energie- und Materieströme reduzierten Nahrungsketten innerhalb eines Ökosystems, die er als sogenannte *trophic cycles* in seiner jahrelangen Arbeit am Cedar Bog Lake statistisch erfasst. Individuen treten damit als ökologische Einheiten ebenso in den Hintergrund wie Populationen. Fragen der langfristigen Sukzession von Zuständen des Sees werden durch die Berechnung der kurzfristigen zyklischen Dynamik von metabolischen Effizienzraten abgelöst. Dadurch gewinnt das *environment* an Bedeutung, weil alle

351 Vgl. Pias, Claus: »Paradiesische Zustände. Tümpel – Erde – Raumstation«. In: Butis Butis (Hg., 2007): *Stehende Gewässer. Medien der Stagnation*. Berlin, Diaphanes, S. 47-66. Elizabeth DeLoughrey und Peder Anker haben unabhängig voneinander einen ähnlichen Gedanken am Beispiel der Bevorzugung von Inseln zur ökologischen Forschung durchgespielt (vgl. Anker (2001): *Imperial Ecology* sowie DeLoughrey: »The Myth of Isolates«).

Energieströme zwischen ihm und den Organismen stattfinden. Entsprechend begreift Lindeman Organismen als *environments* anderer Organismen und damit als Variablen von Energie und Materie. Eben weil das *environment* nicht vom Organismus und die biotische Gemeinschaft nicht von ihrer abiotischen Umgebung getrennt werden können, sind isolierte Organismen, Populationen oder *environments* als Einheiten der Ökologie ungeeignet. Als »primary ecological unit«[352] besteht das von Lindeman untersuchte Ökosystem des Sees aus der Menge dieser Faktoren und umfasst die Dynamik der Dyade.

Ähnlich wie für Hutchinson verliert auch für Lindeman angesichts seiner in vier Jahren am See zusammengetragenen limnologischen Forschungsergebnisse eine Grundunterscheidung der Biologie an Evidenz: »Upon further consideration of the trophic cycle, the discrimination between living organisms as parts of the ›biotic community‹ and dead organisms and inorganic nutritives as parts of the ›environment‹ seems arbitrary and unnatural.«[353] Dieses Zitat, das ebenfalls auf Clements und Shelfords *Bio-Ecology* zielt, ist eine Absage nicht nur an die bis dahin vorherrschende Populationsökologie, sondern auch eine Kritik an weiten Teilen der Biologie: Die unhintergehbare Trennung in lebendige und nicht-lebendige Komponenten der Natur und die Abwertung des *environments* als Supplement der Organismen erweist sich angesichts des Austauschs von Energie innerhalb eines Systems nicht nur als ›willkürlich‹, sondern als ›unnatürlich‹. Gleichsam nebenbei zeigt dieses letzte Attribut, wie sehr sich das Verständnis des Gegenstands der Biologie verschoben hat und mit welchem Anspruch die Ökologie seitdem auftreten kann. Die ›natürliche‹ Ebene der Beobachtung zielt nunmehr auf die Verteilung von Energie- und Materieströmen zwischen gleichberechtigten Teilen des Zyklus, kann *environment* und Organismus nicht mehr trennen und bestimmt Leben als ihre rekursive Kopplung.

Lindemans und Hutchinsons ökologischer Ansatz sieht *environments* nicht als Supplemente von Lebewesen, als tote Umgebungen im Gegensatz zu lebendigen Organismen oder als Limits des Lebendigen an, sondern unterläuft diese voraussetzungsreichen Vorannahmen. Indem die Relationalität und Beobachterabhängigkeit der Dyade in den Mittelpunkt rücken, können die kybernetisch geschulten Ökologien die ganze Breite möglicher Faktoren in *environments* registrieren, weil ihre Grenzen mit dem zusammenfallen, was messbar ist. Zwar kritisiert Lindeman die inkohärente Verwendung des Begriffs *environment* – mitunter »synonymous with the cosmos«[354] –, doch gilt seinem neuen Ansatz der See als ökologische

352 Lindeman, Raymond L.: »The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology«. In: *Ecology* 23/4 (1942), S. 399-417. Hier: S. 399.

353 Ebd.

354 Ebd.

Einheit, die sowohl biotische als auch abiotische Elemente umfasst. Das Ökosystem ist strikt auf den See beschränkt und dadurch so skaliert, dass es beschreibbar bleibt. Eben darin besteht der Gewinn des Ökosystem-Konzepts, das nicht mehr die ganze Natur umfassen soll, sondern einen Beobachter einführt, der ein einzelnes System beobachtet und den Maßstab wechseln kann.

Als Hutchinson die Rückführung aller Bestandteile eines Ökosystems auf Energie- und Materieflüsse nach Lindemans Tod erfolgreich in eine Methode für die künftige Ökologie transformiert, wird das Konzept des Ökosystems deren theoretischer Fundierung. An die Stelle ontologischer Annahmen über den Holismus des Ganzen tritt die Untersuchung der Inputs und Outputs in einer Black Box. Relevant sind weniger die innere Struktur eines Ganzen oder dessen Harmonie, als die messbaren Ströme zwischen *environments* und Organismen. Die Annäherung an die Kybernetik verspricht, so Pias, »das sichere Erreichen von Zielen durch das Einrichten bestimmter Mechanismen, die von der genauen Kenntnis der Wege suspendieren.«[355] Es geht nicht darum, das Ganze als solches zu verstehen, sondern die einzelnen Faktoren auf der Basis von Energie- sowie Materieströmen und in Hinblick auf ihr Zusammenwirken in den Blick zu nehmen: »If some environmental variable, x, fluctuates over a range of values, and p is the probability of values in excess of a certain given value, k, and if the occurrence of a certain biological event be implied by the condition x is greater than or equal to k, then it is clear that p is the probability of the occurrence of the biological event.«[356] Ändert sich ein System derart, dass es auf neue Weise auf ein benachbartes System wirkt, ändern sich auch dessen Faktoren, so dass dieses System auf neue Weise auf das alte System rückwirkt. Dieser Prozess, den Hutchinson auf die Beschreibung aller Lebensvorgänge ausdehnen will, hat ein offenes Ende und führt zu keinem statischen Endzustand, sondern zu einer durch Selbstorganisation und Selbstregulation gesicherten Stabilität. Mit diesem Ansatz gelingt es Hutchinson, die Biochemie und die Ökologie kybernetisch zu reformieren. Leben ist damit als Wechselwirkung von *environment* und Organismus modellierbar geworden und seine Stabilität erscheint als das Resultat kybernetischer Prozesse, die auch technisch gestaltet werden können.

3.8.2 Ökologie der Systeme: Eugene P. und Howard T. Odum

Stabilität, daran schließen die Brüder Eugene P. und Howard T. Odum als Schüler Hutchinsons ab den 1950er Jahren an, ist im kybernetischen Sinne dynamisch und daher ständigen Rückkopplungs- und Wiederherstellungsprozessen des Gleichgewichts unterworfen. Ein Ökosystem durchläuft in dieser Hinsicht ständig neue

355 Pias: »Paradiesische Zustände«. S. 47.
356 Hutchinson: »Circular Causal Systems in Ecology«. S. 241.

Stadien, die jedoch, so die leitende Annahme, auf eine Reihe basaler energetischer Grundregeln zurückgeführt werden können. In die Dynamik eines auf diese Weise beschriebenen Ökosystems kann, dies ist der Ansatzpunkt vor allem des jüngeren Bruders Howard T. Odum, regulierend eingegriffen werden, wenn genug Information über das fragliche Ökosystem zur Verfügung steht. Die Odum-Brüder formulieren auf der Grundlage dieser Annahme erstmals explizit den Anspruch eines *ecological engineering*, das sich die regelhafte Zirkulation von Energie zunutze macht.[357] Auf unterschiedlichen Karrierewegen kommen sie zu ähnlichen Positionen und Methoden. Während Eugene P. Odum, der fast zehn Jahre ältere Bruder, in Zoologie promoviert und später mit dem von ihm gegründeten Institute for Ecology an der University of Georgia sowie dem Lehrbuch *Fundamentals of Ecology* von 1953 die Institutionalisierung des Fachs vorantreibt, studiert Howard T. Odum Biologie, Ornithologie und Meteorologie, promoviert bei Hutchinson und setzt dessen Arbeit in enger Zusammenarbeit mit seinem Bruder fort.

Die Odums gelten als zentrale Protagonisten der Nachkriegsökologie, weil sie vor diesem Hintergrund die Idee der Selbstorganisation in eine mittlerweile an nordamerikanischen Universitäten gefestigte Ökologie transferieren, die sich, wie Stephen Bocking im Detail gezeigt hat, ab den 1960er Jahren zunehmend mit dem Anspruch konfrontiert sieht, eine wissenschaftliche Grundlage für den *environmentalism* dieser Zeit zu formulieren.[358] Weil das Konzept des Ökosystems in der Lage ist, die komplexen Abhängigkeiten unterschiedlicher Faktoren innerhalb eines Systems sichtbar zu machen, wird ihm die Rolle zugesprochen, auch destruktive Tendenzen aufzuzeigen und die Grundlage für regulierende Eingriffe zu liefern. Auf der Basis dieser Ökologie soll, so die von Bocking geschilderte zeitgenössische Forderung, ein Set von alternativen Umgangsweisen mit dem *environment* entwickelt werden. Sie reichen von konservierenden Maßnahmen bis hin zum *ecological engineering*, das eng mit der Arbeit Howard T. Odums verbunden ist und dazu dienen soll, die menschliche Nutzung von Ökosystemen energetisch zu optimieren. Die

357 Wichtig ist in diesem Kontext auch die Rolle ihres Vaters, des Soziologen Howard Washington Odum, der in seinen Lehrbüchern, allen voran in *Understanding Society* von 1947, den ökologisch-holistischen Ansatz aufnimmt, sich auf Lewis Mumford, Patrick Geddes sowie die Regional Planning Association of America bezieht und fragt »how the total environment has been responsible for much of society as we observe it in the individual and the group.« (Odum, Howard W. (1947): *Understanding Society. The Principles of Dynamic Sociology*. New York, McMillan. S. 13.) Er unterscheidet in *natural* und *cultural environment*, erläutert aber nicht, worin deren Unterschied besteht. Diese konzeptuelle Ungenauigkeit mag dem Lehrbuchcharakter geschuldet sein, doch bleibt *environment* in Howard W. Odums Werk weitestgehend auf natürliche Umgebungen beschränkt, während der holistische Anspruch auch im Werk seiner Söhne zum Tragen kommt.

358 Vgl. Bocking (1997): *Ecologists and Environmental Politics.*

Ökologie dieser Zeit, ein inkohärentes Feld, auf dem Populationsbiologie, Evolutionstheorie, Informationstheorie, Thermodynamik und die Theorie physikalischer Gleichgewichte zusammenwirken, ist spätestens seit Anfang der 1950er Jahre unweigerlich in eine politische Rolle gedrängt, ohne die ihre wissenschaftliche Ausrichtung nicht mehr zu verstehen ist.

Der Wissenschaftshistoriker Peter J. Taylor hat im Hintergrund des Vorgehens der Odums einen »technocratic optimism«[359] identifiziert, für den die Gestaltung der Welt gemäß objektiver, technischer Prinzipien der Schlüssel zur Lösung zivilisatorischer Herausforderungen ist. Entsprechend soll im Folgenden dieser Ansatz der Gestaltung von Umgebungen als früher systematischer Versuch dargestellt werden, durch die Kenntnis der inneren Gesetzmäßigkeiten von Ökosystemen die Grundlagen ihrer geplanten Gestaltung zu formulieren.[360] Dabei wird deutlich werden, dass aus Sicht der Odums Technologie und Ökosysteme nicht voneinander getrennt werden sollten, sondern vielmehr in energetischer Hinsicht miteinander verzahnt sind.

Die Ökosystem-Ökologie der Odum-Brüder zielt auf die Operationalisierung aller Bestandteile eines Ökosystems. Dessen Eigenschaften bestehen in seiner strukturellen Organisation, der Interdependenz seiner Komponenten, seiner regulierten Homöostase, den Schwellenwerten der Stabilität sowie der Tendenz zu einem Zustand des Gleichgewichts bei steigender Adaption und damit einhergehender Kontrolle des *environments*.[361] Die Prozesse eines Ökosystems werden auf dieser Grundlage als Black Box gefasst, um es zu steuern, denn relevant für dieses Vorgehen sind allein Materie- und Energieströme als Vorgänge der Speicherung, Absorption, Freisetzung und Transformation von Energie in ökologischen Relationen. Ein Ökosystem definiert Eugene P. Odum auf den ersten Seiten seines Lehrbuchs *Fundamentals of Ecology* wie folgt: »Any unit that includes all of the organisms (i.e., the ›community‹) in a given area interacting with physical environments so that a flow of energy leads to a clearly defined trophic structure, biotic diversity, and material cycles (i.e., the exchange of materials between living and

359 Vgl. Taylor, Peter J.: »Technocratic Optimism, H. T. Odum, and the Partial Transformation of Ecological Metaphor after World War II«. In: *Journal of the History of Biology* 21/2 (1988), S. 213-244. Entsprechend hat Taylor die Verbindung zur auch Buckminster Fuller beeinflussenden Technokratie-Bewegung der 1930er Jahre hervorgehoben, die soziale und gesellschaftliche Verhältnisse durch die objektive Berechnung der nötigen Energie ersetzen und Politiker sowie Politikerinnen durch Ingenieure und Ingenieurinnen ablösen lassen will. Vgl. dazu auch Madison, Mark Glen: »›Potatoes Made of Oil‹. Eugene and Howard Odum and the Origins and Limits of American Agroecology«. In: *Environment and History* 3/2 (1997), S. 209-238.

360 Zur Herausbildung der Unterschiede zwischen der Ökosystem-Ökologie, der Populationsökologie und der Systemökologie in den 1960er Jahren vgl. Palladino, Paolo: »Defining Ecology. Ecological Theories, Mathematical Models, and Applied Biology in the 1960s and 1970s«. In: *Journal of the History of Biology* 24/2 (1991), S. 223-243.

361 Vgl. Odum, Eugene P. (1953): *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, Saunders.

non-living parts) within the system is an ecological system or ecosystem.«[362] Diese Definition benennt die maßgebliche Blickwendung der Ökosystem-Forschung, wie sie die Odum-Brüder aufbauend auf Tansley, Lindeman und die Kybernetik vorantreiben. Damit wird ein weiterer Schritt von einer essentiellen zur einer funktionalen Bestimmung des Lebendigen gemacht. Um die Verhältnisse innerhalb eines Systems oder von Systemen zueinander zu analysieren und schließlich zu modifizieren, benötigt die Ökologie weder Wissen um die Substanz des Ganzen noch der Teile, sondern allein Information über Inputs und Outputs.

Eine wichtige Inspirationsquelle für die Odum-Brüder ist der österreichisch-amerikanische Versicherungsmathematiker und Chemiker Alfred Lotka. In seinem Buch *Elements of Physical Biology* von 1925, das 1956 neu aufgelegt wird, argumentiert er, dass die Biologie gänzlich durch Energie- und Materieströme beschreibbar sei und stellt Gleichungen zur Beschreibung von Kreisläufen in organischen wie anorganischen Systemen mit irreversiblen, d.h. thermodynamischen Stoffzyklen auf.[363] Für Lotka sind Veränderungen eines Systems Modulationen der in ihm enthaltenen Energie, die über definierte Zeiträume ablaufen und als temporale Prozesse quantifiziert werden können. Mit diesem Verfahren der Quantifizierung energetischer Transformationen macht Lotka, wie Ariane Tanner unterstrichen hat, alle Prozesse des Lebens formal beschreibbar.[364] Für diese energetische Perspektive ist die ökologische Relation der Dyade von entscheidender Bedeutung, denn die Energie, die einen Organismus am Leben hält, kommt immer von außen und wird im »system [organism plus environment]«[365] verteilt, gespeichert, verarbeitet und transformiert. Unter Rückgriff auf Henderson, J.B.S. Haldane und Uexküll schreibt Lotka: »It is not the individual species, the individual components of the system, that evolve, but the system as a whole, comprising all the species and their environment.«[366] Ähnlich wie Lotka arbeiten die Odum-Brüder in verschiedenen institutionellen Kontexten an der Formalisierung der Ökologie als »biological science of environmental interrelations«[367].

Neben Lotkas Ansatz wird auch die kybernetische Systemtheorie in Eugene P. Odums *Fundamentals of Ecology*[368] von 1953, besonders aber in der überarbeite-

362 Odum, Eugene P. (1971): *Fundamentals of Ecology. Third Edition*. Philadelphia, Saunders. S. 8.

363 Lotka formuliert insbesondere Formeln zur Berechnung der Populationsdynamik (vgl. Lotka, Alfred (1925): *Elements of Physical Biology*. Baltimore, Williams and Wilkins. Vgl. auch Taylor: »Technocratic Optimism«. S. 226).

364 Tanner, Ariane (2017): *Die Mathematisierung des Lebens. Alfred James Lotka und der energetische Holismus im 20. Jahrhundert*. Tübingen, Mohr Siebeck. S. 254–270. Tanners Studie unterstreicht die Bedeutung Lotkas für die Energetik der Odums eindrücklich.

365 Lotka (1925): *Elements of Physical Biology*. S. 16.

366 Ebd., S. 135.

367 Odum (1953): *Fundamentals of Ecology*. S. 4.

368 Vgl. ebd. Donato Bergandi hat die drei Auflagen von 1951, 1959 und 1971 verglichen und die Wandlungen des holistischen Themas verfolgt, das einen zunehmenden Funktionalismus

ten Neuauflage dieses Buches von 1971, zur theoretischen Grundlage der Ökologie erklärt. Als erstes Kompendium auf diesem Feld wird das Buch in zwanzig Sprachen übersetzt und wirkt institutionalisierend, da es die Ansätze von Lindeman und Hutchinson mit universalistischem Anspruch systematisiert und zugleich eine Methode an die Hand gibt, die kybernetische Perspektive auf beliebige Ökosysteme zu übertragen.[369] Mit der Kybernetik im Sinne Hutchinsons, in *Fundamentals of Ecology* in eine allgemeinverständliche Sprache und zahlreiche erläuternde Diagramme gebracht, wird die Verteilung von Energie zum Ansatzpunkt ökologischen Denkens.[370] Die Beschreibung von Ökosystemen muss sich demnach strikt an die Instrumentarien der entsprechend ausgerichteten Physik und Chemie halten.

Um Energieströme darzustellen, verwendet *Fundamentals of Ecology* zahlreiche Diagramme, auf denen ähnlich wie bei Lindeman die Energie- und Materieverteilung zwischen Lebewesen und ihren *environments* in schematischer Form dargestellt wird. Auch Howard T. Odum setzt solche Diagramme von Energiekreisläufen geradezu exzessiv ein: Sein Buch *Systems Ecology* von 1983 enthält auf 600 Seiten 1400 solcher Zeichnungen.[371] Bei beiden Brüdern dienen Diagramme nicht als Repräsentationen konstanter Verhältnisse, sondern als heuristische Hilfsmittel der Analyse wie der Prognose. Das Medium des Textes reicht den Odums nicht, um die Energie- und Materieströme sowie ihre Wechselwirkungen zu erfassen.

Innerhalb der biologischen Wissenschaften festigt dieser Ansatz die Rolle der Ökologie, auch wenn das vermeintlich reduktionistische Vorgehen Odums keineswegs unumstritten ist. Obwohl weite Teile der Ökologie den energetischen Prämissen nicht folgen, herrscht nach dem Erscheinen des Buches in den USA ein breiter Konsens darüber, dass Ökosysteme das sind, was Ökologinnen und Ökologen erforschen. In institutioneller Hinsicht ist Odums Engagement, das von der Gründung des genannten Institute for Ecology in Georgia über die intensive Zusammenarbeit mit der Atomic Energy Commission im Oak Ridge Laboratory, der größten ökologischen Forschungseinrichtung dieser Zeit, bis hin zu einer Führungsrolle im International Biological Program reicht, ein wichtiger Faktor für die Etablierung der Ökologie als selbständiger Wissenschaft.

Howard T. Odum, der als Ornithologe und Doktorand Hutchinsons an einigen Macy-Konferenzen teilnimmt, entwickelt auf vergleichbare Weise einen informationstheoretisch orientierten, auf Modellierung und Simulation basierenden Forschungsansatz, der im Rahmen des International Biological Program in den Jahren

---

stützt (vgl. Bergandi, Donato: »›Reductionist Holism‹. An Oxymoron or Philosophical Chimera of E. P. Odum's Systems Ecology«. In: *Ludus Vitalis* 3/5 (1995), S. 145-180).

369 Zur Institutionalisierung in der Folge von Odums Buch vgl. Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*. S. 70f.

370 Vgl. zu Odums Bezug auf die Kybernetik Odum, Eugene P./Patten, Bernard C.: »The Cybernetic Nature of Ecosystems«. In: *The American Naturalist* 118/6 (1981), S. 886-895.

371 Odum, Howard T. (1983): *Systems Ecology. An Introduction*. New York, Wiley.

von 1964 bis 1974 von staatlicher Seite massiv gefördert wird. Dieses Programm, das die Anwendung systemtheoretischer Ansätze in der Ökosystem-Forschung vorantreibt, gibt der Politik einen Rahmen zur Vorbereitung des *National Environmental Policy Acts*, der noch Thema sein wird.[372] Die Ökologie wird zu dieser Zeit zum Ausgangspunkt interdisziplinärer Großforschung, die bis zum *Biosphere II*-Projekt der 1990er Jahre reicht, für das sich Howard T. Odum ebenfalls einsetzt. Beide Brüder sind darüber hinaus, wie im sechsten Kapitel gezeigt wird, in der *space ecology* engagiert und beteiligen sich im Auftrag der NASA an der Planung von Raumstationen als geschlossenen ökologischen Systemen.

Die Aufgabe der Ökologie besteht den Odum-Brüdern zufolge darin, mit Hilfe von Konzepten der Rückkopplung, der Selbstorganisation und der Thermodynamik den Zusammenhang unterschiedlicher Umgebungsfaktoren auf eine Population systemtheoretisch zu modellieren und zugleich empirisch zu erforschen. Entsprechend fordern beide Brüder die Anwendung von mathematischen, statistischen und schließlich computergestützten Methoden zur Erforschung der Energie- und Materieströme in Ökosystemen sowie zur Vorbereitung ihrer Modifikation. Die dem Systembegriff inhärente Beobachterperspektive impliziert dabei eine Skalierbarkeit: Das größte Ökosystem ist der Planet Erde, von dem aus die Maßstäbe bis hin zu kleinen Systemen wie einem Tümpel oder einem Aquarium herunterskaliert werden können. Die *Fundamentals of Ecology* gelten für alle diese Maßstabsebenen, die das Buch nacheinander durchspielt.

Die auf diesen Überlegungen aufbauende Analyse von Energieströmen in Ökosystemen setzt voraus, dass Organismen und ihre *environments* als dyadische Einheiten begriffen werden. Beispielhaft hierfür ist Odums Dissertation über die Verteilung von Strontium in Ökosystemen von 1950, geschrieben bevor dieser radioaktive Stoff wichtig für die Rüstungsindustrie wurde.[373] Dort rekonstruiert er die nach kybernetischen Prinzipien ablaufende Regulation unterschiedlicher Energiezyklen. Gemeinsam mit seinem Bruder führt er daran anschließend auf Puerto Rico sowie an den Atollen von Eniwetok im Südpazifik Ende der 1950er Jahre umfangreiche Studien durch, die am Schauplatz zahlreicher Atomtests radioaktive Isotope nutzen, um natürliche Kreisläufe und ihre Störungen zu verfolgen und zu modellieren.[374] Die Erforschung der Auswirkungen radioaktiver Strahlung auf ein Ökosystem ist mit diesem Ansatz möglich, weil Fluktuationen den Odums zufolge

372 Vgl. zur Bedeutung des International Biological Program für die Ökologie McIntosh (1985): *The Background of Ecology*. S. 219ff.

373 Vgl Odum, Howard T. (1950): *The Biogeochemistry of Strontium. With Discussion on the Ecological Integration of Elements*. Dissertation, Yale University.

374 Vgl. DeLoughrey: »The Myth of Isolates«. Zur *radiation ecology* vgl. Kwa, Chunglin: »Radiation Ecology, Systems Ecology and the Management of the Environment«. In: *Science and Nature* 8 (1993), S. 213-249.

auf Veränderungen des Energiehaushalts zurückgeführt werden können.[375] Damit gelingt es den Brüdern, finanziell durch die Rüstungsindustrie gedeckt, die bislang der experimentellen Forschung nur schwer zugängliche Ökologie in dieser Hinsicht zu reformieren und ihr jenes Prestige zu verschaffen, das um 1970 gesellschaftliche Auswirkungen zeigen wird.

3.8.3 *Ecological Engineering*

Mit den Mitteln der Formalisierung und Vereinheitlichung von Faktoren und Prinzipien will Eugene P. Odum die Krisen seiner Zeit lösen – Ressourcenmangel und Umweltzerstörung sind darunter besonders dringlich. Dass der Mensch Ökosysteme zerstören, aber auch stabilisieren kann, ist eine der zentralen Thesen seines Lehrbuchs, die mit einem Verweis auf ein Diktum Hutchinsons erläutert wird: »The ecologist should be able to show that it is just as much fun and just as important to repair the biosphere as to mend the radio or the family car.«[376] Derartige Eingriffe finden immer auf der Ebene des *environments* durch negatives Feedback statt, denn nur dort kann in energetische Kreisläufe interveniert werden.[377]

Howard T. Odum, der ein Kapitel über Energiekreisläufe zum Lehrbuch seines Bruders beiträgt, geht in diesem Kontext noch einen Schritt weiter und prägt den Begriff des *ecological engineering*. In seinem Aufsatz »Man and the Ecosystem« beschäftigt er sich 1962 mit den Möglichkeiten, Ökosysteme durch menschliche Eingriffe zu gestalten, wie dies etwa durch Aufforstungen oder regulierte Fischerei bereits seit langem geschehe. Solche Eingriffe sollen nunmehr durch die Ökologie auf eine neue Basis gestellt werden, um die verheerenden Resultate etwa von Pestiziden und Düngemitteln in der Landwirtschaft zu vermeiden. Diese Modifizierbarkeit des *environments* korrespondiert mit dem seit der Mitte des 20. Jahrhunderts wachsenden Bedürfnis nach Planung und Prognose, aus denen Regulierungsmaßnahmen und Kontrollverfahren abgeleitet werden. Effizientes Management garantiert demnach die Erhaltung des *environments* in einem stabilen Ökosystem.

Um eine theoretische Grundlage für ein neuartiges *ecological engineering* zu schaffen, sei es zunächst nötig, den Energieeinsatz menschlicher Eingriffe in Ökosysteme zu quantifizieren: »A new enterprise, ecological engineering, is required to fashion synthetic systems partly under old energy budgets of nature and partly with special power take-off from civilisation.«[378] Mit dem technischen Fortschritt in der Nutzung von natürlichen *environments* durch die sogenannten *environmental*

375 Taylor: »Technocratic Optimism«. S. 232.

376 Odum (1953): *Fundamentals of Ecology*. S. 12.

377 Vgl. Odum (1971): *Fundamentals of Ecology*. S. 405.

378 Odum, Howard T.: »Man and the Ecosystem«. In: Waggoner, Paul E./Ovington, J. D. (Hg., 1962): *Proceedings of the Lockwood Conference on the Suburban Forest and Ecology*. New Haven, Connecticut Agricultural Experiment Station, S. 57-75. Hier: S. 57.

industries der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft ginge ein ständiger Anstieg der künstlichen Einspeisung von Energie in die jeweiligen Ökosysteme einher. So sei es typisch für die Landwirtschaft, dass der Einsatz von Energie in Form von Treibstoff die Menge der notwendigen Sonnenenergie übersteige – mit fatalen Folgen, denn die betroffenen Ökosysteme werden so instabil, dass sie nur noch mit ständig neuer Energiezufuhr künstlich stabil gehalten werden können.

Von den *environmental industries* unterscheidet sich das *ecological engineering* Odum zufolge durch den Energieeinsatz gemäß des *maximal power principle*. Laut diesem Prinzip für offene thermodynamische Systeme sind jene Ökosysteme am erfolgreichsten, in denen sich Energie mit den geringsten Verlusten zwischen ihren verschiedenen Kreisläufen verteilt.[379] Energie wird somit zum Maßstab der Skalierung.[380] Unter *ecological engineering* versteht Odum entsprechend »environmental manipulations by man using small amounts of supplementary energy to control systems in which the main energy drives are still coming from natural sources.«[381] Es geht, wie Odum 2002 kurz vor seinem Tod im Eröffnungsvortrag der ersten Jahrestagung der American Ecological Engineering Society resümiert, darum, die selbstorganisierenden Kräfte eines Systems zu nutzen, um mit wenig Aufwand verstärkende Effekte hervorzurufen: »Environmental engineering develops technology for connecting society to the environment. But the technology is only half of the interface with environment. The other half of the interface is provided by the ecosystems as they *self-organize* to adapt to the special conditions.«[382] Im Gegensatz zu dem, was Odum *environmental engineering* nennt, nutze das *ecological engineering* die Kapazitäten des fraglichen Ökosystems selbst und verstärke oder lenke es in die gewollte Richtung. Zwar richten sich beide Formen des *engineerings* auf das *environment* und nicht auf die umgebenen Organismen oder Populationen, doch begreift das *ecological engineering* dieses *environment* als Teil eines rückgekoppelten Ökosystems. *Environmental engineering* sei lediglich der Versuch, etwa durch geeignetere Düngemittel oder verbessere Bewässerungstechnik den Ertrag zu verbessern. *Ecological engineering* gehe es darum, den Energiehaushalt des Ökosystems an die Gesetze der *ecoenergetics* anzugleichen, um den Verbrauch mit

379 Vgl. Odum, Howard T.: »Limits of Remote Ecosystems Containing Man«. In: *The American Biology Teacher* 25/6 (1963a), S. 429-443.

380 Eugene Odum unterscheidet in seinem einflussreichen Aufsatz »The Strategy of Ecosystem Development« in ›junge‹ und ›reife‹ Ökosysteme. Letztere würden die Distribution von Energie optimieren, indem mehr Energie als in ›jungen‹ Systemen zirkuliere (vgl. Odum: »The Strategy of Ecosystem Development«).

381 Odum, Howard T./Siler, Walter L./Beyers, Robert J./Armstrong, Neal: »Experiments with Engineering of Marine Ecosystems«. In: *Publications of the Institute of Marine Science University of Texas* 9 (1963), S. 373-403. Hier: S. 374.

382 Odum/Odum: »Concepts and Methods of Ecological Engineering«. S. 339. Hervorhebungen im Original.

technischen Mitteln zu optimieren und so das System stabiler und damit auf lange Sicht und im Hinblick auf andere, verbundene Ökosysteme auch produktiver zu machen.

Exemplarisch für *ecological engineering* sind nachhaltige Forstwirtschaft oder Fischerei sowie die Umwandlung von ehemaligen Abwasser- oder Industriegebieten in Naturreservate. Anhand des seit Möbius für die Ökologie einschlägigen Beispiels der Austernzucht in künstlich angelegten Meerwasserbecken zeigt Odum, wie durch gezielte Eingriffe in den Metabolismus, etwa durch die Veränderung der Fließgeschwindigkeit des Wassers oder durch dessen gezielte Anreicherung mit Nährstoffen, ein Ökosystem verbessert werden kann.[383] Entsprechend gelte es, die Auswirkungen von Düngemitteln, die Fütterung von Wildtieren oder das *wildlife management* mit einer ökosystemischen Perspektive zu untersuchen und zu optimieren. Ökologische Planung ist in diesem Sinne die gezielte Anwendung von Energie durch *ecological engineering*. Als dessen drei Aufgaben benennt Odum an anderer Stelle »explanation, prediction and control«[384]. Im kybernetischen Sinn ist dabei die Analyse der systemischen Relationen der erste Schritt zur Vorhersage zukünftiger Zustände des Systems, die dann auf der Basis dieses Wissens durch gezielte Eingriffe kontrolliert werden können. Unvorhersagbarkeit und Kontrolle sind in diesem Sinne keine sich ausschließenden Prinzipien, sondern beziehen sich aufeinander: ein kontrolliertes Ökosystem bleibt auf höchster Ebene unvorhersagbar, diese Unvorhersagbarkeit steht aber nicht im Widerspruch zur Intention der Kontrolle.

Mit dieser Methode versuchen die Odums in den 1960er Jahren, wie Mark Glen Madison ausgeführt hat, die Agrarkultur in den USA zu reformieren.[385] Sie kritisieren die Instabilität und Exzesse des Energieverbrauchs nicht nur in der nordamerikanischen Landwirtschaft, sondern auch in der Gesellschaft. Ihr Gegenmittel besteht darin, den energetischen Gesetzmäßigkeiten folgend das ungehemmte Wachstum durch eine Ausrichtung auf Stabilität zu ersetzen. Sie können damit aber Madison zufolge weder den Rest der Ökologie noch die verantwortlichen politischen Institutionen überzeugen. Dennoch verraten ihre Überlegungen viel über den Zusammenhang von Technologie und Ökologie sowie den Anspruch der Gestaltung von *environments*.

Die *agroecology*, die den Odum-Brüdern vorschwebt, soll die Aufgabe des landwirtschaftlichen Managements übernehmen – aus Bäuerinnen und Bauern sollen

383 In einem anderen Aufsatz stellt Odum die experimentelle Untersuchung von ökologischen Eingriffen ausführlich dar: Odum/Siler/Beyers/Armstrong: »Experiments with Engineering of Marine Ecosystems«.

384 Odum (1983): *Systems Ecology*. S. 579.

385 Vgl. Madison: »Potatoes Made of Oil«.

Ökologinnen und Ökologen werden. Dazu sei es nötig, zusätzliche kleine Energiequellen in das System zu integrieren, anstatt innerhalb des Ökosystems den Ertrag zu maximieren, indem durch Dünge- und Insektenschutzmittel das natürliche Wachstum durch künstliche Energiezufuhr ersetzt wird. Entsprechend schreibt Howard T. Odum in der zweiten Auflage von *Environment, Power, and Society*: »We now have chickens that are little more than standing egg machines, cows that are mainly udders on four stalks, and plants with so few protective and survival mechanisms that they are immediately eliminated when the power-rich management of man is withdrawn. Such varieties are complementary to the industrialized agriculture and cannot be used without it.«[386] An die Stelle des Primats des durch übermäßigen Energieeinsatz erzeugten Wachstums soll ein Streben nach einem Gleichgewicht im Einklang mit den Gesetzmäßigkeiten von Ökosystemen treten, um den Ertrag im Abgleich mit dem Energieeinsatz zu optimieren. Dieser Ansatz ist keineswegs deckungsgleich mit dem, was heute unter ökologischer Landwirtschaft verstanden wird, sondern bedeutet vielmehr eine von energetischen Prinzipien geleitete Steuerung. In dieser Hinsicht kommt der Ökosystem-Ökologie den Odums zufolge, eine gesellschaftliche Aufgabe zu.

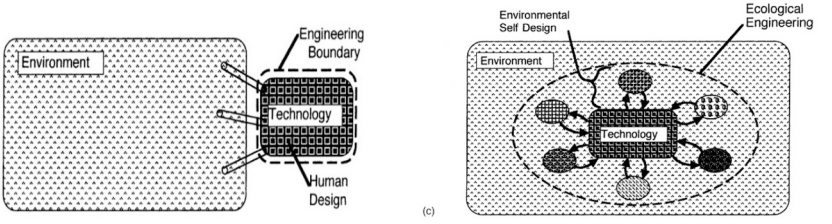
Diese grundlegende Verschränkung von Technologie, *environment* und ökosystemischer Selbstorganisation versucht Odum in besagtem Eröffnungsvortrag für die American Ecological Engineering Society von 2002 in zwei Diagrammen zu verdeutlichen, die gerade in ihrer Verworrenheit viel über diese Verschränkung verraten. Die argumentative Funktion dieser Diagramme für den Text besteht darin, die beiden Formen des *engineerings* anhand des Verhältnisses von *environment* und Technologie zu unterscheiden. Die beiden Darstellungen repräsentieren das System als Fläche und ermöglichen so einen Überblick von einer externen Position. Im Zuge dieser Umwandlung wird die zeitliche Abfolge der Prozesse in einem Ökosystem durch die Verbindungen und Relationen im Diagramm als Topologie erfasst.

Das erste Diagramm (Abbildung 3.9) soll *environmental engineering* darstellen. Es zeigt anhand eines schraffierten Vierecks das *environment* und daneben ein weiteres Viereck, das als *technology* gekennzeichnet ist. Es ist von einer *engineering boundary* umgeben und durch *human design* bezeichnet. Kanalartige Röhren verbinden die separaten Felder von *environment* und *technology*. Im zweiten Diagramm (Abbildung 3.10) des *ecological engineerings* ist ebenfalls ein gerahmtes, schraffiertes Viereck zu sehen. Innerhalb dieses *environments* befinden sich sechs kleine, unterschiedlich schraffierte Kreise, die von einem großen Kreis mit der Bezeichnung *ecological engineering* umgeben sind. Sie stehen mit einem mittigen Viereck namens *technology* in bidirektionaler Wechselwirkung. Ein Pfeil kennzeichnet das Gebiet zwischen dem *technology*-Viereck und dem Rahmen des *ecological engineering* als *environmental*

386 Odum, Howard T. (1971): *Environment, Power, and Society for the Twenty-First Century. The Hierarchy of Energy*. New York, Columbia University Press.

self-design. Was die kleinen Kreise darstellen, wird weder in der Zeichnung noch im Text erläutert. Mit dieser Abbildung will Odum seiner Erläuterung zufolge darstellen, wie im *environmental engineering* Technologie außerhalb des *environments* steht und von außen auf dieses einwirkt, während sie im Falle des *ecological engineerings* in das *environment* eingeschlossen ist. Dass die Technologie damit als Umgebene ins Zentrum der Umgebung tritt, ist ein nicht intendierter Nebeneffekt, der jedoch viel über den zugrundeliegenden Impuls verrät.

Abbildung 3.9 und 3.10 – Ecological Engineering.



Quelle: Odum, Howard T./Odum, B.: »Concepts and Methods of Ecological Engineering«. In: *Ecological Engineering* 20/5 (2003), S. 339-361. Hier: S. 340.

Bei beiden Abbildungen irritiert das Verhältnis des *environments* zum nicht näher spezifizierten Außen. Durch die Rahmung sind die *environments* beider Diagramme vom Außen getrennt. Im ersten Fall ist das *environment* jedoch mit der äußerlichen Technologie verbunden. Im zweiten Fall gibt es lediglich eine Abgrenzung zum Außen, während die Technologie Teil des *environments* ist und sogar in dessen Mitte steht. Das vom *environment* Umgebene ist in keiner der Zeichnungen dargestellt. Es handelt sich um Umgebungen ohne Umgebenes, die selbst von einem unspezifischen Außen umgeben sind. *Environment* und Technologie können, wie in der zweiten Abbildung zu sehen, ineinander integriert werden, insofern es gelingt, ihren Energiehaushalt aneinander anzupassen. Technik und *environment* sind demnach keine wesensverschiedenen Kategorien, sondern nach vergleichbaren energetischen Prinzipien organisierte Bereiche, die, so die Annahme, nur sorgfältig aneinander angepasst werden müssen, um ein stabiles und dennoch produktives Ökosystem zu erhalten.

Dieser technikaffine Ansatz spiegelt sich ebenfalls in den Forschungsmethoden der Odums. Spätestens mit den Großprojekten des International Biological Program beginnt auch der Computer in diesem Kontext eine Rolle zu spielen. Für Howard T. Odum fallen die Programmierbarkeit von Ökosystemen und die Programmierbarkeit von Computern zusammen, weil die Ströme von Ökosystemen nicht nur simulierbar, sondern auch programmierbar sind. Um 1960 baut er, wie neben Madison auch Peter Kangas geschildert hat, Modelle von Ökosystemen zu-

nächst als analoge elektrische Kreisläufe mit Kabeln, Schaltern, Widerständen und Relais nach, um durch den Fluss der Elektronen den Fluss der Materie zu repräsentieren und die Energiewerte in Spannungen und Widerstände zu übersetzen.[387] Dabei greift er auf die von Royal Norton Chapman 1931 eingeführte Idee einer mathematisch und statistisch unterlegten *ecoenegetics* zurück, die dieser mit den Elektrizitätsmetaphern von *potential* und *resistance* beschrieben hatte.[388] Diese radikal informationstheoretische Sicht erlaubt die Berechnung und schließlich auch computertechnische Simulation komplexer, non-linearer Systeme, mit welcher die Effekte von Veränderungen dargestellt und somit auch Möglichkeiten des Eingreifens verdeutlicht werden können.[389]

Auf einer Ebene und mit einer Methodik können auf der Grundlage dieser konzeptuellen und experimentellen Verfahren sowie ab Mitte der 1960er Jahre mit Hilfe von computergestützten Simulationen so unterschiedliche Ökosysteme wie Atolle, Seen oder Weizenfelder analysiert werden. Da Ökosysteme per definitionem offen sind und aufgrund der Abwendung von der Teleologie keinem vorgegebenen Ablauf unterliegen, können sie, hier setzen die Odum-Brüder an, manipuliert und gesteuert werden, indem man Input und Output reguliert. Dass dabei Natur beziehungsweise das *environment* zu etwas Kontrollierbarem wird, hat bereits der Wissenschaftshistoriker Gregg Mitman hervorgehoben: »Nature had become a system of components that could be managed, manipulated and controlled. The ecologist's task increasingly became that of electrical engineer [sic]; ecologists were to be professional managers who could monitor and fix the environmental problem created by human society.«[390] Den Odum-Brüdern gelingt es, mit einem systemischen Ansatz die Steuerbarkeit des *environments* durch mechanische Eingriffe zu postulieren und zugleich der organischen Ganzheit der Faktoren eines Ökosystems und des Verhältnisses von Organismen und *environments* treu zu bleiben. Sätze wie die folgenden zeigen ihre Verbundenheit mit den holistischen und organizistischen Annahmen, die Hutchinson umgehen wollte: »The forest is more than a collection of trees. The whole is not simply a sum of the parts.«[391] Während den systemischen

387 Vgl. Odum, Howard T.: »Ecological Potential and Analogue Circuits for the Ecosystem«. In: *American Scientist* 48/1 (1960), S. 1-8. Dazu auch Madison: »›Potatoes Made of Oil‹« sowie Kangas, Patrick: »Information Processing Models in Ecology and Education«. In: Hall, Charles A. S. (Hg., 1995): *Maximum Power. The Ideas and Applications of H.T. Odum*. Niwot, University Press of Colorado, S. 337-345.

388 Vgl. Chapman (1931): *Animal Ecology* sowie Kangas: »The Role of Passive Electrical Analogs in H.T. Odum's Systems Thinking«. Die Rolle von Informationstechnik für die Entwicklung der Ökologie würde eine eigene Abhandlung erfordern (vgl. dazu Pias: »Paradiesische Zustände«).

389 Vgl. zur Rolle der Computersimulation Kangas: »Information Processing Models in Ecology and Education«.

390 Mitman (1992): *The State of Nature*. S. 210. Vgl. zu Modellen der Kontrolle in der Ökologie Kwa, Chunglin: »Modelling Technologies of Control«. In: *Science as Culture* 4/3 (1994), S. 363-391.

391 Odum (1953): *Fundamentals of Ecology*. S. 88.

Theorien von holistischer Seite oft vorgeworfen wurde, mit einem mechanistischen Ansatz zugleich die Steuerbarkeit des *environments* angenommen und damit dessen Unvorhersagbarkeit zugunsten von Kontrolle übersehen zu haben, wollen die Odum-Brüder den Überschuss des Ganzen erhalten und es dabei auch technisch gestalten. Ob das System eine Maschine ist, das Ganze eine emergente organische Ordnung hat oder sich selbst organisiert, spielt für die Praktikabilität ihrer Eingriffe nur eine untergeordnete Rolle.

Über den Systembegriff, der seinen Schriften relativ vage gehalten ist, führt Eugene P. Odum eine implizite Ontologie der Emergenz ein, die vom Wissenschaftshistoriker Donato Bergandi als funktional holistisch bezeichnet wird. Sie setze, so Bergandi, ein apriorisches Gleichgewicht qua Selbstregulation voraus, welches in den späteren Texten der Odums explizit wird.[392] Beide behalten die Sprache der holistischen Ökologie Clements' bei und benennen den stabilen Zustand eines Ökosystems als *climax*. Zugleich sind aber die Methoden, mit denen sie die zugrundeliegenden Erkenntnisse erarbeiten, durch und durch empirisch und reduktionistisch. Dieser Widerspruch rührt Bergandi zufolge daher, dass angesichts der Komplexität von Ökosystemen unübersehbar viele Faktoren in ihrer Dynamik als Ganzes erfasst werden müssen, um genaue Aussagen zu treffen. Um mit dieser Überforderung umzugehen und dennoch dem Ganzen begegnen zu können, reduziert Odum die Vielfalt auf eine kleine Menge modellierbarer Faktoren. Der holistische Anspruch speist, so hat es Bergandi ausgedrückt, einen methodischen Reduktionismus: »Odum's position can be defined as crypto-reductionist for, while his vision is holistic on ontological and epistemological levels, the author proves to be purley reductionist in his methodology.«[393]

So sehr sich die Ökosystem-Ökologie seit den 1960er Jahren von den tradierten Harmonievorstellungen löst und von der Prämisse ausgeht, dass Gleichgewicht auf ständiger Wiederherstellung beruht, so sehr bleibt sie dem tief verwurzelten Streben nach einer Balance der Natur treu. Dies wird sich nicht zuletzt an Eugene P. Odums Vorliebe für die Gaia-Theorie und seiner Stellungnahme für die *environments* der künstlichen *Biosphere II* zeigen, welche später ausführlich thematisiert werden wird. In der Betonung der Bedeutung von Selbstorganisation und ihren Energieflüssen unterscheidet sich dieser Ansatz dennoch deutlich von den Vorkriegsholismen. Was in einem Ökosystem über die Summe seiner Teile hinausgeht, ist für die Odums ein Produkt ihrer kybernetischen Organisation, die zu einem natürlichen Gleichgewicht führt.

Unter dem Titel »The Cybernetic Nature of Ecosystems« verdeutlicht Eugene P. Odum 1981 gemeinsam mit Bernard C. Patten in konzentrierter Form die Vorzüge

392 So in Odum, Eugene P.: »The Emergence of Ecology as a New Integrative Discipline«. In: *Science & Education* (25. März 1977). S. 1289-1293.

393 Bergandi: »›Reductionist Holism‹«. S. 166.

des kybernetischen Ansatzes und erläutert dabei auch das entsprechende Umgebungsdenken. Den Unterschied zu jenen Ökologen, die sich dem ökosystemischen Ansatz verweigern, sehen die Autoren in einem mangelnden Verständnis der Bedeutung des *environments*: »For them, the theory of ecology is complete with the organism and its evolving population. Organisms feed upon and compete with one another in an environment which is unnecessary to define beyond ›carrying capacity‹. […] The theory is pat, and environment is always there, prepared and ready to accommodate another cycle of the process.«[394] Im Gegensatz zu dieser Perspektive müsse eine kybernetisch orientierte Ökologie ständig fragen, warum das *environment* so ist, wie es ist und sich nicht in energetischem Chaos aufgelöst habe.

Noch mehr als ein Jahrhundert nach Spencers Einführung des Begriffs in das Vokabular der Ökologie bietet die Betonung der Bedeutung des *environments* die Möglichkeit, einen epistemologischen Sonderstatus zu markieren. Das *environment* kann für eine solche Theorie entsprechend keine gegebene Konstante sein, sondern wird immer durch das jeweilige Ökosystem und damit den Beobachter spezifiziert. Erst in ihrem Zusammenspiel lässt sich das »processing of energy-matter«[395] erfassen, durch das für die Odums Ökosysteme erforschbar sind. Dass es eine stabil und sogar harmonisch erscheinende Biosphäre gibt, hängt dem zitierten Aufsatz zufolge davon ab, dass Energie und Materie gemäß kybernetischen Prinzipien organisiert sind – in Ökosystemen aus Organismen und *environments*.

Die Gestaltung eines Ökosystems oder die Beeinflussung einer Organisation müssen sich, so lautet der seitdem verbreitete Ansatz, an ihr *environment* halten, das in holistischen wie in organizistischen, in mechanischen wie in systemischen Ansätzen in Biologie und Ökologie, aber auch in den Künsten, Stadtplanung und Architektur vom natürlichen Gegenpol der Organismen in ein beeinflussbares Gefüge aus kontrollierbaren Faktoren transformiert wird. In der Ökologie sind die Arbeiten der Odum-Brüder das einflussreichste Beispiel für die rasche Verquickung dieser Theoriekonstellation mit praktischen Eingriffen in das *environment*, die etwa die Wasseraufbereitung, die Müllentsorgung, das Einsetzen von Mikroorganismen in verseuchte Seen oder die Vergabe von Fischereilizenzen abhängig von Populationszyklen umfassen.[396] Die Maßnahmen der Modifizierung und technischen Gestaltung, die, wie im nächsten Kapitel zu zeigen sein wird, zu dieser Zeit auch auf anderen Gebieten hervortreten, markieren eine folgenreiche Verschiebung dessen, was *environment* sein kann und wo eine neue Biopolitik ansetzen muss: »Society

394 Odum/Patten: »The Cybernetic Nature of Ecosystems«. S. 894.

395 Ebd.

396 Von Odums Mitarbeiter William Mitsch wird *ecological engineering* unter dem Titel *ecotechnology* als Anwendungsfeld wie als Forschungsmethode im ersten Lehrbuch zu diesem Thema weiter vorangetrieben: Mitsch, William J./Jørgensen, S. E. (1989): *Ecological Engineering. An Introduction to Ecotechnology*. New York, Wiley.

needs and must find as quickly as possible, a way to deal with the landscape as a whole, so that manipulative skills (that is, technology) will not run too far ahead of our understanding of the impact of change.«[397]

3.9 Resilienz und das Ende des Gleichgewichts

Seit der Einführung der Dyade von Organismus und *environment* sind die Wissenschaften des Lebendigen mit der Notwendigkeit konfrontiert, die Kausalität der Wechselwirkung von Umgebendem und Umgebenem zu untersuchen. Wie wirkt das eine auf das andere, wie sind sie miteinander verschränkt und was ist in ihrem Verhältnis Wirkung, was Ursache? Im Verlauf des 20. Jahrhunderts sind zur Beantwortung dieser Fragen unterschiedliche Begriffe der Reziprozität und der Rekursion in Anschlag gebracht worden, wodurch sich der Fokus mehr und mehr von natürlichen, anti-artifiziellen Einflüssen auf Systeme erweitert hat, die sowohl Menschen als auch Organismen enthalten und technische mit natürlichen Elementen zusammenschließen. Aufgrund ihrer prognostizierbaren Zusammenhänge werden Ökosysteme in der Nachkriegszeit schrittweise als Gegenstände gestaltender technischer Maßnahmen verstanden. Weil jedoch Eingriffe stets in der Modifikation ihrer Zirkulation bestehen und somit die Verteilung von Energie und Materie innerhalb des Systems betreffen, handelt es sich um Eingriffe in Umgebungen, die indirekt auf das Umgebene wirken. *Environments* sind bereits in den frühen Ökologien des 19. Jahrhunderts nicht nur unbedeutende Hintergründe eines eigentlichen Geschehens und spätestens mit der Ökosystem-Ökologie nach dem Zweiten Weltkrieg auch Räume der Intervention.

Fragen ökologischer Kausalität, die als Matrix biopolitischer Maßnahmen der Umgebungsgestaltung historischen Wandlungen unterworfen sind, werden mithin seit dem Zweiten Weltkrieg als Fragen der möglichen Beeinflussung des Umgebenen durch die Gestaltung des Umgebenden verhandelt. Während beispielsweise bei Haldane, Henderson und Cannon der experimentelle Eingriff in *environments* stets als Modifikation der Lebensbedingungen des umgebenen Organismus gedacht und damit als Konvergenz eines Begriffs und einer Politik des Lebendigen markiert war, laufen die von den Odums vorgestellten Verfahren des *ecological engineerings* auf eine auf energetischen Prinzipien basierende, technokratische Steuerung eines komplexen Gefüges aus Kausalfaktoren hinaus, mit der Populationen als Bestandteile ökosystemischer Zusammenhänge kontrolliert werden sollen. Dem *ecological engineering* liegt die Annahme des *maximum power principle* zugrunde, demzufolge selbstorganisierende Systeme Strukturen herausbilden, die es ihnen erlauben,

397 Odum: »The Strategy of Ecosystem Development«. S. 267.

möglichst viel Energie aufzunehmen und sie möglichst effizient zu transformieren. Technische Eingriffe in Ökosysteme, die nicht optimal operieren oder zu bestimmten Zwecken nutzbar gemacht werden sollen, bestehen entsprechend in der Optimierung der Energiedistribution im System.

Eine solche Biopolitik besteht ganz im Sinne Foucaults darin, »Zirkulation zuzulassen, zu gewährleisten, sicherzustellen«[398], das *environment* als Raum der Zirkulation also derart zu modifizieren, dass das, was es umgibt, entsprechend beeinflusst wird. Als Bestandteil des von Foucault beschriebenen Sicherheitsdispositivs reagiert diese Biopolitik auf Gefahren von Innen, auf Stockungen und Stauungen der Zirkulation, die dazu führen, dass eine Bevölkerung als Multiplizität von Individuen zu Abweichungen neigt, zu Disbalancen und unvorhersehbaren Krisen. Dieses Sicherheitsdispositiv entsteht Foucault zufolge Ende des 18. Jahrhunderts Hand in Hand mit dem Auftreten der Bevölkerung und der korrespondierenden Wissensformen. Es wird, so sollen diese Überlegungen hier fortgeführt werden, spätestens seit der Mitte des 20. Jahrhunderts mit ökologischem Wissen verquickt und erreicht dabei eine neue Eskalationsstufe. Die Ökosystem-Ökologie dieser Zeit verfügt über Konzepte und Methoden, die das Regieren von Populationen durch ihr *environment* sowohl auf theoretischer Basis erklären als auch praktisch umsetzen. Dabei wird ein spezifischer Begriff des *environments* veranschlagt, dessen Ausrichtung auf Stabilität wiederum die Bedingungen dieser Biopolitik prägt.

Mit der Ökosystem-Ökologie der Odum-Brüder wird die Modifikation und Gestaltung von Ökosystemen zum Gegenstand einer wirkmächtigen Ausrichtung der Ökologie, die um 1970 die entsprechenden politischen Debatten in Nordamerika dominiert. Einerseits erhebt sie den Anspruch, bedrohte Ökosysteme zu schützen. Andererseits ist ihr technokratischer Ansatz anschlussfähig an die zu dieser Zeit auf den Weg gebrachten ersten Versuche juristischer wie politischer Regelungen einer *environmental policy*. Der Ökosystem-Ansatz gerät zu dieser Zeit jedoch bereits innerwissenschaftlich unter Druck, die Dynamik eines Ökosystems und seine Anpassung an variable, sich beständig ändernde Bedingungen neu zu erfassen.[399] In unterschiedlichen Kontexten werden die Schwierigkeiten deutlich, den zu dieser Zeit entstehenden Konzepten von Komplexität und nonlinearer Dynamik sowie der damit verbundenen Beobachtung gerecht zu werden, dass Ökosysteme mehrere stabile Zustände haben können.[400] Mit diesem neuen theoretischen Anspruch ändern sich die Anforderungen an einen operationalisierbaren Systembegriff, was zu

398 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 52.

399 Vgl. zu diesem Wandel der Ökologie ausführlich Taylor, Peter J. (2005): *Unruly Complexity. Ecology, Interpretation, Engagement*. Chicago, University of Chicago Press.

400 Auch Gilbert Simondon hat in einem anderen Kontext betont, dass erst das Nachdenken über metastabile Gleichgewichte die Dynamik von Individuationsprozessen erfassen könne: »Das stabile Gleichgewicht schließt aber das Werden aus, weil es den niedrigstmöglichem Niveau potentieller Energie entspricht. Es ist dasjenige Gleichgewicht, das in einem System erreicht

Beginn der 1970er Jahre zu einer komplexitätstheoretischen Reformulierung ökologischer Annahmen und einer erneuten Verschiebung von Epistemologien des Umgebens führt. Als Abschluss dieses Kapitels und als Ausblick auf die an dieser Stelle nicht weiter verfolgte Geschichte der wissenschaftlichen Ökologie im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts bis in die Gegenwart soll ein kurzer Überblick über die ökologische Theorie der Resilienz dienen. In deren Kontext wird das *environment* durch die Verabschiedung von Gleichgewichts- und Stabilitätsvorstellungen zu einer Quelle von Unsicherheit. Damit treten Kapazitäten der Adaption an unsichere *environments* als neue biopolitische Instrumente hervor, die im Schlusskapitel auf die Umgebungstechnologien der Gegenwart bezogen werden.

Insofern Resilienz, verstanden als die Fähigkeit eines Systems zur Absorption von Veränderungen bei fluktuierenden Außenbedingungen, in den letzten zwanzig Jahren weit über die Ökologie hinaus zum Ziel des individuellen Verhaltens, der Anpassungsfähigkeit sozialer oder ökonomischer Institutionen sowie zur Grundlage smarter Technologien geworden ist, bildet ökologisches Wissen in diesem Kontext die Basis einer erneuten Transformation der Umgebungsrelationen, die Biopolitik nutzbar macht. Im Gegensatz zu der etwa von den Odums vorangetriebenen Methode der Optimierung der Zirkulation ist die mit dem Resilienz-Konzept einhergehende Biopolitik auf zukünftige Ereignisse in dynamischen, unvorhersagbaren Umgebungen ausgerichtet, setzt als *adaptive environmental management* die Absorption von Schwankungen methodisch ein und dehnt diese Kapazitäten gegenwärtig angesichts von Risikofaktoren wie Terrorismus oder dem Klimawandel auf planetarischen Maßstab aus. Stauungen und Stockungen erscheinen nicht mehr als Disbalancen innerer Zirkulation, die durch deren Optimierung gelöst werden können, sondern Potentiale des Umgangs mit Unsicherheit, die technisch von adaptiven Umgebungstechnologien wie Robotern, Drohnen oder automatisierten Fahrzeugen eingelöst werden können. Der Ort dieser Unsicherheit ist nunmehr das *environment*.

Der Begriff der Resilienz, der Anfang der 1970er Jahre vom kanadischen Ökologen Crawford S. Holling in die ökologischen Debatten eingeführt wird, artikuliert ein neues Verständnis dessen, was stabile Zustände konstituiert.[401] Was die Abläufe innerhalb eines Ökosystems angeht, bleibt Holling in seinem vielzitierten Aufsatz »Resilience and Stability of Ecological Systems« von 1973 weitestgehend dem

---

wird, wenn darin alle möglichen Transformationen verwirklicht sind und keine Kraft mehr existiert.« (Simondon: »Das Individuum und seine Genese«. S. 32.)

401 Zur Geschichte des Begriffs auch außerhalb der Ökologie vgl. Höhler, Sabine: »Resilienz: Mensch – Umwelt – System. Eine Geschichte der Stressbewältigung von der Erholung zur Selbstoptimierung«. In: *Zeithistorische Forschungen* 11/3 (2014), S. 425-443 sowie Alexander, D. E.: »Resilience and Disaster Risk Reduction. An Etymological Journey«. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13/11 (2013), S. 2707-2716.

Stand der Ökosystem-Ökologie verpflichtet.[402] Die Prozesse der Adaption, die ein resilientes System in seiner nicht-linearen Dynamik kennzeichnen, gehorchen weiterhin den kybernetischen Mechanismen der Selbstorganisation und sind mit den etablierten Methoden der Ökologie erforschbar. Holling artikuliert hingegen zwei Kritikpunkte: einerseits an der Annahme der Norm eines stabilen Zustands des Gleichgewichts, in das ein System zum Zweck des Überlebens zurückkehrt, sowie andererseits an der mit dieser Annahme verbundenen harmonischen Reziprozität der Dyade, in der das *environment* einen Rahmen der Stabilität abgibt, in den sich der Organismus fügt.[403] Holling verabschiedet damit die Prämisse einer mathematischen Vorhersagbarkeit von Ökosystemen. Für Holling ist das *environment* des jeweiligen Systems ein Faktor der Fluktuation und eine Quelle der Unsicherheit, was wiederum den Imperativ der Adaption nach sich zieht. Das *environment* stellt die Bedingung permanenter Adaption der Organismen oder der Populationen innerhalb eines Ökosystems sowie des Ökosystems als Ganzem an diese Fluktuationen dar.

Mit dem Begriff der Resilienz verabschiedet sich der an Holling anschließende Zweig der wissenschaftlichen Ökologie von den Harmonievorstellungen der Stabilität und des Gleichgewichts zugunsten permanenter Anpassung und fluider Grenzwerte angesichts unvorhersagbarer Zustände des *environments*. Damit verändert sich auch der Möglichkeitsraum der Gestaltung von Ökosystemen. Den Horizont von Hollings Arbeiten bilden von Beginn an eine neue Fundierung von *adaptive environmental management* sowie entsprechende *ecosystem services*.[404] Da diese nicht mehr auf die Stabilisierung eines Ökosystems gerichtet sind, können sie nicht mit der Vorgabe von Zielen oder zu erreichenden Zuständen operieren.[405] An ihre Stelle treten das Training eines Systems in permanenter

402 Holling, Crawford S.: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. In: *Annual Review of Ecology and Systematics* 4/1 (1973), S. 1-23.

403 Vgl. zur Geschichte von Gleichgewichtskonzepten und der ›balance of nature‹ Wu, Jianguo/Loucks, Orie L.: »From Balance of Nature to Hierarchical Patch Dynamics. A Paradigm Shift in Ecology«. In: *The Quarterly Review of Biology* 70/4 (1995), S. 439-466.

404 Vgl. Holling, Crawford S./Clark, W. C.: »Notes Towards a Science of Ecological Management«. In: van Dobben, W. H./Lowe-McConnell, R. H. (Hg., 1975): *Unifying Concepts in Ecology*. The Hague, Junk, S. 247-251. Der Ansatz des *ecosystem management* wird im 1988 veröffentlichten Lehrbuch *Ecosystem Management for Parks and Wilderness* erstmals systematisch entwickelt und sowohl zum Forschungszweig der Ökologie als auch zum Faktor der Politikberatung erklärt (vgl. Agee, James/Johnson, Darryll (Hg., 1988): *Ecosystem Management for Parks and Wilderness*. Seattle, University of Washington Press. Vgl. zur Geschichte des *ecosystem management* Grumbine, R. Edward: »What Is Ecosystem Management?«. In: *Conservation Biology* 8/1 (1994), S. 27-38).

405 Frédéric Neyrat hat betont, dass die »affirmation of the ontological instability of ecosystems and the rejection of any idea of nature being balanced or stationary« (Neyrat (2018): *The Unconstructable Earth*. S. 10) zur Entstehung eines Öko-Konstruktivismus geführt habe. Die Beobachtung, dass die Bestrebungen des *geoengineerings* auf der »naturalist position« (ebd.) der Re-

Anpassung, der Aufbau von Ressourcen für den Notfall sowie die Herausbildung adaptiver Kapazitäten durch die Ausweitung bzw. Verengung von Grenzwerten, bei deren Überschreiten ein System seine temporäre Stabilität aufgibt. Dieses *environmental management* ist nicht mehr an der Rückkehr in die stabilen Zustände der Vergangenheit, sondern an der flexiblen Anpassung an zukünftige Schwankungen orientiert.

Andreas Folkers hat beschrieben, wie mit der Ausweitung des Resilienz-Konzepts über die Ökologie hinaus eine Biopolitik vitaler Systeme an die Stelle der bzw. neben die Biopolitik der Bevölkerung tritt, wie sie Foucault darstellt. Diese neue Formation richtet sich »auf die Gewährleistung der technischen und ökologischen Bedingungen des Lebens«[406]. Unter dem Vorzeichen der Resilienz bestehen diese nicht mehr nur in der Verfügbarkeit der materiellen Grundlagen des Lebens – Nahrung, Wohnung, Gemeinschaft. Vielmehr zielt diese neue Form der Biopolitik Folkers zufolge unter dem Stichwort Versorgungssicherheit auf den Anschluss an sozio-technische Systeme und Infrastrukturen als Lebensbedingungen. Damit treten neben den vielfach beschriebenen Anwendungen des Resilienzkonzepts in der Terrorismusbekämpfung Ökosysteme in den Fokus der Sicherheitspolitik – seien es begradigte Flüsse, die die Gefahr weitflächiger Überschwemmungen erhöhen[407], die Planung smarter Städte[408], Eisberge als Risiko wie als ökonomisches Potential[409] oder die ökologischen Auswirkungen der Gewinnung seltener Erden[410].

Gegenwärtig stehen all diese Beispiele unter dem Vorzeichen des Klimawandels, in dessen Angesicht die neue Ausrichtung der Sicherheitspolitik auf Adaption besonders wirkmächtig wird.[411] Folkers schreibt: »Die Ökosphäre kann immer weniger als Externalität und Störquelle in die technische Systemumwelt abgeschoben werden, sondern durchdringt und ermöglicht die Technosphäre und das Leben der Bevölkerung. Die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen hat so die vitalen Ökosysteme – grüne Infrastrukturen und *planetary life support systems* – zum Gegenstand des Sicherheitsdispositivs werden lassen.«[412] In diesem Sinne gilt es,

---

silienztheorie aufbauen, ist angesichts ihres Umgangs mit Risiken sicherlich zutreffend. Doch die Ökosystem-Ökologie, von der sich Holling absetzt, verfolgt bereits ähnliche Ziele.

406 Folkers (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz*. S. 223.

407 Ebd., S. 273f.

408 Vgl. Halpern, Orit/Günel, Gökçe: »Demoing unto Death. Smart Cities, Environment, and Preemptive Hope«. In: *Fibreculture Journal* 29 (2017)

409 Vgl. Ruiz, Rafico: »Iceberg Economies«. In: *Topia* 32/3 (2014), S. 179-198.

410 Vgl. Parikka (2015): *A Geology of Media*.

411 Vgl. Braun, Bruce P.: »A New Urban Dispositif. Governing Life in an Age of Climate Change«. In: *Environment and Planning D* 32/1 (2014), S. 49-64 sowie Dalby, Simon: »Anthropocene Formations. Environmental Security, Geopolitics and Disaster«. In: *Theory, Culture & Society* 34/2-3 (2015), S. 233-252.

412 Folkers (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz*. S. 299.

Folkers Überlegungen aufnehmend, aber auf die Geschichte der Ökologie bezogen nachzuzeichnen, wie das Konzept der Resilienz mit einer spezifischen Relationalität des Umgebens verknüpft ist und diese wiederum neue biopolitische Verfahren prägt. Mit dem Konzept der Resilienz ändern sich die Bedingungen und Verfahrensweisen einer Biopolitik, die auf der Dyade von *environment* und Organismus bzw. Population aufbaut, weil die Kausalitäten ihrer Wechselwirkung und damit die Ordnungen ihrer Umgebungsrelationen neu definiert werden. Das *environment* erscheint in dieser komplexitätstheoretisch geschulten Auffassung als Quelle der Unsicherheit, die ständige Adaption erfordert. Anpassung wird damit zur Bedingung des Überlebens und der Eingriff in Zirkulationen wird durch ständige Anpassung des Umgebenen ersetzt, die jedoch nur durch die Reziprozität mit dem Umgebenden möglich ist. Um diese Transformation zu beschreiben wird es nötig sein, Foucaults Texte einer erneuten Lektüre zu unterziehen, weil die im ersten Teil des Buches beschriebenen systemtheoretischen und kybernetischen Denkfiguren in Foucaults Arbeit selbst auf ein Modell der Stabilität hinauslaufen, das mit Resilienz nicht vereinbar ist.

3.9.1 Instabile *environments*

Die Stabilität, die bis hin zu den Odum-Brüdern ein weitestgehend unproblematisierter Horizont der Ökologie bleibt, weicht in den 1970er Jahren diesem Modell der Resilienz, das heute auf vielen Feldern außerhalb der Ökologie von der Traumapsychologie über die Soziologie und die Klimaforschung bis hin zur Sicherheitspolitik und zur Finanzwirtschaft in der Krisenbewältigung bzw. -prävention Anwendung findet. Gesellschaften, Ökonomien, Individuen und Institutionen sollen, so der in der unüberschaubaren Ratgeber- und Richtlinienliteratur etwa seit der Jahrtausendwende formulierte Anspruch, dem Vorbild von Ökosystemen folgend resilient werden. So können sie angesichts der Unvorhersagbarkeit ihres jeweiligen *environments* überleben. Der Erfolg dieses Konzepts erklärt sich nicht zuletzt aus einer eindringlichen Rhetorik, die schon in den Texten Hollings deutlich wird.

Hollings Konzept der Resilienz beschreibt die Reaktionen eines Systems auf Stress und Veränderungen als eine operationale Strategie des Risikomanagements. Vom lateinischen *resilire* für *zurückspringen*, *abprallen*, meint Resilienz in der Physik die Eigenschaft elastischer Materialien, nach Verformung zu ihrer Ausgangsform zurückzukehren und den Stress der Verformung erst später abzubauen bzw. zu kanalisieren. Dieses Verständnis wird von Holling in die Ökologie überführt. Den Wissenschaftshistorikern Fridolin Brand und Kurt Jax zufolge verwendet Holling zwei unterschiedlich gelagerte Definitionen von Resilienz: Für ein System in einem stabilen Zustand ist Resilienz die Zeit, die nötig ist, um nach einer Störung in einen anderen temporär stabilen Zustand zurückzukehren. Für ein instabiles System ist Resilienz die Menge an Störung, die das System absorbieren kann, ohne

sich aufzulösen.[413] In beiden Fällen findet ein resilientes System nach einer Störung nicht einfach in ein stabiles Gleichgewicht zurück, sondern erreicht einen neuen Zustand durch die Setzung neuer Normen und adaptierter Schwellenwerte der Stabilität. Ein solches System kennt keinen einzelnen, optimalen Zustand der Stabilität, sondern nur Multistabilität – es kann sich, in anderen Worten, flexibel an jegliche Störungen und Veränderungen seines Außen anpassen, weil es keinen festen Zustand hat, sondern nur temporäre Stabilität herausbildet. Adaption ist permanent.

Diese Fähigkeit ist überlebensnotwendig (und damit zentral für die ökologische Forschung), weil sich das *environment* eines Systems durch Katastrophen, das Auftreten neuer Fressfeinde, Wetterveränderungen oder ähnlich unvorhersagbare Faktoren auf abrupte Weise ändern kann. Doch Unsicherheit bedeutet hier nicht nur die Unerwartbarkeit unwahrscheinlicher Ereignisse, sondern die Permanenz der Adaption: Weil ein Organismus in einer ökologischen Relation mit seinem *environment* steht, in der steigende Autonomie mit stärkerer Abhängigkeit vom *environment* einhergeht, ist er mit den Dynamiken des *environments* derart gekoppelt, dass er nur überleben kann, wenn er sich ständig verändert. Das wiederum bedeutet, dass ein unsicheres *environment* nicht als Bedrohung des Organismus zu verstehen ist, sondern – als Element der dyadischen Verschränkung – als Bedingung seines Lebens. Die Fähigkeit zur Adaption ermöglicht die Ausrichtung der Systembestandteile auf neue Attraktoren, d.h. die Etablierung einer neuen systemischen Dynamik und mithin der Fortsetzung des Lebens in Abhängigkeit vom *environment*. Der Effekt einer resilienten Organisation besteht nicht in der Beseitigung der Störung, sondern in der Adaption des Systems an die unvermeidlich auftretenden Fluktuationen in einem sogenannten *adaptive cycle* aus *exploitation*, *conservation*, *release* und *reorganisation*.[414] Ein besonders resilientes System ist, so Holling, in der Lage, auch fundamentale Veränderungen der äußeren Bedingungen durch die flexible Herausbildung neuer Zustände zu meistern, ohne zu einem Ausgangszustand zurückkehren zu müssen: »A population responds to any environmental change by the initiation of a series of physiological, behavioral, ecological, and genetic changes that restore its ability to respond to subsequent unpredictable environmental changes.«[415] Die Herausbildung von Widerstandsfähigkeit geschieht im Verbund mit Anpassungsfähigkeit.

Dieses von Holling erstmals systematisch formulierte Konzept modelliert die Fähigkeit eines Systems, auf Veränderungen der grundlegenden Bedingungen zu

413 Brand, Fridolin/Jax, Kurt: »Focusing the Meaning(s) of Resilience. Resilience as a Descriptive Concept and a Boundary Object«. In: *Ecology and Society* 23/1 (2007), S. 1-16. Hier: S. 2.

414 Vgl. Holling, Crawford S./Walker, Brian/Carpenter, Stephen R./Kinzig, Ann: »Resilience, Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems«. In: *Ecology and Society* 9/2 (2004), S. 1-9.

415 Holling: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. S. 18.

reagieren und sich ihnen durch Adaption seiner inneren Organisation anzupassen. Holling, der zunächst die Ökosysteme von Wäldern im Osten Kanadas erforscht, stellt Resilienz als explizites Gegenmodell zum Gedanken der Stabilität vor, der dem zu dieser Zeit diskutierten Begriff des Ökosystems zugrunde liegt: »The stability view emphasizes the equilibrium, the maintenance of a predictable world, and the harvesting of nature's excess production with as little fluctuation as possible.«[416] Die Annahme von stabilen Zuständen, die in der Ökologie von Beginn an dominant ist (und der sich auch Tansleys Ökosystem-Konzept trotz der Kritik an Clements' Idee des *climax* anschließt), impliziert die Vorhersagbarkeit von Reaktionen auf bestimmte Einflüsse aus dem *environment*. Ein resilientes System hingegen passt sich Veränderungen durch die Herausbildung einer neuen Organisation an und ist damit nicht prognostizierbar. Multistabile System entfalten eine ebenso unvorhersagbare Dynamik wie die unvorhersagbaren Veränderungen des *environments*. Unvorhersagbarkeit bedeutet hier nicht nur das Eintreten unwahrscheinlicher Ereignisse, sondern umfasst auch die Dynamik des Alltäglichen. Unsicherheit und Unvorhersagbarkeit sind nicht identisch, bedingen einander aber gegenseitig. Steuerung, Prognose und darauf ausgelegtes Management verlieren in der Folge ihre Grundlage.[417] Hollings Konzept ist als Kritik am Regulationsansatz der Systemökologie gedacht.[418] Das Trainieren eines resilienten Systems kann günstiger sein als die aufwändige Vermeidung von Fehlern und Störungen in der Zirkulation zur Gewährleistung von Stabilität – so wie es politisch günstiger sein kann, sich von einem Terrorattentat zu erholen als Terrorismus zu verhindern.

Holling wendet sich gegen die Auffassung, der zufolge ein Ökosystem dann erfolgreich ist, wenn es nach temporären Störungen rasch in einen Zustand des Gleichgewichts zurückkehrt, sich also selbst repariert, um eine natürliche Balance zu erreichen. Holling kritisiert, so Chris Zebrowski, »efforts to protect vulnerable populations through system stabilizing approaches focused on maintaining the system in an equilibrium state«[419]. Ein solches Modell von Stabilität beruhe auf einem klassischen Verständnis, das dem Anspruch einer Theorie komplexer, multistabiler Systeme nicht gerecht werden könne. Erklärungsbedürftig sei stattdessen die Persistenz eines Systems durch das Zusammenspiel von Veränderung und Konstanz. Holling zeigt, dass Pflanzen- und Tierpopulationen, die häufig klimatischen Veränderungen unterworfen sind, zwar größeren Schwankungen als Populationen in gemäßigteren Regionen unterliegen, aber auf periodische Fluktuationen weitaus persistenter reagieren. Die nur geringen Veränderungen ausgesetzten Popula-

416 Ebd., S. 21.

417 Vgl. ebd., S. 18.

418 Vgl. zu Hollings Kritik am Steuerungsansatz Zebrowski, Chris: »The Nature of Resilience«. In: *Resilience* 1/3 (2013), S. 159-173. Hier: S. 165.

419 Ebd., S. 166.

tionen hingegen erholen sich deutlich schlechter von abrupten Schwankungen.[420] Bei gleichbleibenden Bedingungen besonders stabile Systeme sind oft besonders unfähig, rasche Veränderungen ihrer Umgebung zu kompensieren. Ein resilientes System hingegen vermag auf Veränderungen auch bei massiven äußeren Turbulenzen zu reagieren, ohne sich aufzulösen, wechselt jedoch in solchen Phasen die Grenzwerte für temporäre Stabilität. Das Fortbestehen bzw. die Auflösung des Systems sind demnach das Ergebnis von Resilienz und nicht von erreichter bzw. verlorener Stabilität. Die Veränderbarkeit und Flexibilität seiner Organisation ersetzt die Stabilität der Relationen. Nur durch die ständige Anpassung und Veränderung kann das System fortbestehen. Es löst sich auf, wenn es seine Grenzwerte nicht anhand der äußeren Bedingungen regulieren kann. Als Alternative zur Rückkehr in den Zustand vor der Störung steht einem resilienten System die Möglichkeit offen, andere Zustände zu finden, die temporär mit dem *environment* kompatibel sind. Persistenz wird für Holling zum Maßstab und Instabilität zum Faktor des Überlebens. Entsprechend ist es nicht verwunderlich, dass sich die Resilienztheorie, wie im letzten Kapitel ausführlich erörtert, in ihren Abbildungen und Metaphern vom die Ökologie bis dahin dominierenden Bild des harmonischen, runden Kreises löst und Spiralen sowie Schleifen an dessen Stelle setzt.

Holling reagiert, wie Melinda Cooper und Jeremy Walker unterstrichen haben, auf die Auswirkungen intensivierter Landwirtschaft und die zu dieser Zeit diskutierte Ausbeutung endlicher Ressourcen: »For Holling, the equilibrium approach was dangerous in its abstraction: glossing over the unknowably complex interdependencies of specific landscapes pressed into the conditions of maximized yield, it accelerated the process of fragilization, potentially leading to the irreversible loss of biodiversity.«[421] Anstatt davon auszugehen, dass Ökosysteme nach solchen Eingriffen entweder ihre Stabilität zurückerlangen oder sich auflösen, soll die Ökologie Holling zufolge vielmehr die Resilienz des Systems angesicht der extremen Instabilität der Umgebungsfaktoren erklären und zugleich ›Trainingsverfahren‹ für resiliente Systeme entwickeln: »This view leads to a strategy of management that can attempt to work with the natural dynamic rhythm of ecosystems, that attempts not to eliminate fluctuations but to transfer them into directions less in conflict with man's desires, that attempts to design systems which are not so much fail-safe but safe in the inevitable event of their failure (remember Hurricane Agnes?).«[422] Durch Resilienztraining soll das Unerwartbare erwartbar gemacht werden – durch

420 Vgl. Holling: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. S. 18.

421 Walker, Jeremy/Cooper, Melinda: »Genealogies of Resilience«. In: *Security Dialogue* 42/2 (2011), S. 143-160. Hier: S. 146.

422 Holling/Clark: »Notes Towards a Science of Ecological Management«. S. 250. Der Hurricane Agnes verursacht im Juni 1972 an der Ostküste der USA Schäden in Höhe von zwei Milliarden Dollar.

die Vorbereitung darauf, dass Unerwartetes eintreten wird, könne der Umgang damit erlernt werden: »The unexpected can be expected.«[423]

Die Annahme eines stabilen Gleichgesichts führt, so zeigen Cooper und Walker weiter, zur Ausrichtung auf einen gleichmäßigen Ertrag eines verwertbaren Ökosystems – die Orientierung an festen Quoten also, zu denen das fragliche System jeweils zurückkehrt. Diese Annahme liegt auch der Überlegung zugrunde, dass Wachstum feste Limits habe, wie sie der Club of Rome zu dieser Zeit vertritt: Wenn die Ökosysteme des Planeten eigenständig zu einem stabilen Gleichgewicht zurückkehren, dann darf ein bestimmter Schwellenwert, etwa des Ressourcenverbrauchs oder der Bevölkerungszahl, nicht überschritten werden, weil sonst die Wiederherstellung des Gleichgewichts gefährdet wäre. Entsprechend berechnet der Club of Rome im 1972 erschienenen Bericht *The Limits of Growth* die Schwellenwerte des Versiegens von Ressourcen und die fatalen Konsequenzen.[424] Diesem Verständnis nach besteht *environmental management* in Maßnahmen, die sicherstellen, dass keine Schwellenwerte überschritten werden. Entsprechend benennt der Report Stabilität als erstes Ziel einer ökologischen Politik: »It is possible to alter these growth trends and to establish a condition of ecological and economic stability that is sustainable far into the future. The state of global equilibrium could be designed so that the basic material needs of each person on earth are satisfied and each person has an equal opportunity to realize his individual human potential.«[425] Auf ähnlichen Grundlagen der Stabilisierung bestehender Verhältnisse beruht auch das *ecological engineering* gemäß energetischen Grundsätzen, wie es die Odums vorstellen. Solange menschliche Eingriffe nicht zur Überschreitung der Limits führen oder Ungleichgewichte im Energiehaushalt erzeugen, sind sie in beiden Fällen zumindest implizit gerechtfertigt.

Anhand gescheiterter Versuche, Ökosysteme durch das Ausschalten von Wettbewerb, die Vermeidung von Fluktuationen oder, der Methode der Odums folgend, das Management ihres Energieverbrauchs zu optimieren, zeigt Holling die Schwächen dieser Versuche. Ein solcher Ansatz der Vermeidung von Fluktuationen übersieht Holling zufolge die Eigendynamik resilienter Systeme und kann dazu führen, dass mit der Erwartung konstanter Gleichgewichte und Zyklen derart in diese Dynamik der Resilienz eingegriffen wird, dass Systeme ihre Fähigkeit zur Adaption verlieren. Zwar würden die Schwellenwerte nicht überschritten und das resiliente System könnte die Eingriffe als weiteren dynamischen Faktor ausgleichen, doch

423 Holling, Crawford S. (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. New York, Wiley. S. 30.

424 Vgl. Meadows, Donella H./Meadows, Dennis L./Randers, Jørgen/Behrens III, William W. (1972): *The Limits to Growth*. London, Universe Books.

425 Ebd., S. 24.

durch die permanente Belastung würde es letztendlich seine Fähigkeit zur Resilienz einbüßen.[426]

Das Konzept der Resilienz wird von Holling mithin als Gegenmodell zu den Fließgleichgewichtszuständen von Ökosystemen im Sinne der Odums beschrieben. Es gibt demnach keine singulären Zustände des Gleichgewichts, deren Rahmenbedingungen definierbar wären. Vielmehr passen resiliente System ihre eigene Organisation beständig an, und zwar nicht im Sinne eines Optimierens der inneren Regulation mit dem Ziel eines spezifischen Zustands, sondern der ständigen Re-Organisation, als deren Resultat die Bedingungen stabiler Zustände jeweils neu formatiert und an das sich ständig verändernde *environment* adaptiert werden. Stabilität sei demnach für ein resilientes System nicht als Gleichgewicht zu definieren, sondern als die Fähigkeit, metastabile Formen auszubilden, welche die Funktionen des Systems auch bei wechselnden Rahmenbedingungen aufrechterhalten. Die Idee eines Systems, das lediglich einen einzigen Zustand des Gleichgewichts kennt, wird durch eine evolutionäre Dynamik ersetzt.

Die Prämisse von Hollings Ansatz, den er bei seinem ersten Forschungsaufenthalt am International Institute für Applied Systems Analysis (IIASA) in Laxenburg bei Wien von 1973 bis 1975 zur Methode des *adaptive environmental management* ausarbeitet, besteht in der Voraussetzung dauernder oder wiederkehrender Krisenzustände.[427] Diese lassen sich weder vorhersehen noch verhindern. Als charakteristische Eigenschaft von Systemen geht Resilienz mit der Normalisierung der Krise einher. »Probabilities of extinction«[428] werden zum Kriterium des Fortbestehens. Das Konzept der Resilienz und die damit verbundene Auffassung von Komplexität und Zufall implizieren die Verabschiedung eines klassischen Verständnisses von Vorhersagbarkeit und damit von Planung und Management, wie sie das *ecological engineering* dominieren. Die angemessene Reaktion auf das implizite Risiko grundsätzlich unvorhersagbarer *environments*, die Holling vorschlägt, ist Cooper und Walker zufolge vorausschauend und auf die Herausbildung von Absorptionskapazitäten und deren Nutzbarmachung gerichtet: »What is called for is a ›culture‹ of resi-

426 Vgl. Holling/Clark: »Notes Towards a Science of Ecological Management«. S. 249.

427 Von 1981 bis 1985 ist Holling Direktor dieses transnationalen und blockübergreifenden Think Tanks. Isabell Schrickel hat rekonstruiert, wie im Rahmen des IIASA das Konzept der Resilienz über die Grenzen der Ökologie hinaus ausgedehnt und auf der Basis von Computersimulationen in operationalisierbares und für die Politikberatung funktionales Wissen transformiert wird: »Resilienz zu erforschen und in Politiken zu überführen, ist medientechnisch und institutionell voraussetzungsreich: Systeme von dieser Eigenschaft her zu verstehen, setzt komplexe mathematische Modelle, eine hohe Datendichte, Computerinfrastrukturen und diplomatische Verhandlungsstrategien voraus, wie sie nur in transdisziplinären und integrativen Kontexten von Instituten wie dem IIASA herzustellen waren.« Schrickel, Isabell: »Von Schmetterlingen und Atomreaktoren. Medien und Politiken der Resilienz am IIASA«. In: *Behemoth* 7/2 (2014), S. 5-25. Hier: S. 21.

428 Holling: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. S. 20.

lience that turns crisis response into a strategy of permanent, open-ended responsiveness, integrating emergency preparedness into the infrastructures of everyday life and the psychology of citizens.«[429]

Diese Annahme Coopers und Walkers belegt ein Blick in den von Holling verantworteten, für das United Nations Environmental Program sowie das IIASA erstellten Forschungsbericht *Adaptive Environmental Assessment and Management* von 1978. Adressiert werden nicht nur die Wissenschaften der Ökologie, sondern auch politische Entscheidungsebenen. Dieser Text ist hier von besonderem Interesse, weil er ein an Resilienz orientiertes Verständnis von *environmental management* vorstellt und die methodischen Probleme des Umgangs mit Unvorhersagbarkeit und Unsicherheit im Hinblick auf Umgebungsrelationen fokussiert. All dies konvergiert in einer Biopolitik, deren Horizont das »designing for uncertainty«[430] bildet. Damit werden in aller Offenheit die Möglichkeit des Scheiterns und die konstitutive Unsicherheit der vorgeschlagenen Verfahren thematisiert, während Holling zugleich die Notwendigkeit hervorhebt, angesichts dieser Unsicherheit Entscheidungen über die Gestaltung von Umgebungen und Eingriffe in Ökosysteme zu treffen.[431]

Der Bericht schlägt anhand von fünf Fallstudien, die von der Lachszucht im Pazifik bis zum Prototyp des ökologischen Tourismus im österreichischen Alpendorf Obergurgl reichen, eine komplexitätstheoretisch fundierte Perspektive auf das *environmental management* durch Surveys, Computersimulationen[432] und Modellierungen vor.[433] Diese Analysen sollen jedoch weniger quantitativ (wie bei den Odums) als qualitativ vorgehen und die Struktur des untersuchten Ökosystems

429 Walker/Cooper: »Genealogies of Resilience«. S. 154.

430 Holling (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. S. 138.

431 Diese Unsicherheit spiegelt sich Cooper und Walker zufolge beispielsweise in den von der Finanz- und Versicherungsindustrie entwickelten Optionen und Derivaten, die im Rahmen der Absicherung gegen Umwelteinflüsse, Wetterkatastrophen und den Klimawandel zum Instrument ökonomischer Anpassung an den Klimawandel geworden sind (vgl. dazu Cooper, Melinda: »Turbulent Worlds. Financial Markets and Environmental Crisis«. In: *Theory, Culture & Society* 27/2-3 (2010), S. 167-190).

432 Bereits 1966 setzt sich Holling mit der Bedeutung des Computers für die Ökologie auseinander und schreibt: »The speed and large memory of modern digital computers for the first time allows the ecologist, in principle, to incorporate all the relevant actions and interactions of the fragments of complex ecological systems in an integrated manner.« Holling, Crawford S.: »The Strategy of Building Models of Complex Ecological Systems«. In: Watt, Kenneth E. F. (Hg., 1966): *Systems Analysis in Ecology*. New York, Academic Press, S. 195-214. Hier: S. 198. Vgl. zur Bedeutung des Computers für die Resilienztheorie ausführlicher Schrickel: »Von Schmetterlingen und Atomreaktoren«. S. 10f.

433 Vgl. Holling (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management.* Holling widerspricht dabei auch der Annahme der populären Ökologie, weil alles miteinander verbunden sei, müsse für das *environmental management* jeder einzelne Faktor untersucht werden: Ebd., S. 27.

berücksichtigen. Die Verfahren des *environmental managements*, die in diesem Kontext vorgestellt werden, sind als explizite Kritik an den bisherigen Verfahren ökologischen Managements gedacht. Holling beschreibt als Alternative die komplexen Methoden, mit denen der Zustand eines Ökosystems ermittelt wird, damit auf der Grundlage dieses *assessments* Gestaltungsmaßnahmen zur Herausbildung von Resilienz umgesetzt werden können.

Für Holling sind Vorhersage, Antizipation oder gar Steuerung zukünftiger Zustände des Systems schlicht unmöglich, weil künftige Kontingenzen und ihre Komplexität praktisch wie logisch nicht vorhersagbar sind. Die einzige Möglichkeit besteht darin, ein System auf die unweigerlich kommenden Disruptionen vorzubereiten und seine Fähigkeit zur Resilienz zu stärken. Als Alternative zum *ecological engineering* schwebt Holling entsprechend ein Management vor, dass »the need to keep options open […] and the need to emphazise heterogeneity«[434] berücksichtigt. Das Risiko zukünftiger Veränderungen oder Katastrophen kann nicht minimiert, sondern nur durch die Optimierung der Adaptionsleistung, also durch mehr Flexibilität und Belastbarkeit, gemeistert werden. Unvorhersagbarkeit ist nicht zwangsläufig schlecht, weil die notwendigen Adaptionsprozesse zu neueren und robusteren Systemen führen können.

Mit dieser Absage an Vorhersagbarkeit und der damit einhergehenden Konzeption von Management ist jedoch nicht impliziert, dass Ökosysteme nicht länger zum Gegenstand industrieller Ausbeutung werden sollen. Ökosysteme sind Holling zufolge immer an Systeme ihrer industriellen Nutzbarmachung gekoppelt. Wie Sara Nelson ausgeführt hat, unterscheidet Holling nicht in natürliche und künstliche Ungleichgewichte: »Resilience implied a fundamentally new approach to resource management, one not concerned with quantifiable outcomes (e.g. predictable flows of resource commodities), but with the support of adaptive capacities under conditions of irreducible uncertainty.«[435] Unsicherheit ist dabei jedoch keine Bedrohung der Produktivität von Stabilität, sondern selbst ein Antrieb von Veränderung und Wachstum. Flexibilität, Mobilität und Fluidität sind Umgangsweisen mit dieser konstitutiven Unsicherheit, bringen zugleich aber neue Unsicherheiten hervor: »A management approach based on resilience […] would emphasize the need to keep options open, the need to view events in a regional rather than a local context, and the need to emphasize heterogeneity. Following from this would be not the presumption of sufficient knowledge, but the recognition of our ignorance; not the assumption that future events are expected, but that they will be unexpected.«[436]

434 Holling: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. S. 21.

435 Nelson, Sara Holiday: »Resilience and the Neoliberal Counter-Revolution. From Ecologies of Control to Production of the Common«. In: *Resilience* 2/1 (2014), S. 1–17. Hier: S. 4.

436 Holling: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. S. 21.

Diese Zeilen von 1973 deuten die Relevanz des Modells der Resilienz für gegenwärtige Politiken des Risikomanagements bereits an. Mit der Betonung von Flexibilität, Mobilität und Fluidität sowie dem Imperativ der Adaption stellt der ökologische Begriff der Resilienz Verfahrensweisen, Modelle und Metaphern bereit, die, vermittelt über einflussreiche Institutionen wie das IIASA, die Resilience Alliance, das Stockholm Resilience Center oder auch die Weltbank, in zahlreichen Bereichen aufgenommen und grob seit der Jahrtausendwende zur Kennzeichnung neoliberaler Identitätsmodelle, Lebensweisen und Politiken herangezogen werden. Wenn es keine singulären Zustände der Stabilität gibt, sind permanente Anpassung und dauerhafte Flexibilität angesichts globaler Unsicherheit Anleitungen zu effektivem Handeln, sei es auf institutioneller, auf individueller oder auf technischer Ebene. Der Begriff ist Ulrich Bröckling zufolge zur »übergreifenden Chiffre für einen Umgang mit Risiken, Gefährdungslagen und unkalkulierbaren Ereignissen«[437] aufgestiegen. Resilienz kann entsprechend als zeitgenössische Strategie der Regierung des Lebendigen auf planetarischem Maßstab und somit als Instrument der Gouvernementalität im Sinne Foucaults verstanden werden. Resilienz, so die Stoßrichtung der Kritik, normalisiert Unsicherheit und Verletzbarkeit, indem sie die die Verantwortung für die Effekte der Unsicherheit des *environments* beim Individuum verortet und nicht in dessen gesellschaftlicher Formation.

Die Anpassungsfähigkeit von Populationen, Institutionen und Individuen wird in unterschiedlichen Kontexten als Resilienz gefordert und gefördert. Cooper und Walker haben vorgeschlagen, den Erfolg dieses ökologischen Konzepts in seiner Anschlussfähigkeit an die auf Friedrich Hayek zurückgehende neoliberale Theorie adaptiver Systeme zu verorten, die in der Ökonomie dominant geworden ist. Sie geht mit einer spezifischen Form des ökonomischen Risikomanagements einher, das die Stressresistenz ökonomischer Systeme an ihre Fähigkeit koppelt, Veränderungen nicht auszugleichen, sondern zu absorbieren. Nicht nur in der US-Sicherheitspolitik seit 2001 oder in der Finanzpolitik seit der Krise von 2008 ist demnach eben dieses Verständnis von Resilienz am Werk.[438] Auch urbane Infrastrukturen werden im Zuge des Risikomanagements als adaptive Systeme weiterentwickelt, um Resilienz herauszubilden.[439] Auf der Ebene individuellen Verhaltens gibt eine unüberschaubare Menge an Ratgeberliteratur bis hin zu vom Hochschulmanagement ausgerichteten Kursen in Resilienztraining für Universitätsmitarbeiter Anleitungen zu adaptivem Selbstmanagement. Resilienztraining bedeutet ständige Selbstoptimierung und Verantwortung für das eigene Wohlergehen.

437 Bröckling, Ulrich (2017): *Gute Hirten führen sanft. Über Menschenregierungskünste*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 114.

438 Vgl. Walker/Cooper: »Genealogies of Resilience«. S. 144.

439 Vgl. Adams, Ross Exo: »Notes from the Resilient City«. In: *Log* 23/3 (2014), S. 126-139.

Städte sollen ebenso wie Ökosysteme auf Stressfaktoren, Terrorakte und Umweltkatastrophen resilient zu reagieren lernen, also persistent bleiben, anstatt im Chaos zu versinken. Auch Katastrophen werden Folkers zufolge zum Gegenstand des Regierens und weltweit entsprechende Institutionen zur Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz etabliert.[440] In der Klimapolitik ist die Resilienz von natürlichen Ökosystemen das Modell für die globale Adaption an die durch Erderwärmung veränderten *environments* aller Lebewesen. Wie Orit Halpern, Robert Mitchell und Bernard Geoghegan argumentieren, bildet Resilienz ebenfalls die Grundlage smarter Technologien, die als Umgebungstechnologien verstanden werden können: »The logic of resilience is peculiar in that it aims not precisely at a future that is ›better‹ in any absolute sense, but at a smart infrastructure that can absorb constant shocks while maintaining functionality and organisation.«[441]

In diesem Sinne kann man seit etwa zwei Dekaden in unterschiedlichen Kontexten beobachten, wie die von Holling vorgeschlagenen Verfahren des *adaptive environmental managements* im Verbund mit Resilienzkonzepten aus anderen Bereichen wie etwa der Psychologie oder der Ökonomie auf Individuen, Institutionen und Gesellschaften übertragen werden. Das Ziel ist der Aufbau von Kapazitäten zur Stressabsorption. Der Stress wird stets vom *environment* hervorgerufen. Es geht jedoch nicht darum, die konstitutive Unsicherheit des *environments* zu eliminieren, also nicht um die Vermeidung von Risiko. Stattdessen liegt Resilienz in den Kapazitäten des Ausgleichs von Störungen und in der Rückkehr in einen funktionalen Zustand. Dieser stellt keine Norm dar, weil er immer von Störungen begleitet ist, sondern einen Modus permanenter Adaption an die Unsicherheit des *environments*, der nicht nur die innere Organisation des Systems betrifft, sondern diese stets in ein Verhältnis zum Außen des Systems setzt.

Im Zuge dieser Entwicklungen wird Resilienz, wie David Chandler und Julian Reid in einer gemeinsamen Studie über das neoliberale Subjekt ausgeführt haben, zu einer »fundamental property that peoples and individuals worldwide must possess in order to become full and developed subjects.«[442] Da Resilienz die ständige Anpassung an die »threats and dangers posed by its environment«[443] bedeutet, verliert dieses Subjekt Chandler und Reid zufolge seine Autonomie und Handlungsmacht, die bislang das Fundament der Herausbildung moderner Subjektivität bildeten. Eben weil alle Entscheidungen des resilienten Subjekts stets als Adaption an die Schwankungen des *environments* zu verstehen sind und dieses im Rahmen

440 Vgl. Folkers (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz*.

441 Halpern, Orit/Mitchell, Robert/Geoghegan, Bernard Dionysius: »The Smartness Mandate. Notes toward a Critique«. In: *Grey Room* 68/Summer (2017), S. 106-129. Hier: S. 121.

442 Chandler, David/Reid, Julian: »Introduction«. In: ders./ders. (Hg., 2016): *The Neoliberal Subject. Resilience, Adaptation and Vulnerability*. London, Rowman & Littlefield, S. 1-8. Hier: S. 1.

443 Ebd.

neoliberaler Ökonomien und internationaler Sicherheitspolitik als konstitutiv unsicher und unvorhersagbar definiert wird, können die Verhaltensweisen resilienter Organismen, Subjekte und Institutionen, selbst wenn sie auf die Abwehr zukünftiger Unsicherheit gerichtet sind, nur reaktiv sein.

Als Quelle der Unvorhersagbarkeit und Faktor der Fluktuation einerseits, als Objekt der Adaption andererseits steht das *environment* im Kontext der Resilienz als Regierungsform für einen Imperativ der Adaption: Wer sich seiner Umgebung nicht anpasst, kann nicht überleben. Unter der Ägide der Resilienz entstehen Probleme, wenn sich ein Subjekt oder eine Institution nicht auf angemessene Weise seinem *environment* anpassen kann: »Problems themselves, from conflict to underdevelopment or environmental degradation and global warming, are constructed from the bottom-up; as problems of the subject's inability to govern itself on the basis of the consequences of its choices and actions.«[444] Die Wechselwirkung zwischen Umgebendem und Umgebenem, der im Kontext der Resilienz zur Anwendung kommt, ist jedoch einseitig: der umgebene Organismus ist zur ständigen Anpassung, zu Flexibilität, Mobilität und Fluidität gezwungen und ein umgebenes Subjekt muss entsprechend ein widerstandsfähiges Subjekt sein. Das *environment* wird daher zur unhintergehbaren Instanz, die Resilienz erfordert, während ihre Form und Gestalt gegeben sind und hingenommen werden müssen.

Die Argumentation von Chandler und Reid macht auch ohne expliziten Bezug auf Holling oder ökologische Debatten deutlich, dass mit der Ausrichtung des Neoliberalismus (verstanden als Form der Politik, als Technologie der Verwaltung und als Prozess der Subjektivierung) auf Resilienz ein spezifisches Umgebungsverhältnis zugunsten eines Imperativs der Adaption fruchtbar gemacht wird. Das ökologische Konzept der Resilienz bietet, so kann man die Beobachtungen Reids und Chandlers vor dem Hintergrund der hier vorgestellten Geschichte der Ökologie weiterführen, eine Möglichkeit, das dyadische Verhältnis von Organismus und *environment* als ein Subjektivierungsmodell sowie als Bestandteil einer damit korrespondierenden Biopolitik zu verstehen.[445] Diese unterscheidet sich jedoch von den bisher vorgestellten Verfahren der Biopolitik der technischen Gestaltung von *environments*.

Zwar bildet Resilienz einen spezifischen Macht-Wissens-Komplex heraus, den Chris Zebrowski in der Kopplung des in der Komplexitätstheorie bei Holling entstehenden Naturbegriffs mit neuen Umgebungstechnologien der Gouvernementalität verortet hat.[446] Doch während Foucault seine Konzeption aus der Geschichte

444 Ebd., S. 28.

445 Reid selbst hat einen ähnlichen Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitspolitik und Resilienz hergestellt: Reid, James D.: »Resilience. The Biopolitics of Security«. In: Chandler, David/ders. (Hg., 2016): *The Neoliberal Subject. Resilience, Adaptation and Vulnerability*. London, Rowman & Littlefield, S. 51-71.

446 Vgl. Zebrowski: »The Nature of Resilience«.

urbaner Administration ableitet, verschieben die biopolitischen Sicherheitstechniken der Resilienz die Skalierungsebene von Bevölkerungen hin zum Planetarischen. Reguliert werden muss nunmehr nicht nur das Leben von Bevölkerungen, sondern das Überleben des gesamten Planeten im Angesicht des Klimawandels, der eine unvorhersehbare Veränderung nach der anderen mit sich bringt.

3.9.2 Instrumente der Biopolitik: Zirkulation vs. Adaption

Resilienz wird nicht nur von Chandler und Reid, sondern auch in zahlreichen anderen Studien als jüngste Eskalationsstufe der Gouvernementalität verstanden, wie sie Foucault in seiner Vorlesung *Die Geburt der Biopolitik* aus der Geschichte der Ökonomie heraus beschreibt.[447] Gegenwärtige Gouvernementalität operiert diesen Ansätzen zufolge mit dem Instrument der Resilienz als Subjektivierungsweise und als Sicherheitstechnologie. Mit der Durchsetzung von Resilienz als Regierungsform und den damit einhergehenden Praktiken des Selbstmanagements sowie der Umgestaltung von Institutionen in stressabsorbierende, flexible, adaptive Systeme scheint die von Foucault beschriebene Biopolitik etabliert. Doch nimmt man weniger die von Foucault dargestellte Geschichte des Neoliberalismus als vielmehr die in der Einleitung dieses Buchs ausführlich thematisierte Geschichte des *milieu*-Begriffs aus der vorhergehenden Vorlesung *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung* zum Ausgangspunkt, zeigt sich ein anderes Bild. Die im zweiten Kapitel vorgeschlagene Lektüre von Foucaults Auseinandersetzung mit dem Begriff *milieu* hat ergeben, dass in dessen Hintergrund ein nicht reflektierter kybernetischer, vor allem systemischer Ansatz steht. Als Räume der Zirkulation sind *milieus* Foucault zufolge auf die Vermeidung von Störungen angewiesen. Das in diesem Kontext entwickelte Konzept der Biopolitik setzt genau hier an und strebt nach störungsfreier, stabiler Zirkulation. Foucaults Verwendung des Begriffs Homöostase, seine Vorstellung von Zirkulation sowie die damit einhergehende Annahme eines optimalen Zustands des Gleichgewichts sind Hinweise auf eine nicht offengelegte, vermutlich von Canguilhem vermittelte Beeinflussung durch die in der Nachkriegszeit dominierenden Ansätze kybernetischer Theorien der Stabilität.

Wenn nun an dieser Stelle den zitierten AutorInnen gefolgt und Resilienz als jüngste biopolitische Eskalationsstufe verstanden werden soll, so erfordert dies zugleich einen erneuten Blick auf Foucaults Texte und eine Beschäftigung mit der Frage, in wie weit sich die dort implizit verhandelten systemischen Vorstellungen

447 Vgl. etwa Chandler, David (2014): *Resilience. The Governance of Complexity*. London, Routledge; Zebrowski, Chris (2016): *The Value of Resilience. Securing Life in the Twenty-First Century*. London, Routledge; Hornborg, Alf: »Revelations of Resilience. From the Ideological Disarmament of Disaster to the Revolutionary Implications of (P)Anarchy«. In: *Resilience* 1/2 (2013), S. 116-129; Joseph, Jonathan: »Resilience as Embedded Neoliberalism. A Governmentality Approach«. In: *Resilience* 1/1 (2013), S. 38-52; Grove, Kevin (2018): *Resilience*. London, Routledge.

mit dem Konzept der Resilienz vereinbaren lassen.[448] Nur so kann der im zweiten Kapitel formulierten Gefahr in Foucaults Ansatz begegnet werden, Beschreibungssprache und beschriebenes Objekt zu verwechseln. Das Konzept der Resilienz ist, wie bereits angedeutet, selbst mit einer Abkehr von einer Prämisse kybernetischen und systemischen Denkens verbunden: der steten Rückkehr in einen stabilen Zustand des Gleichgewichts, die ein System kennzeichne. Aus dieser Beobachtung folgt die Herausforderung, Foucaults Konzept der Biopolitik so zu modifizieren, dass es *milieux* nicht nur als Räume der Zirkulation bzw. in Abwandlung *environments* als Stabilisatoren des Gleichgewichts, sondern auch als Faktoren der Fluktuation umfassen kann, die einen Imperativ der Adaption ausüben.[449] Welchen Modifikationen muss, anders gefragt, Foucaults Konzept unterzogen werden, um auf Resilienz anwendbar zu sein? Da dieses Konzept, das zur Zeit von Foucaults Vorlesungen erstmals einflussreich wird, gegen eine zentrale Prämisse der Kybernetik gerichtet ist, die im Hintergrund von Foucaults Ansatz steht, soll dieser über Foucault hinaus weitergedacht werden.

Um diese Fragen zu beantworten, muss Foucaults Beschreibung der Zirkulation erneut in den Mittelpunkt gerückt werden. Die von Foucault dargestellte Etablierung des Sicherheitsdispositivs, prominent im Rahmen der Umgestaltung urbaner Räume seit dem 19. Jahrhundert, geht mit Maßnahmen einher, die ungehinderte Zirkulation sicherstellen und Stauungen sowie Stockungen verhindern sollen: »Anders gesagt, es handelte sich darum, die Zirkulation zu organisieren, das, was daran gefährlich war, zu eliminieren, eine Aufteilung zwischen guter und schlechter Zirkulation vorzunehmen und, indem man die schlechte Zirkulation verminderte, die gute zu maximieren.«[450] Diese Zirkulationen sind stets auf das *milieu* bezogen, das als Raum der Zirkulation gefasst wird. Als Lebensbedingung wird Zirkulation im *milieu* so zum Ansatzpunkt einer Biopolitik, die sich auf Bevölkerungen richtet, welche von dieser Zirkulation abhängig und umgeben sind.

448 Darin folgt die hier vorgeschlagene Lesart einer ähnlich gelagerten Problematik, die Cooper und Walker in ihrer an Foucault geschulten Auseinandersetzung mit dem Resilienz-Konzept formuliert haben: »In its tendency to metabolize all countervailing forces and inoculate itself against critique, ›resilience thinking‹ cannot be challenged from within the terms of complex systems theory but must be contested, if at all, on completely different terms, by a movement of thought that is truly counter-systemic.« (Walker/Cooper: »Genealogies of Resilience«. S. 157.) Wenn, so die hier vertretene These, Foucaults eigene Konzeption implizit mit Begriffen der Kybernetik operiert, muss dieser Zusammenhang zunächst herausgearbeitet werden, bevor es um eine Kritik der Resilienz gehen kann.

449 Bei Chandler wird diese Herausforderung nicht benannt; vielmehr überspringt er sie, indem er vom *milieu* direkt zum »societal life itself« übergeht (Chandler, David: »Resilience. The Societalization of Security«. In: ders./Reid, Julian (Hg., 2016): *The Neoliberal Subject. Resilience, Adaptation and Vulnerability*. London, Rowman & Littlefield, S. 27-50. Hier: S. 29).

450 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 37.

Ihre Verfahrensweisen bestehen in der Regulation von Zirkulation zum Zwecke ihrer Optimierung. Die beschriebenen Verfahren der ökologischen Gestaltung von Ökosystemen setzen hier an.

In seiner Darstellung der Geschichte urbaner Räume macht Foucault in diesem Sinn deutlich, dass die Entstehung des Sicherheitsdispositivs mit der Einsicht einhergeht, dass Epidemien und Hungersnöte auf gestauter oder gestörter Zirkulation beruhen. Foucault unterstreicht, dass die seit dem 19. Jahrhundert anvisierte »Zirkulationsfreiheit«[451] eng mit der Entstehung des Sicherheitsdispositivs verbunden ist und durch Sicherheitstechnologien gewährleistet wird, die wiederum die »Kehrseite und Bedingung des Liberalismus« darstellen.[452] Diese Freiheit impliziert jedoch, dass Zirkulation immer schon unfrei, gestört oder gestaut ist. Zirkulationsfreiheit muss erst hergestellt werden. Dieses Verständnis gestauter Zirkulation setzt einen Zustand ungestörter Zirkulation voraus, den die Maßnahmen des von Foucault beschriebenen Sicherheitsdispositivs umsetzen sollen. In diesem Zustand ungestörter Zirkulation kehrt alles an seinen Platz zurück. Es herrscht ein Rhythmus, in dem keine Störung auftaucht – wie in einem durch *ecological engineering* im Sinne der Odums optimierten Ökosystem. Diesen Zustand ungestörter Zirkulation bezeichnet Foucault in *In Verteidigung der Gesellschaft* als Gleichgewicht (fr. *équilibre*): »Es geht insbesondere darum, Regulationsmechanismen einzuführen, die in dieser globalen Bevölkerung mit ihrem Zufallsfaktor ein Gleichgewicht herstellen, ein Mittelmaß wahren, eine Art Homöostase etablieren und einen Ausgleich garantieren können.«[453] Dass Foucault hier den von der Kybernetik inkorporierten Begriff der Homöostase verwendet, lässt darauf schließen, dass der stabile Zustand, auf den die Maßnahmen hinauslaufen, weniger in der Anpassung der umgebenen Subjekte an ihre Umgebungen als vielmehr in der Reorganisation des durch Zirkulation konstituierten *milieus* in Wechselwirkung mit den von ihm umgebenen Lebewesen besteht. Prozesse der Anpassung finden zwar innerhalb des Verhältnisses von *milieu* und Populationen statt, aber nicht im Verhältnis dieses Systems zu seiner Umgebung.

Indem Foucault in diesem Sinn das *milieu* als Raum der Zirkulation beschreibt und Biopolitik als Optimierung von Zirkulation zum Zwecke der Regierung von Populationen kennzeichnet, übernimmt er implizit ein systemisches Modell, in dem ungestörte Zirkulation mit Balance, Gleichgewicht und Stabilität sowie Störungen mit mangelnder Durchlässigkeit oder überlasteten Infrastrukturen identifiziert werden. In Foucaults Konzeption hat das Sicherheitsdispositiv zum Ziel, diese Störungen zu verhindern oder abzubauen. Eben diesen Zustand der Stabilität

451 Ebd., S. 78.
452 Foucault (2009): *Die Geburt der Biopolitik*. S. 100.
453 Foucault (2001): *In Verteidigung der Gesellschaft*. S. 284.

gibt es für ein resilientes System nicht.[454] Auch ist für Theorien der Resilienz nie prognostizierbar, wie ein System auf Veränderungen seines *environments* reagieren wird. Zwar steht auch ein solches System in dyadischer Wechselwirkung mit seinem *environment*.[455] Doch für das Konzept der Resilienz spielt der für Foucault zentrale Faktor der Zirkulation nur innerhalb eines Ökosystems eine Rolle. Foucaults Überlegungen liegt ein systemisches Verständnis des *milieus* zugrunde, von dem sich das Konzept der Resilienz explizit abgrenzt.

Bei Foucault ist die Verwaltung der offenen Serien der Zirkulation die Grundlage von Prognose und Statistik, die auf der Wahrscheinlichkeit des erneuten Auftretens eines Elements beruhen. Dieser Wahrscheinlichkeit und exakten Verfahren der Prognose erteilt die Resilienzforschung etwa in Hollings bereits erwähntem Bericht über *Adaptive Environmental Assessment and Management* eine Absage: »Attempting to close the gap on imperfect predictions detracts from a proper focus on the consequences of the inherent uncertainties that will always remain. If prophecy is impossible, then go for understanding.«[456] An die Stelle von Vorhersagen, quantitativen Analysen und statistischen Verfahren, die Foucault zufolge für das Sicherheitsdispositiv zentral sind, soll laut Hollings Bericht das kontinuierliche Monitoring der Faktoren innerhalb eines Ökosystems treten. Angesichts der Unvorhersagbarkeit wird *prediction* durch *postdiction* ersetzt: »At the very least, monitoring provides an opportunity to attempt an invalidation of the analysis that has already been done. Prediction may not be possible, but some postdiction is.«[457] Intervenierende Regulationen auf der Ebene des *milieus*, wie sie laut Foucault typisch für die entstehende Biopolitik sind, werden durch *adaptive environmental management* und die ständige Anpassung der Maßnahmen an die Prozesse ersetzt. Regulation und Prognose machen Platz für »designing for uncertainty«[458]. Diese Unsicherheit betrifft auch das Vorgehen des *environmental managements*, das in ständiger Selbstkorrektur besteht: »We would like to be able to conclude with a list of design principles that point the way, but, unfortunately, we do not know

454 Damit wendet sich die hier vorgeschlagene Argumentation gegen Chris Zebrowskis Lesart, laut der Foucault in der bereits thematisierten Vorlesung vom 21. März 1979 in *Die Geburt der Biopolitik* das *environnement*, von dem an dieser Stelle die Rede ist, als »non-linear emergent self-organisation« verstehen würde (Zebrowski: »The Nature of Resilience«. S. 169). Wie bereits ausgeführt muss diese Notiz, die nicht mit Foucaults Beschreibung des *milieus* übereinstimmt, schon aus philologischen Gründen äußerst vorsichtig interpretiert werden.

455 Ben Dibley und Brett Neilson haben in dieser Hinsicht vorgeschlagen, den Klimawandel als Bedrohung globaler Zirkulationswege zu beschreiben: »Climate change is precisely a biopolitical concern for global security because it threatens good circulation with bad.« Dibley, Ben/Neilson, Brett: »Climate Crisis and the Actuarial Imaginary. ›The War on Global Warming‹«. In: *New Formations* 69/69 (2010), S. 144-159. Hier: S. 148.

456 Holling (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. S. 133.

457 Ebd., S. 135.

458 Ebd., S. 138.

what those principles are. We do, however, believe there is one axiom that underlies any design for uncertainty. This axiom states: There exists a serious trade-off between designs aimed at preventing failure and designs that respond and survive when that failure does occur.«[459] Wenn Adaption statt Stabilität das Ziel des *adaptive environmental managements* darstellt, dann gibt es zu dieser Vorgehensweise keine Alternative. Während bei den Odums und in der *environmental policy* der 1970er Jahre die Optimierung der Zirkulation und die Orientierung an Grenzwerten im Zentrum stand, tritt bei Holling das Resilienz-Training an deren Stelle. Hollings *adaptive environmental management* entwirft somit eine »perspective that recognizes adaptability and responsiveness rather than prediction and tight control, and a perspective that actively views uncertainty as a fundamental facet of environmental life rather than as a distasteful transition to attainable certainty.«[460] Regierung durch Regulation wird unter der Ägide der Resilienz zur Regierung durch Adaption. Diese operiert lediglich für die Sammlung von Informationen mit Verfahren der Probabilistik und interveniert nur selten in Zirkulationen. Sie richtet sich nicht auf das *milieu* oder das *environment* als produktive Ressource, sondern sieht es als Quelle der Unsicherheit. Diese Unsicherheit des *environments* erfordert jedoch ständige Adaption und Bereitschaft zur Disruption. Die entsprechenden Kapazitäten wiederum können gemanagt, verfeinert und trainiert werden. Sie bilden die Möglichkeit neuer Umgebungsverhältnisse, in denen das Umgebene in dynamischen Prozessen der Adaption steht, die niemals enden, aber technisch umgesetzt werden können.

3.9.3 Schluss: Genesis und Geltung einer Kritik der Gegenwart

Angesichts dieser Inkongruenzen zwischen Foucaults Konzept und der mit seiner Hilfe von den zitierten Autorinnen und Autoren beschriebenen Gegenwart besteht die Herausforderung nicht nur in konzeptueller Klarheit, sondern auch darin, über Foucault hinaus die Epistemologien des Umgebens herauszuarbeiten, die mit der Durchsetzung von Resilienz als Gouvernementalität der Gegenwart verbunden sind. Wichtig ist in diesem Kontext, zwischen Foucaults historischer Herleitung und den daraus in der Forschung abgeleiteten generischen Formen der Gouvernementalität, d.h. ihrer Anwendung auf neue Gegenstandsbereiche zu unterscheiden. Mit Foucaults historischer Darstellung der Entstehung der Biopolitik wie des Neoliberalismus ist die Beschreibung von Resilienz als biopolitischem Instrument des Neoliberalismus nur schwer vereinbar; zu groß sind die historischen Differenzen und konzeptuellen Unterschiede in Bezug auf Begriffe wie Zirkulation, Gleichgewicht oder Prognose sowie die daraus resultierenden Regierungstechnologien.

459 Ebd.
460 Ebd., S. 139.

Für eine Theorie der Resilienz meinen diese Begriffe etwas anderes als für Foucault. Für eine Foucault als Inspiration nehmende Kritik gegenwärtiger Politik, die Resilienz als Ausprägung des Neoliberalismus versteht und weniger Foucaults historische Ausführungen als vielmehr den politischen Impuls seiner Genealogie aufnimmt, muss dies kein Problem darstellen. Daraus abgeleitete Thesen können auch dann Geltung beanspruchen, wenn sie sich aus der von Foucault dargestellten Geschichte nicht schlussfolgern lassen. Sie können jedoch nur als Fortschreibung von Foucaults Ansatz Geltung beanspruchen, wenn sie über die Diskontinuitäten der zugrundeliegenden Konzepte und Begriffe Rechenschaft ablegen.

Für eine Weiterführung der Auseinandersetzung mit gegenwärtigen Verfahren der Biopolitik ist es, so folgt aus dem Gesagten, unerlässlich, die in ihr mitverhandelten Wissensordnungen des Umgebens zu analysieren. Das Konzept der Resilienz setzt einen anderen Begriff des *environments* voraus als der ökosystemische Ansatz. Daraus folgen ebenfalls andere Maßnahmen des *environmental managements*, die nunmehr nicht nur Ökosysteme betreffen, sondern Gesellschaften, Institutionen und Individuen. Sie alle werden von dieser Biopolitik als Umgebene angesehen und ihr Verhältnis zu dieser Umgebung wird zum Instrument je spezifischer Formen der Regierung durch Resilienz, die Unsicherheit zum Instrument macht. Das *environment* ist in diesem Kontext ein Störungsfaktor und als solcher sowohl ein Versprechen auf ein widerständiges Potential – wenn Organismen und Organisationen dem Imperativ der Adaption unterworfen sind, könnte das *environment* zu einem Ort der Gestaltung werden –, als auch ein Instrument der Macht – insofern die Unberechenbarkeit des *environments* mit dem Imperativ der Adaption verkoppelt wird. Wenn das *environment* ein Faktor der Unsicherheit ist, dann bedeutet das für die Dyade, dass die Seite des Umgebenen sich in stetiger Unsicherheit über die Modalitäten ihrer Adaption an die Seite des Umgebenden befindet. Technologisch umgesetzt wird diese Epistemologie des Umgebens, wie im Schlusskapitel dieses Buches ausführlich erläutert wird, von adaptiven Maschinen, die sich in Form von Robotern, Drohnen oder selbstfahrenden Autos an die fluktuierenden Bedingungen ihres *environments* anpassen.

Das Konzept der Resilienz bildet hier aus drei Gründen den Abschluss der behandelten Geschichte der Ökologie als Wissenschaft: *erstens* wird bei Holling die Reziprozität der Dyade in einen systemischen Zusammenhang der Adaption an unsichere, unvorhersagbare Zustände überführt. Resiliente Systeme kennen *zweitens* keinen finalen Zustand des Gleichgewichts mehr, wodurch sich das die bis hierhin dargestellten Etappen der Ökologiegeschichte dominierende Motiv verändert. *Drittens* schließlich impliziert dieses Konzept von Ökosystemen einen spezifischen Modus der Einflussnahme, der sich auf die Ausnutzung von Resilienz, also auf immerwährende Vorbereitung und bleibende Unsicherheit richtet, um die Adaptionsfähigkeit von Organismen und Organisationen an disruptive Außenzustände nutzbar zu machen. Damit ist einerseits eine Klammer um die hier behandelte

Geschichte der Ökologie gelegt und andererseits ein Ausblick auf eine über diese Überlegungen hinausweisende Fortentwicklung ökologisch fundierter Biopolitik gegeben.

4 Ausweitungen des Umgebenden – Kropotkin, Geddes, Mumford, McLuhan

Nachdem im letzten Kapitel die Geschichte des Begriffs im Kontext ökologischen Wissens und dieses als biopolitisch beschrieben wurde, soll nun das Verhältnis von *environments* zur Technik in den Mittelpunkt rücken. Das folgende Kapitel zieht einen Längsschnitt durch die Geschichte des Begriffs außerhalb der akademischen Ökologie und durchquert die vier Gebiete Anarchismus, Stadtplanung, Kulturgeschichte und Medientheorie – man könnte Geologie, Soziologie, Architektur und Literaturwissenschaft ergänzen –, die mit vier Namen verbunden sind: Piotr Kropotkin (1842-1921), Patrick Geddes (1842-1932), Lewis Mumford (1895-1990) und Marshall McLuhan (1911-1980) – ein Prinz, ein Ritter, ein New Yorker und ein Katholik; ein Russe, ein Schotte, ein Amerikaner und ein Kanadier; ein reiner Männerzirkel; alle vier mit einem angespannten Verhältnis zur Akademia; alle vier engagierte Intellektuelle und zutiefst interdisziplinär. Freundschaftliche Ketten verbinden Kropotkin mit Geddes, Geddes mit Mumford und – nicht ganz so eng – Mumford mit McLuhan.[1] McLuhan bezieht sich so intensiv auf Mumford wie dieser auf Geddes und Kropotkin. Alle vier diskutieren die Reziprozität zwischen *environments* und Organismen, Populationen sowie Beobachtern und begreifen dieses Verhältnis als gestaltbar. Alle vier beschäftigen sich mit den technologischen Entwicklungen ihrer Zeit, die den Rahmen dieser Gestaltbarkeit bilden.

Die gegenseitigen Bezugnahmen der vier Autoren legt eine Narration ihrer Verkettungen nahe. So lässt sich verfolgen, wie über einen Zeitraum von fast einem Jahrhundert der Begriff *environment* in immer neuen Facetten auf sein Verhältnis zur Technik hin befragt wird. In dieser Hinsicht weist das folgende Kapitel nach, wie der Begriff seit seiner Einführung in unterschiedlichen Kontexten zu einer Auseinandersetzung mit jeweils aktuellen Technologien und ihren Auswirkungen genutzt wird. Dabei rückt zugleich die Gestaltbarkeit von *environments* durch jeweils

1 Zu Mumford und McLuhan vgl. Carey, James W.: »Mumford and McLuhan. The Roots of Modern Media Analysis«. In: *Journal of Communication* 31/3 (1981), S. 162-176. Die Verbindung zwischen allen vier Autoren wurde bislang noch nicht gezogen.

neue Technologien und damit die Annahme ihrer Künstlichkeit immer stärker in den Mittelpunkt.

Die gezogene Linie zwischen den vier Protagonisten ist also nicht nur durch ihre gegenseitige Bezugnahme begründet. Sie erlaubt vielmehr, zu verfolgen, wie in den spezifischen Auseinandersetzungen der vier Protagonisten mit Umgebungsfragen erstens Organisationsformen von Populationen in ihren *environments* und zweitens die Auswirkungen von Technologien der Elektrizität auf die Gestaltung von *environments* verhandelt werden. Entsprechend spannt dieses Kapitel, im Anschluss an die vorhergehende historische Darstellung der Geschichte des Begriffs in der Ökologie, noch einmal eine – etwas straffer gezogene – Linie der Geschichte eines Problems auf, bezieht sich dabei jedoch nicht mehr auf ökologische Texte im engeren Sinn. Vielmehr zeichnet es die Streuung der Verwendung des Begriffs *environment* nach, in deren Folge er auf anderen Feldern als der Ökologie plausibel wird.

Der Ausgangspunkt dieser Verkettung ist eine gemeinsame Frontlinie, die Kropotkin und Geddes um 1900 gegen den später so bezeichneten Sozialdarwinismus ziehen, der um die Jahrhundertwende in England überaus populär ist und dessen mechanistischen, materialistischen Erklärungen beide auf ihre Weise die Bedeutung des *environments* entgegenhalten. Zusammengefasst lautet ihre an unterschiedlichen Beispielen aus der Biologie durchgespielte und schließlich auf menschliche Zivilisationen ausgeweitete These: Isoliert man den Organismus und versteht seine Evolution allein aus der Konkurrenz der Arten, verliert man die Bedeutung des *environments* aus dem Blick. In ihren von der Bedeutung der Elektrizität für urbane Räume geprägten stadtplanerischen Überlegungen – bei Kropotkin konzeptuell, bei Geddes auch praktisch umgesetzt – wenden beide dieses Prinzip an, um das Leben der Bewohner und Bewohnerinnen durch die Gestaltung ihrer Umgebungen zu verbessern. Für Kropotkin eröffnet Elektrizität die Möglichkeit einer neuen Organisation der Gesellschaft im Ausgleich mit dem *environment*, die Geddes aufgrund ihrer ›sauberen‹ Energieerzeugung und -verteilung als *neotechnic* im Gegensatz zu *paleotechnic* bezeichnet, was Mumford historisch untermauert und McLuhan zur Grundlage seiner Medientheorie macht: eine simultane Elektrizität, welche die ganze Welt zu einer Einheit verschränkt und alle Entfernungen aufhebt. Mumford und McLuhan streben auf ähnliche Weise ein organisches Verhältnis von Mensch und *environment* an, das die Techniken der Elektrizität integriert und sie nicht zum Instrument der Ausbeutung der Natur macht. Alle vier Akteure stehen entsprechend für einen Organizismus des Ganzen aus *environment* und Organismus, der keineswegs auf den Organismus konzentriert ist, sondern ihn in ein Gleichgewicht mit seiner Umgebung einordnet. Die Frage nach dem *environment* ist immer auch die Frage nach der Anpassung an oder der Schaffung von Lebensbedingungen und bleibt damit – außer bei McLuhan – im Umkreis evolutionstheoretischer Auseinandersetzungen. Die Option des

gestaltenden Eingriffs in ihr Verhältnis wird dabei schrittweise ausgeweitet, bis hin zu McLuhans epistemologischer Wendung des Begriffs, welche die Erkenntnis von *environments* an die Position des Beobachters knüpft.

Diese Verwendung des Begriffs außerhalb der Ökologie erreicht in den 1910er und 1920er Jahren einen ersten Höhepunkt, als Geddes und Mumford parallel und mit gegenseitigen Bezugnahmen an einer neuen Sicht auf Urbanität angesichts der herausfordernden technischen wie industriellen Lage arbeiten. Die Elektrifizierung aller Lebensbereiche und die Motorisierung des Transports machen tradierte Formen der Gemeinschaft obsolet. In einer Art ›angewandten Soziologie‹ untersuchen Geddes und Mumford das, was sie *environment* nennen, als zentralen Aushandlungsort der technischen Bedingtheit des Menschen. Im Rahmen der Regional Planning Association of America, zu deren Gründungsmitgliedern neben Benton MacKaye, Clarence Stein und Stuart Chase auch Mumford gehört, unternimmt dieser praktische Anstrengungen, den menschlichen Bedürfnissen angepasste urbane bzw. rurale *environments* zu entwerfen. Bei der Herausbildung dieser sozialreformerischen, regionalistischen Verkehrs- und Bevölkerungspolitik, die viele Impulse aus Geddes' Projekten aufnimmt, spielt der Begriff eine bedeutende Rolle. An den Idealen einer selbstversorgenden, dezentralen Gemeinschaft im Gleichgewicht mit dem *environment* ausgerichtet, sollen neue Typen der Gemeinschaft nicht von einem zentralen Punkt aus regiert werden, sondern müssen ihre *environments* beachten. Kropotkin und Geddes vertreten die Idee einer nicht von einer zentralen Instanz beherrschten, selbstgestaltenden und mit dem *environment* harmonisierenden Gemeinschaft offensiv, Mumford schließt sich ihr ebenfalls an, und McLuhan sieht mit dem allerdings eher katholischen *global village* die Dezentralisierung durch Medien zum Spezifikum der *environments* des *electric age* werden. Die Orientierung an der konkreten Gestaltung von gebauten Lebensräumen nach Maßgabe eines politischen, organizistisch orientierten Aktivismus ist ein Indiz für den Verlauf der Geschichte von *environment*: von einer Sammlung natürlicher Faktoren im Verhältnis zum Organismus hin zu einer technisch beeinflussbaren Variable.

Diese Konvergenz von Technik und *environment*, von Planung und gestaltendem Eingriff, wird gut 40 Jahre später von McLuhan katalysatorisch aufgegriffen, indem er Mumfords Begriffsprägung sowie implizit Geddes' Vorarbeit übernimmt, um sie zum integrativen Moment einer Theorie der Medien zu machen. Sie versteht Technologien grundsätzlich als *environments* und stellt damit deren Verhältnis zum Künstlichen auf den Kopf. Die Schule der sogenannten *media ecology*, die am Ende dieser Geschichte steht, nimmt diesen Gedanken im Anschluss an McLuhan auf. Sie führt die Plausibilitäten des Begriffs ebenso vor wie die Probleme, die mit seiner unreflektierten Verwendung einhergehen können.

McLuhans Gebrauch des Begriffs ist signifikant für die Bedeutung technisch gefertigter *environments*, die zu dieser Zeit in Gestalt von *environmental engineering*,

environmental design oder *environmental management* verhandelt werden. Durch die Kopplung des Medien- und des *environment*-Begriffs aktualisiert McLuhan ihre begriffshistorische Nähe und fängt sie in einer Theorie der Medien auf, die *environments* weniger als Vermittler denn als Hintergründe begreift, vor denen etwas zur Figur werden kann. Vor dem Hintergrund der allen vier Akteuren gemeinsamen Intention der Erneuerung der menschlichen Existenz unter technologischen Bedingungen wird jene konzeptuelle Verschiebung deutlich, die das *environment* zur technisch manipulierbaren Größe und mithin zum biopolitischen Interventionsfeld macht – ob anarchistisch, stadtplanerisch oder kybernetisch.

4.1 Piotr Kropotkin und die Evolution der Gegenseitigkeit

Piotr Kropotkin, 1842 in Moskau als Prinz eines russischen Adelsgeschlechts geboren, ist einige Zeit als Offizier in Sibirien stationiert, wohin er nach dem Militärdienst und einem Studium der Mathematik und Physik in St. Petersburg zu umfangreichen geologischen und biologischen Forschungen zurückkehrt. Sie fließen in seine ersten Veröffentlichungen auf dem Feld der Biogeographie ein, die das Zusammenleben der Arten in diesen kargen Landstrichen beschreiben. Aufgrund seiner anarchistischen Gesinnung, die, wie zu zeigen sein wird, mit dieser Arbeit eng zusammenhängt, verbringt der Sprössling einer Familie mit 1200 Leibeigenen einige Jahre im russischen Gefängnis, flieht 1876 in die Schweiz, von dort nach Frankreich, wo er aufgrund der angeblichen Anstiftung eines Bombenattentats erneut für fünf Jahre inhaftiert wird, und schließlich ins Exil nach England. Erst 1917 kehrt er nach Russland zurück, wo er 1921 stirbt.[2] Ende der 1880er Jahre lernt Kropotkin bei überaus erfolgreichen Vortragsreisen nach Schottland Patrick Geddes kennen, mit dem ihn eine lebenslange Freundschaft verbindet.[3] Um die Jahrhundertwende besucht Kropotkin einige Male die USA und hält vor mehreren tausend Zuhörern pro Abend Vorträge über den Anarchismus einer kommenden, auf Gleichheit und Gegenseitigkeit beruhenden Gesellschaft. Er gehört zu den wichtigsten Intellektuellen seiner Zeit und ist heute nahezu vergessen, auch wenn die Moskauer Metrostation Kropotkinskaja nach ihm benannt ist.

In England ist Kropotkin, der in Sibirien die geologischen Einflüsse auf Lebensgemeinschaften erforscht hatte, mit den breit diskutierten Theorien der sozialen Evolution und der natürlichen Bedingungen auch der Gesellschaft im Anschluss an Darwin konfrontiert. Dessen *On the Origin of Species* von 1859 hatte er bereits kurz nach der Veröffentlichung in Russland gelesen. Darwin führt die Differenzierung

2 Vgl. zur Biographie Kropotkins Hug, Heinz (1989): *Kropotkin zur Einführung*. Hamburg, SOAK.

3 Vgl. Crowder, George (1991): *Classical Anarchism. The Political Thought of Goodwin, Proudhon, Bakuin and Kropotkin*. London, Clarendon Press. S. 156ff.

der Arten auf ein komplexes Geflecht gegenseitiger Abhängigkeiten zurück und benennt als Mechanismen Variation und Selektion. Von Herbert Spencer wird dieses Modell in den 1860er Jahren wie erläutert auf die Soziologie ausgeweitet und die Gesellschaft als Organismus beschrieben, was dann vor allem Thomas Huxleys »The Struggle for Existence in Human Society« zu einem Sozialdarwinismus transformiert, der in seinen späteren Extremformen letztlich den Mächtigsten zum Sieger und Kolonialismus zu Fortschritt erklärt.[4] Das *environment* spielt in diesem Kontext allenfalls eine untergeordnete Rolle zur Erklärung evolutionärer Vorgänge. Zu Kropotkins Zeit sind evolutionstheoretische Thesen bereits eng in politische und sozialreformerische Debatten eingelassen.

So nahe Kropotkin Darwins Evolutionstheorie auch steht, so sehr lehnt er die Priorität der Selektion durch Konkurrenz zwischen Individuen und jene Erklärungsmuster ab, die für Huxley zum bestimmenden Merkmal auch sozialer Entwicklungen und mehr und mehr zum politischen Argument werden. Kropotkin hingegen wendet sich gegen die kapitalistische Fortführung der darwinschen These vom Mangel an Ressourcen, der dem Kampf ums Überleben zugrunde liege und in einer vieldiskutierten Formulierung von Herbert Spencer »the survival of the fittest« nach sich ziehe.[5] Solche Thesen eines a-sozialen Naturzustands reizen sowohl Kropotkins anarchistische wie auch seine naturwissenschaftliche Ausrichtung. In seiner Reaktion konvergieren diese beiden Perspektiven und führen zu biopolitischen Forderungen. Die Beschäftigung mit der Evolution mündet in eine wissenschaftliche Version des Anarchismus, die man von den vor allem in England geführten Auseinandersetzungen um die soziale Relevanz der Selektion her lesen kann. In diesem Spannungsfeld aus politischer und biologischer Theoriebildung überführt Kropotkin das Umgebungskonzept, das durch Spencer in der Evolutionsbiologie etabliert wurde, in die politischen Forderungen des Anarchismus. Modifizierte Umgebungsbedingungen, so Kropotkin, können durch evolutionäre Veränderungen Gesellschaften transformieren. Doch sei das antreibende Prinzip nicht Konkurrenz, sondern gegenseitige Hilfe.

Von Élisée Reclus' 19-bändiger, 1876 erschienener *La Nouvelle Géographie universelle, la terre et les hommes* beeinflusst, in der die Erde als autarkes, die eigenen Bedingungen produzierendes Ganzes – um nicht zu sagen als selbstorganisierendes – System beschrieben wird[6], veröffentlicht Kropotkin um die Jahrhundertwende eine Reihe von Repliken gegen den Sozialdarwinismus in zumeist englischsprachigen Zeitschriften. Sie kommen allerdings noch ohne politische Schlussfolgerungen aus.

4 Vgl. Huxley: »The Struggle for Existence in Human Society«.

5 Spencer (1864): *The Principles of Biology*. S. 444. Vgl. Kropotkin, Piotr: »Thoughts on Evolution«. In: ders. (1995): *Evolution and Environment*. Montréal, Black Rose Books, S. 111-262.

6 Vgl. Reclus, Élisée (1876): *La Nouvelle Géographie universelle, la terre et les hommes*. Paris, Hachette.

In Aufsätzen wie »The Direct Action of Environment on Plants« oder »The Response of Animals to their Environment« führt Kropotkin die Veränderung der Arten auf die Bedingungen des *environments* als Lebensraum zurück.[7] Eine monokausale Erklärung durch Konkurrenz und Verdrängung lehnt er ab. Stattdessen wird das *environment* zwar nicht zum Gegner der Lebewesen erklärt, aber doch zur bedingenden Umgebung, die weitaus bestimmender sei als die Konkurrenz zwischen Individuen, weil diese nur gemeinsam bestehen könnten. Das Überleben in einem bedrohlichen *environment* sei erst durch gegenseitige Hilfe und Solidarität möglich. In der spencerschen Dyade überlebt, so schließt Kropotkin, der Organismus nur in der Pluralität der reziproken, aber nicht zwangsläufig altruistischen Zusammenarbeit. Das *environment* erscheint in diesen Aufsätzen als eine den Lebewesen entgegengesetzte, zwar durch Zerstörung beeinflussbare, aber nur bedingt produktive Größe, weil es lediglich im Wechselspiel zum Faktor werden kann. Das *environment* verbleibt im Singular und ist aus kaum spezifizierten Faktoren zusammengesetzt, die letztlich alles umfassen, was die Organismen umgibt.[8] Aus der Zusammenarbeit im und mitunter auch gegen das *environment* wiederum entstehen soziale und schließlich ethische Bindungen. Kooperation ist demnach eine Alternative zur Konkurrenz im Kampf um das Überleben.

Der Kampf um das Dasein stellt sich Kropotkin als gemeinsame Erhaltung in Auseinandersetzung mit dem *environment* dar, welches jedoch nicht bekämpft oder ausgebeutet werden darf, um die eigene Existenzgrundlage nicht zu zerstören. Zum Zweck des Überlebens ist weniger Verdrängung hilfreich als vielmehr gemeinsame und gegenseitige Hilfe, wie Kropotkin 1902 in einigen unter dem Buchtitel *Mutual Aid – A Factor in Evolution* veröffentlichten Aufsätzen ausführt.[9] Der Begriff *environment* taucht dort, anders als in den benannten Aufsätzen, nicht mehr auf. Die Soziabilität des Menschen, ein unklarer Trieb der Solidarität sowie ebenso vage Instinkte der Unterstützung werden zum Grundargument für eine wissenschaftliche Herleitung der Evolution, in der Konkurrenz zwar möglich, aber schädlich ist. Kropotkin beschreibt die kooperativen Strategien von Insekten, Affen, Bauern und modernen Stadtbewohnern. Ihr Verhalten wird auf Gemeinschaften erweitert, die auf gegenseitiger Hilfe beruhen und dafür auch technische Möglichkeiten nutzen. Kropotkins Anarchismus wird in seiner Auseinandersetzung mit dem Darwinismus und seinen Ablegern geschärft und weiterentwickelt. Wenn, wie Huxley

7 Kropotkin, Piotr: »The Direct Action of Environment on Plants«. In: ders. (Hg., 1995): *Evolution and Environment*. Montreal, Black Rose Books, S. 139-158 sowie Kropotkin, Piotr: »The Response of Animals to their Environment«. In: ders. (Hg., 1995): *Evolution and Environment*. Montreal, Black Rose Books, S. 159-185.

8 Marius de Geus hat den Einfluss Kropotkins auf organisationstheoretische Ansätze gezeigt: de Geus, Marius: »Peter Kropotkin's Anarchist Vision of Organization«. In: *Ephemera* 14/4 (2014), S. 853-871.

9 Vgl. Kropotkin, Piotr (1902): *Mutual Aid. A Factor of Evolution*. London, Heinemann.

behauptet, der Kampf ums Überleben in einem a-moralischen oder a-sozialen Zustand endet, braucht eine Gesellschaft eine mächtige Autorität, um zu existieren und natürliche Gewalt zu unterdrücken. Die Gegenseitigkeit, die Kropotkin in der Natur findet, integriert hingegen Moral in die Grundfesten des Lebens und resultiert in einer Ökonomie, die verteilt anstatt zentriert sein soll.

In einer historischen Auseinandersetzung mit der Evolution von Städten, die direkt an seine biologischen und geographischen Arbeiten anschließt, fordert Kropotkin in seinem Buch *Fields, Factories and Workshops* von 1899 die Rückkehr zu einer Konvergenz von Agrikultur und Industrie in Form von selbstversorgenden Dörfern, wie sie vor der industriellen Revolution vorherrschend waren.[10] In dieser sozialistischen Gesellschaftstheorie übt Elektrizität unter den industriellen Produktionsmitteln eine gemeinschaftsstiftende Funktion aus, wenn auch nicht durch telegraphische Kommunikation oder elektrische Beleuchtung, sondern durch eine Umwälzung der Produktionsbedingungen. Sie entlaste, so Kropotkin, die Arbeiter und transformiere die Gesellschaft nicht zuletzt als Haushalts- und Landwirtschaftstechnik, weil sie keinen Unterschied zwischen sozialen oder politischen Klassen mache. Elektrizität zersetze die Großindustrie zugunsten der Arbeiter, weil ihre Energie billig, mächtig, überall und für jeden verfügbar sei. Ihr wird ein befreiendes Potential zugesprochen, das die Ablösung einer zentralen Regierung durch lokale Organisationen unterstützt. Elektrizität erlaubt demnach eine neue Verteilung von Handlungsmacht, eine Dezentralisierung und Integration zwischen städtischem und ländlichem Leben.

Auch die Urbanität des Menschen müsse den neuartigen elektrischen Möglichkeiten gerecht und entsprechend die Stadt als Versammlungsort dezentral strukturierter Gemeinschaften neu gedacht werden. Zu dieser Zeit wachsen Großstädte in enormem Ausmaß zu einer Größe, für die es an planerischen und theoretischen Umgangsweisen mangelt und die nur noch mit Hilfe der neuen Techniken und Transportmittel gemeistert werden können. Als Idealform schwebt Kropotkin die mittelalterliche Stadt mit ihren Gilden, Gemeinden und Märkten vor, die jedoch unter elektrische Bedingungen gestellt wird. Kropotkin entwirft, so kann man festhalten, eine neue Organisation der Bevölkerung anhand evolutionsbiologischem Wissen und benennt die nötigen Regulierungsmaßnahmen, die einer anarchistischen Gemeinschaft zugrunde liegen sollen. Das *environment* ist der Ort dieser bei Kropotkin nur angedachten biopolitischen Interventionen, die mit demographischen, architektonischen und statistischen Mitteln auf die Bevölkerung

10 Vgl. die erweiterte Auflage von 1913: Kropotkin, Piotr (1899/1913): *Fields, Factorys and Workshops*. New York, Putnam. S. 306ff. Dieses Buch ist auch als Entgegnung auf Thomas Malthus' Thesen zum exponentiellen Wachstum der Bevölkerung zu lesen, weil es nachzuweisen versucht, dass auch ein kleines Land wie England sich angesichts der Bevölkerungsexplosion selbst versorgen kann.

zielen, welche in eine organische, mit ihrem *environment* harmonierende Gemeinschaft transformiert werden soll. Von Stadtplanern wie Ebenezer Howard werden diese Ideen aufgenommen und fließen in die *garden city* ein, die als neues Stadtplanungsmodell am Horizont dieser Entwicklung steht und eine Grundlage der Restrukturierung des nordamerikanischen *suburbia* durch die Regional Planning Association um Geddes und Mumford bilden wird.[11] Bedeutsam ist dabei eine implizite Umdeutung des Begriffs *environment*, der nunmehr auch die Umgebungen sozialer Gemeinschaften bezeichnet.

Lewis Mumford hat Kropotkin dahingehend rückblickend in einen breiteren Kontext gesetzt: »Almost half a century in advance of contemporary economic and technical opinion, he had grasped the fact that the flexibility and adaptability of electric communication and electric power, along with the possibilities of intensive, biodynamic farming had laid the foundations for a more decentralised development in small units, responsive to direct human contact, and enjoying both urban and rural advantages. […] With the small unit as a basis, he saw the opportunity for a more responsible and responsive local life, with greater scope for the human agents who were neglected and frustrated by mass organisation.«[12] Kropotkins technologischer Optimismus geht Hand in Hand mit bis in die Gegenwart einflussreichen regionalistischen Bewegungen, die von zentralisierten Organisationen, Lebensmittelindustrien und kapitalistischer Ökonomisierung Abstand nehmen, um ein ländliches, dezentralisiertes Leben im Einklang mit dem *environment* zu propagieren.[13] Einige der Wurzeln dieser regionalistischen Bewegungen, die das Erscheinungsbild Nordamerikas nachhaltig geprägt haben[14], reichen bis in die frühen Debatten der Evolutionstheorie. Sie ruhen auf Kropotkins Ausweitung des Begriffs auf die Umgebungen menschlicher Organisationen.

In seiner Rede »Der Anarchismus – Philosophie und Ideale« von 1896 führt Kropotkin diese Gedanken anhand einer der damaligen Wissenschaftslandschaft angepassten Metapher weiter aus, die das Gleichgewicht des Menschen und des

11 Vgl. Howard, Ebenezer (1965): *Garden Cities of To-Morrow*. Cambridge, M.I.T. Press. Einen vergleichbaren Ansatz entwickelt die soziologische Chicago School um Robert Park, Ernest Burgess und Roderick McKenzie, die in den 20er Jahren urbane Strukturen, Transport- und Kommunikationswege mit ähnlichem ökologischen Vokabular und kommunitaristischem Hintergrund untersucht. In der Folge stellt der emigrierte Berliner Architekt und Stadtplaner Erwin Anton Gutkind in den 1950er und 60er Jahren eine Social Ecology vor (vgl. Gutkind, Erwin Anton (1953): *Community and Environment*. London, Watts).

12 Mumford, Lewis (1961): *The City in History. Its Origins, its Transformations, and its Prospects*. New York, Harcourt, Brace & World. S. 514.

13 Vgl. Luccarelli, Mark (1995): *Lewis Mumford and the Ecological Region. The Politics of Planning*. New York, Guilford Press.

14 Vgl. dazu Felicity Scotts Darstellung solcher Bewegungen in den 1960er Jahren und ihren Bezug auf den *environmentalism*: Scott, Felicity (2016): *Outlaw Territories. Environments of Insecurity/Architectures of Counterinsurgency*. New York, Zone Books.

environments näher bestimmt: »The idea of force governing the world, of pre-established law, preconceived harmony, disappears to make room for the harmony that [Charles] Fourier had caught a glimpse of: the one which results from the disorderly and incoherent movements of numberless hosts of matter, each of which goes its own way and all of which hold each other in equilibrium. […] In physical sciences, the entities of heat, magnetism, and electricity disappear. When a physicist speaks today of a heated or electrified body, he no longer sees an inanimate mass, to which an unknown force should be added. He strives to recognize in this body and in the surrounding space, the course, the vibrations of infinitely small atoms which dash in all directions, vibrate, move, live, and by their vibrations, their shocks, their life, produce the phenomena of heat, light, magnetism or electricity.«[15] Kropotkin verknüpft an dieser Stelle den Anarchismus des Individuums mit der materialistischen Lehre der Physik, in der Teilchen gemeinsam durch Kräfte wie Elektrizität ein harmonisches Ganzes bilden: ein Gleichgewicht unter der Bedingung fortwährender Veränderung oder eine Gemeinschaft gegenseitiger Angewiesenheit, die beide im Umgang mit dem jeweils ›umgebenden Raum‹ ihre Form gewinnen. Selbstorganisation und gegenseitige Hilfe sollen Herrschaft ersetzen, zu Harmonie mit dem *environment* führen und seine Quellen nutzen, ohne sie sinnlos zu verbrauchen. Kropotkins Anarchismus ist ein (gewaltloser) Sozialismus ohne Regierung, aber mit Elektrizität, an den Patrick Geddes praktische Arbeit anknüpfen kann. Den richtigen Umgang mit dem *environment* wollen beide durch eine organizistische Stadtplanung ermöglichen.

4.2 Patrick Geddes und die Urbanität des *environments*

Die praktische Anwendung all dessen wird von Patrick Geddes vorangetrieben, der – neben zahlreichen anderen Aktivitäten in den Bereichen Soziologie, Botanik, Kunstkritik, Pädagogik, Sexualitätsforschung, Ökonomie, Statistik sowie dem Verfassen einiger Opern – in Indien, Palästina, Zypern und seiner Heimat Schottland als Stadtplaner tätig ist. Geddes studiert zunächst in den 1870er Jahren Botanik, vor allem bei Huxley in London, aber auch bei Ernst Haeckel in Jena, der wie Kropotkin Kooperation als evolutionären Mechanismus betont und den Begriff Ökologie prägt. 1877 macht Geddes die bedeutende Entdeckung, dass Chlorophyll auch von Tieren produziert wird und veröffentlicht 1889 gemeinsam mit J. Arthur Thomson ein breit diskutiertes Buch zur Entstehung der Sexualität, sowie 1904 eine Einführung in die Evolutionstheorie.[16] Nachdem sich Geddes aufgrund eines

15 Kropotkin, Piotr (1897): Anarchism. Its Philosophy and Ideal. London, Freedom Pamphlet. S. 3.

16 Jozef Keulartz hat die Stadtplanung mit Geddes Buch *Evolution of Sex* in Verbindung gebracht, in dem ein äußerst problematisches Frauenbild vertreten wird, welches Männer als aktiv und Frau-

Augenleidens, welches ihm das Mikroskopieren verunmöglicht, von der Biologie abwenden muss, arbeitet er als Professor für Botanik in Dundee und von 1919 bis 1924 als Professor für Soziologie in Bombay an der Ausweitung der Biologie auf die Soziologie der Stadt. Die biologische Universalwissenschaft, um die es ihm geht, unterläuft die Unterscheidung von Natur und Kultur. »The influence of human environment must be recognised as a biological fact of the greatest social moment.«[17] In dieser markanten Konvergenz soziologischer und biologischer Sphären nimmt der Begriff *environment* als Brücke zwischen beiden Gebieten, die Geddes selbst in seiner Arbeit beständig überquert, eine zentrale Rolle ein.

Geddes Interesse an der neuen Wissenschaft der Ökologie, die er bei Haeckel in Jena kennenlernt, steht dabei im Hintergrund.[18] Kropotkins These, dass die Konsolidierung einer Population nach einer Veränderung des *environments* durch gegenseitige Hilfe geleistet wird, wendet Geddes auf die Stadtplanung an. Seine um 1900 begonnene Neugestaltung der Slums von Edinburgh, die ihn zum Vorreiter auf diesem Gebiet macht, basiert auf der Umwandlung ungenutzter Flächen in Parks und Gärten, Restaurierungsmaßnahmen für bestehende Strukturen anstatt Abrissen, einer gerechten Sozialpolitik sowie der intensiven Erforschung eines Faktorengefüges, das er *environment* nennt. Dieses wird selbst zum expliziten Objekt des Interesses, indem Geddes die soziale an die biologische Sphäre bindet und damit natürliche wie künstliche Umgebungen des Menschen als gestaltbare *environments* versteht.

Geddes setzt seine evolutionstheoretischen Ideen als Leitmotiv ein, um die Stadt von ihrer Entwicklung her zu verstehen, sie diesbezüglich zum Positiven zu beeinflussen und, vielleicht eher lamarckistisch als darwinistisch, aktiv in Anpassungsvorgänge zwischen Bewohnern sowie Bewohnerinnen und ihren *environments* einzugreifen. Am Ende seines Reports *City Development* von 1904 folgt daraus eine »conception of our goodly environment – the park, the city, the world itself – as a vast open-air museum of social development«.[19] Auf 200 Seiten schildert Geddes, oft eher visionär als praktisch veranlagt, im Detail die notwendigen Maßnahmen

---

en als passiv ansieht. Die Rolle der Frauen bestünde – aus der Evolution des Zell-Metabolismus heraus – nicht im Arbeiten und im Wählen, sondern in Kindererziehung und Sozialleben. In der Stadtplanung spiegele sich dies in den Unterschieden zwischen ländlichem und städtischem Bauen (vgl. Keulartz (1998): *Struggle for Nature*. S. 55).

17 Geddes, Patrick: »Environment«. In: *Encyclopedia. Volume IV* (1901). London, William & Robert Chambers, S. 389-390. Hier: S. 390.

18 Vgl. zu Geddes' Biographie Welter, Volker M. (2002): *Biopolis. Patrick Geddes and the City of Life*. Cambridge, MIT Press sowie Meller, Helen Elizabeth (1990): *Patrick Geddes. Social Evolutionist and City Planner*. London, Routledge; zu Geddes' Bezug auf die Ökologie vgl. Mather, Alexander S.: »Geddes, Geography and Ecology. The Golden Age of Vegetation Mapping in Scotland«. In: *Scottish Geographical Journal* 115/1 (2008), S. 35-52.

19 Geddes, Patrick (1904): *City Development. A Study of Parks, Gardens and Culture-Institutes*. Bournville, Saint George Press. S. 204.

und ihre Folgen abhängig von den jeweiligen *environments*. Kriminalität unter Jugendlichen soll beispielsweise durch Zoos und Parks vermieden werden: »In such an environment who would not be more of a naturalist, more of a Thoreau, more of a primitive, more of a child? And would not this be recreation indeed, this going back to nature, this recreating of the elemental past, this recreation also of the essential phases of civilisation anew?«[20]

Geddes Verwendung von *environment* impliziert eine beeinflussbare Abhängigkeit zwischen Umgebendem und Umgebenem, durch welche die Konsequenzen von Eingriffen vorhersagbar werden. *Environments* erscheinen als Planungsgegenstände. Er geht davon aus, dass die *environments* menschlicher Siedlungen verschiedene historische Stadien durchlaufen haben. Die Geschichte einer Stadt kann in diesem Sinne als Transformation ihrer *environments* gelesen werden, die wie die Evolution einer Art von den variablen Faktoren ihrer Umgebung und der gegenseitigen Beeinflussung abhängt. Geddes geht aber einen Schritt weiter als Kropotkin: In dieses historisch gewachsene, von Menschen geschaffene *environment* kann gestalterisch und planerisch eingegriffen werden.

In einem Eintrag in *Chambers's Encyclopedia* über *environment* schreibt Geddes 1901 ganz im Sinne Kropotkins (und in ähnlichen Worten wie Haldane): »Neither plant nor animal can be understood as a rounded-off unity; the whole life or function is made up of action and reaction between the organism and its environment.«[21] Gewährleistet werde das Bestehen dieser Dyade durch »streams of matter and energy from without«[22]. Organisches Leben basiere zwar auf Mechanismen, weshalb die Erklärungen der Biochemie und der Biophysik nicht grundsätzlich abzulehnen seien. Das Leben transzendiere sie jedoch, weil es nicht in diesen Mechanismen aufgehe und erst im Wechselverhältnis mit der Umgebung zu verstehen sei.

Eine Abbildung aus dem gemeinsam mit dem ebenfalls vitalistisch geprägten J. Arthur Thomson verfassten Lehrbuch *Life – Outlines of General Biology* von 1931, zeigt dreißig Jahre nach diesem Artikel, wie Geddes dieses Umgebungsverhältnis versteht. Die kreisförmige Zentrierung der Faktoren um den Organismus entspricht den Beobachtungen Canguilhems und bildet ein Gegenmodell zur dem Begriff *milieu* angemessenen »kontinuierlichen und homogenen, unendlich ausdehnbaren Gerade oder Ebene.«[23] Die Autoren schreiben zur Erläuterung der kreisförmigen Abbildung von *environments*: »It is a mistake to think that the relation of the organism to the environment is at all an easy subject. Suppose we draw a circle,

20 Ebd., S. 82.
21 Geddes: »Environment«. S. 389.
22 Ebd.
23 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 243.

place the organism in the middle, and try to see in what different ways the organism may influence the environment, and how in its turn the environment may play upon the organism. See the organism throughout its life running the gauntlet of never-ending environmental influences – mechanical, chemical, physical, animate. These influences take many forms.«[24] Zwar können die Einflüsse zwischen Organismus und *environment* unterschiedliche Formen annehmen, doch die basale Struktur, in welcher der umgebene Organismus in der Mitte des umgebenden *environments* steht, bleibt bestehen. Ihr Verhältnis sei nicht mechanisch, sondern organisch und könne daher nicht durch eine unidirektionale Kausalität vom Umgebenden auf das Umgebene erklärt werden. Das *environment* umfasst, so Geddes einprägsame Worte, »all manner of surrounding influences that play upon the living creature, making deep dints or giving light touches, awakening some buds and frost-biting others, encouraging and depressing, training and thwarting.«[25]

In der an diese Überlegung anschließenden Forschung erweitert Geddes das in Abbildung 4.1 manifestierte Schema kontinuierlich auf andere Wechselverhältnisse von Umgebungen. Darin stützt er sich auf die Evolutionstheorie Lamarcks, laut der Lebewesen nicht nur den äußeren Faktoren ihrer Umgebung ausgeliefert sind, sondern diese und auch sich selbst aktiv gestalten. Die Stadt begreift er dahingehend als komplexesten Zustand der Evolution, gemäß Spencers Parallelisierung der Komplexität des *environments* und der Komplexität des angepassten Organismus. Aus der Perspektive des Evolutionsbiologen betrachtet Geddes ihre Entstehung und die industrielle Entwicklung als soziale Evolutionsvorgänge und erhebt die Technik zum wesentlichen Agens der Entwicklung menschlicher Siedlungen. Indem Geddes diesen Organizismus auf menschliche Gemeinschaften ausweitet, setzt er die bei Kropotkin angelegte Wendung fort und errichtet den Grundstein für die Konzeption eines *environments*, welches – anders als das französische *milieu*, das in der Soziologie Taines als eine das soziale Leben determinierende Menge von Faktoren verstanden wird – Gegenstand technischer Eingriffe werden kann, eben weil es organisch ist. Wäre das Verhältnis von Umgebung und Umgebenem mechanistisch, würden gestaltende Eingriffe allein die selektierenden Faktoren betreffen. In einer Organisation wirkt jeder Eingriff auf das Ganze. Dieser Annahme zufolge verändert eine Modifikation des Umgebenden auch das Umgebene.

24 Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1931): *Life. Outline of General Biology. Volume 2*. London, Williams & Norgate. S. 1255.

25 Ebd., S. 982.

Abbildung 4.1 – Kreise des environments.

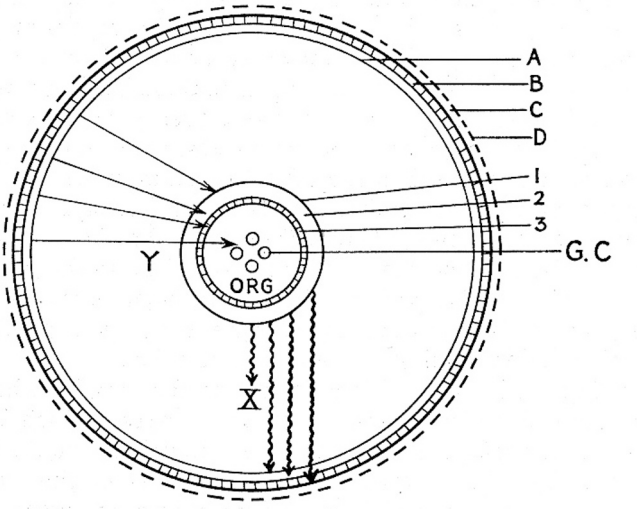


FIG. 201

Action and Reaction between Organism and Environment. The outer circles (the Environment) include (A) animate, (B) Physical, (C) Chemical, and (D) Mechanical influences. As the arrows (Y) show, these may penetrate to different depths of the organism, to the ectodern (1), to the mesoderm (2), to the endoderm (3), and even to the germ-cells (G.C.). From the organism there may be influences (X arrows) reaching various zones of the environment.

Quelle: Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1931): *Life. Outline of General Biology. Volume 1.* London, Williams & Norgate. S. 1255.

Diese Konzeption des *environments* ist eng verbunden mit einer für die Auslegung der technischen Welt folgenreichen Begriffsbildung. Von Geddes stammt die durch Mumford einem breiten Publikum vorgestellte Unterscheidung in eine mechanische Paläotechnik und eine elektrische Neotechnik, die einen historischen Bruch anhand technischer Entwicklungen benennt: »[…] the present main struggle for existence is not that of fleets and armies, but between the Paleotechnic and Neotechnic order.«[26] Geddes systematisiert Kropotkins Überlegungen und unterteilt das Industriezeitalter in zwei evolutionäre Phasen, die sich hinsichtlich ihrer Techniken, ihrer Industrien und ihrer sozialen Organisation unterscheiden, aber zeitlich überlappen: Die paläotechnische Phase ist von Dampf und Kohle als Energieträgern geprägt, die neotechnische, in die Geddes die Kultur seiner Zeit eintreten sieht, von Elektrizität. Erstere verschwendet Energie sowie Ressourcen und führt schließlich zu Krieg und Niedergang, letztere geht damit sinnvoll um und

26 Geddes (1904): *City Development*. S. 82.

hat Gleichgewicht als Ziel. Erstere bemisst Reichtum allein nach ökonomischen Maßstäben, letztere zielt darauf, die Bedürfnisse des Menschen zu erfüllen und seine Lebensweise mit dem *environment* zu arrangieren. Die Funktion der Neotechnik lautet: »organising environment towards maintenance and evolution of life«.[27] Geddes verwendet an einzelnen Stellen seiner Bücher auch die Begriffe *biotechnic*, *psychotechnic* sowie *geotechnic*.[28]

Sein Verständnis der Effekte der Elektrizität nimmt noch stärker als Kropotkins Maß an den aufgeladenen Diskursen, welche die Erforschung und Etablierung der Elektrizität begleitet haben. Diese neuen elektrischen Technologien ermöglichen Geddes zufolge eine Erneuerung des Lebens, also des Verhältnisses von Organismus und *environment*, weil sie durch die Elektrifizierung von Haushalten neue Möglichkeiten der Anpassung von Organismen an ihre *environments* mit sich bringen. Mit der Neotechnik festigen die Fernwirkungen und entfesselten Kräfte der Elektrizität den Zusammenhalt der Menschen und die ökonomische Organisation zum Zweck des »bettering of man and his environment together«[29]. Zu dieser Zeit setzt die Elektrifizierung der Haushalte gerade ein. Elektrisches Licht ist verbreitet, Kraftwerke sprießen aus dem Boden, auch wenn ihre Energie meist der Industrie dient, und elektrische Straßenbahnen transportieren Menschen so wie Telegraphen und Telefone ihre Botschaften.

Im Gegensatz zu diesem emanzipatorischen Potential ist die typische Industriestadt des 19. Jahrhunderts für Geddes ein Beispiel für die Paläotechnik und ihre Missachtung des *environments* durch Verschmutzung und Ressourcenverbrauch. Die Zentralisierung von Arbeiterstädten rund um riesige Fabriken in Folge der Erschließung von Dampf und Kohle als Energiequellen habe verheerend auf langsam gewachsene regionale Strukturen gewirkt. Weil sich das Gleichgewicht in der paläotechnischen Stadt aufgrund ihrer technischen Eingriffe nicht mehr selbsttätig nach natürlichem Vorbild herstellen könne, gerate das Verhältnis des Menschen und des *environments* aus den Fugen. In der dystopischen paläotechnischen Megalopolis, in der sich Elektrizität nicht durchsetzen kann, herrscht hingegen ein gefährliches Ungleichgewicht von menschlicher Gesellschaft und *environment*, dem durch sorgfältige Planung entgangen werden soll: »to apply our constructive skill, our vital energy, towards the public conservation instead of private dissipation, and towards the evolution instead of the deterioration of the lives of others.«[30] Dazu zählt auch der Einsatz von Technik. Saubere, elektrische Technik könne Hand in Hand mit »secure advance in social hygiene«[31] ein neues Gleichgewicht erzeugen,

27 Ebd., S. 60.

28 Geddes/Thomson (1931): *Life*. S. 647 und 1353. Vgl. dazu Bud, Robert (1993): *The Uses of Life. A History of Biotechnology*. Cambridge, Cambridge University Press.

29 Geddes, Patrick (1915): *Cities in Evolution*. London, Williams and Norgate. S. 54.

30 Ebd., S. 72.

31 Geddes/Thomson (1931): *Life*. S. 1242.

als dessen Resultat weniger das alte, natürliche *environment* wiederhergestellt, sondern vielmehr dieses zum technischen Produkt werde. Durch Elektrizität werde die neotechnische Stadt möglich, deren Aufbau dem *environment* angepasst und eher ländlich sei. Sie soll aus kleinen, organischen, dezentralen Einheiten bestehen, die viele ihrer Bedürfnisse selbst erfüllen können und Ressourcen ökonomisch handhaben, auch weil Elektrizität eine effiziente Energieverteilung erlaubt. Ohne Elektrizität ist für Geddes ein stabiles *environment* für den Menschen des 20. Jahrhunderts nicht mehr möglich. Geddes spricht entsprechend von einem »paleotechnic environment«[32], das vom *environment* der neotechnisch geplanten und angepassten Stadt ersetzt werde. *Environment* kann nunmehr selbst technisch sein, weil es zum Gegenstand von Planung geworden ist. *Environment* wird nicht mehr nur vorgefunden, sondern in einer »endless diversity«[33] seiner Formen auch produziert.

Geddes' Projekte der Stadtplanung, die in Edinburgh beginnen und ihn um die ganze Welt reisen lassen, folgen aus der Fortschreibung der Evolutionstheorie in eine ›bio-sociology‹: »In modern everyday phrase this task is, in fact already, opening before us as we are seeking to advance rural development here and town-planning there; we have next to co-ordinate both into regional renewal.«[34] Geddes' Anwendung der Biologie auf die Stadt geht über die übliche metaphorische Beschreibung letzterer als Organismus hinaus.[35] Das soziale Leben wird als Fortsetzung der biologischen Evolution nach vergleichbaren Funktionsprinzipien beschrieben, nämlich mit den ineinander verschränkten evolutionsbiologischen Kategorien *organism*, *function* und *environment*. »For no ideal, no step of progress, no ambition, no difficulty is there that has not these three sides.«[36] Sie entsprechen als »life's fundamental categories«[37] der Triade aus *famille*, *travail* und *lieu*, die Geddes aus Frédéric Le Plays soziologischer Untersuchung französischer Arbeiter übernimmt und als *folk*, *work* und *place* übersetzt. Dem Sozialgeographen Le Play folgend beschreibt Geddes menschliche Gemeinschaften, die auf geteilter Arbeit beruhen, als Produkte ihrer regionalen Umgebung.

Geddes' Vorgehen bei der Planung einer Stadt und seine Maßnahmen der Bevölkerungspolitik, die David Matless ausführlich beschrieben hat, werden von massiven Datensammlungen über diese drei Kategorien und ihrer statistischen Auswertung begleitet, von sogenannten ›regional surveys‹, die Wissen über das *envi-*

32 Geddes (1915): *Cities in Evolution*. S. 130. Vgl. zu diesem Zusammenhang auch Carey, James W./Quirk, John J.: »The Mythos of Electronic Revolution«. In: *The American Scholar* 39/40 (1970), S. 219-241; 395-424. Hier: S. 232f.

33 Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1911): *Evolution*. New York, Holt and Company. S. 193.

34 Geddes (1904): *City Development*. S. 116.

35 Vgl. Welter (2002): *Biopolis*.

36 Geddes/Thomson (1931): *Life*. S. 1242.

37 Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1931): *Life. Outline of General Biology. Volume 1*. London, Williams & Norgate. S. V.

ronment, die Arbeit und die Bewohnerinnen sowie Bewohner sammeln und strukturieren sollen und auch die englische Ökologie dieser Zeit beeinflussen.[38] Diese Surveys sind keine trivialen Datensammlungen, weil im Prozess ihrer Erstellung die in Relation zu setzenden Gegenstände überhaupt erst hervorgebracht werden und deshalb ihre Beobachterabhängigkeit reflektiert werden muss. Zum gesammelten Material gehören auch Landkarten, geographische Oberflächenmodelle und vor allem große Mengen an Fotografien. Um dem *environment* gerecht zu werden, muss es aufmerksam beobachtet und in seinen heterogenen Faktoren wie Sprachen, Transportmitteln, Gesetzen, Energieversorgung, Arbeitssicherheit oder Architektur erfasst werden. Gerade mit dieser Heterogenität, von Geddes wie bereits angeführt als »endless diversity«[39] benannt, kann der Singularkomplex des *environment*-Konzepts umgehen. Voraussetzung für die Erklärung der Entstehung oder Ausdifferenzierung von Arten wie für die Planung einer Stadt ist die genaue Kenntnis des *environments* und seiner beeinflussenden Faktoren. »It is impossible to separate living creatures from their surroundings. To do so in fact is to kill them; to do so in theory is to turn biology into necrology […].«[40]

Auch die Bewohnerinnen und Bewohner selbst sollen, so das von Geddes vorgestellte pädagogische Modell, diese Daten zusammentragen und bei der Planung helfen, wodurch sie ein praktisches Wissen über ihr eigenes *environment* gewinnen. Im Hintergrund dieses Vorgehens steht kein institutioneller Apparat der Planung, sondern ein emanzipatorischer Anspruch. In der gemeinsamen Arbeit am *environment* sollen Pläne entworfen, Straßen neu verlegt, Tore und Türen umgestaltet oder trennende Wände und Mauern durchbrochen werden. Durch die genaue Kenntnis aller Faktoren eines lokalen *environments* sollen die Stellen identifiziert werden, an denen der freie Verkehr und die organischen Bewegungen der Bewohnerinnen und Bewohner stillstehen. Geddes Stadtplanung besteht aus zahlreichen kleinen Eingriffen, die gestockten Strömen zum Fließen verhelfen sollen. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts entwirft Geddes eine ökonomische Theorie des Menschen als Energie produzierendem und verbrauchendem Wesen, die nun als Maßstab gilt.[41] Mit diesen Vorstellungen ist Geddes keineswegs allein, sondern fügt sich in eine allgemeine Bewegung, die vor allem in England seit den 1880er Jahren Armut und soziale Gefälle mit neuen, wissenschaftlichen Mitteln bekämpfen will.

Ziel von Geddes Maßnahmen ländlicher Revitalisierung und urbaner Erneuerung sind kleinere Städte mit 20.000 bis 30.000 Einwohnern, deren Form und

38 Vgl. Matless, David: »Regional Surveys and Local Knowledges. The Geographical Imagination in Britain, 1918-39«. In: *Transactions of the Institute of British Geographers* 17/4 (1992), S. 464-480 sowie Mather: »Geddes, Geography and Ecology«.

39 Geddes/Thomson (1911): *Evolution*. S. 193.

40 Ebd., S. 192.

41 Vgl. Meller, H.E: »Patrick Geddes. An Analysis of His Theory of Civics, 1880-1904«. In: *Victorian Studies* 16/3 (1973), S. 291-315.

Organisation wie in der mittelalterlichen Stadt Kropotkins von den Bewohnern sowie Bewohnerinnen und ihrer Arbeit abhängen soll. Diese Überlegungen gewinnen auch im institutionellen Rahmen an Einfluss. Gemeinsam mit Mumford ist Geddes, der 1909 maßgeblich am einflussreichen *Town Planning Act* in England beteiligt ist, in den 1920er Jahren in die Gründung der einflussreichen Regional Planning Association of America (RPAA) involviert, die eben solche Projekte in großem Stil umzusetzen und das Verhältnis urbaner und ländlicher Räume auszubalancieren versucht. Dass dieses Projekt eine Biopolitik der Bevölkerung verfolgt, deuten die folgenden Worte des Aktivisten Benton MacKaye an: »The key problem […] was (and is) the movement and distribution of population.«[42] Geddes' Projekt der »sorgfältige[n] Verwaltung der Körper und rechnerische[n] Planung des Lebens«[43] ist ein Versuch, die Bevölkerung dem kapitalistischen Zugriff zumindest teilweise zu entziehen, sie dadurch aber umso mehr zu einem bestimmten Verständnis von und Umgang mit dem *environment* zu erziehen.

Geddes' soziologische Arbeiten sind, wie Chris Renwick gezeigt hat, von zwei zunächst widersprüchlich erscheinenden Thesen durchzogen: einerseits, dass die Gesellschaft der Natur nicht entkommen könne, andererseits dass die Gesellschaft ihre Entwicklung bis zu einem gewissen Grad zu steuern vermöge.[44] Sie sei determiniert und frei zugleich. Liest man diese Konstellation vom *environment* her, löst sich die Spannung dieser beiden Thesen, denn dem *environment* kann niemand entkommen, aber es wird unweigerlich durch die Fähigkeit eines Individuums zur dynamischen Gestaltung von Umgebung gegen statische Verhältnisse modifiziert. Unklar bleibt dabei in allen Schriften Geddes' der Status des Beobachters und seines Eingriffs in das *environment*, der Rückkopplung seiner Beobachtung mit dem Beobachteten. Als proto-kybernetisch oder systemtheoretisch können seine Überlegungen sicherlich nicht angesehen werden. Dennoch erlaubt die evolutionstheoretische Perspektive Geddes' einen Umgang mit den technischen Herausforderungen seiner Zeit, für die der Begriff *environment* zum entscheidenden Hilfsmittel wird. Er ermöglicht, zwischen den Wissensgebieten zu wechseln, übersetzt unterschiedliche Einflussfaktoren ineinander und macht als Singular ihre überbordende Komplexität handhabbar. Das Konzept des *environments* beginnt mithin zu prägen, wie Städte gebaut werden und wie Menschen in ihnen leben.

Der Begriff des *environments* überschreitet damit die Deskription der natürlichen Verhältnisse und wird zum Ansatzpunkt gestalterischer Eingriffe, die den

42 MacKaye, Benton (1968): *From Geography to Geotechnics*. Urbana, University of Illinois Press. S. 36.

43 Foucault, Michel (2003): *Der Wille zum Wissen. Sexualität und Wahrheit, Band 1*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 135.

44 Vgl. Renwick, Chris: »Patrick Geddes and the Politics of Evolution«. In: *Endeavour* 34/4 (2010), S. 151-156.

Alltag der Menschen in einer Stadt in einer organischen Transformation der Gemeinschaft prägen sollen. *Environment* wird bei Geddes erstens zum Gegenstand solcher Maßnahmen der Gestaltung eines besseren Zusammenlebens. Wenn das *environment* derart durch menschliche Eingriffe planbar ist, bedeutet dies zweitens, dass es nicht länger auf der Seite der Natur verortet werden kann, sondern vielmehr deren strikte Abtrennung von der Kultur unterläuft. Mit dieser konzeptuellen Verschiebung wird *environment* drittens in eine enorme Breite überführt. Es bezeichnet nunmehr ein Bedingungsgefüge heterogener Faktoren und ihrer Kausalitäten, das mit jeder Handlung modifiziert wird, ohne genauer spezifiziert werden zu können, weil die Menge der Faktoren den Rahmen sprengt. Vom konkreten Bezug auf die naheliegende Umgebung löst sich der Begriff in einem langsamen Prozess, der auch bei Mumford noch nicht abgeschlossen sein wird. Diese multiple Bedeutung macht ihn überaus produktiv, aber auch problematisch. So betont Maggie Studholme schon für Geddes extensiven Gebrauch des Begriffs: »He was not always careful to specify which sense of the term he was using at a given moment.«[45] Kennzeichnend für diesen Überschuss ist die uneinheitliche Verwendung in *City Development*: *environment* wird mal groß- und mal kleingeschrieben, manchmal auch kursiv gesetzt. Zugleich taucht die Bezeichnung »natural environment«[46] auf, die für Spencer noch ein Pleonasmus gewesen wäre, weil es nur ein natürliches *environment* geben konnte. Wenn es ein natürliches *environment* gibt, muss es auch ein artifizielles, technisches geben, die nunmehr beide gleichermaßen als Bedingungsgefüge gekennzeichnet werden können, eben als *environment*.

4.3 Lewis Mumford und der Organizismus der Technik

In dieser Richtung setzt Mumford die Prägung des Begriffs und die gestaltende Arbeit am urbanen *environment* fort. Als Autor von mehr als 30 Büchern sowie tausenden Aufsätzen und Zeitungsartikeln macht Mumford, der sein Studium an der New School for Social Research nicht beendet, diesen Organizismus in seinen vor dem Zweiten Weltkrieg entstandenen, noch verhalten optimistischen Schriften zur Kulturgeschichte der Stadt und der Technik zum Programm. Seine späteren Arbeiten, vor allem *The Myth of the Machine*, stehen der technischen Entwicklung entschieden pessimistischer gegenüber. An der Verwendung des Begriffs *environment* ändert sich jedoch wenig. Mumford zielt auf eine kritische, moralische, seinem Verständnis nach damit implizit holistisch-organizistische Perspektive auf den Ursprung der Mechanisierung und der mit ihr verbundenen Transformationen: »We

45 Studholme, Maggie: »Patrick Geddes. Founder of Environmental Sociology«. In: *The Sociological Review* 55/3 (2007), S. 441-459. Hier: S. 445.

46 Geddes (1915): *Cities in Evolution*. S. 54.

must restore to the city the maternal, life-nurturing functions, the autonomous activities, the symbiotic associations that have long been neglected or suppressed. For the city should be an organ of love.«[47]

Die ökologische Dimension des Begriffs lebt in den holistisch-organizistischen Motiven seiner Bücher wie seinen zahlreichen stadtplanerischen Engagements fort. Organizistisch ist bereits Geddes' ökologisch inspiriertes Vorgehen bei der Planung urbaner Räume in dem Sinne, dass die Verschränkung von Funktionen und die gesellschaftliche Einbettung in den Rahmen des *environments* wichtiger sind als Stil oder Form. Die Organisation einer Stadt oder eines Organismus, deren evolutionäres Grundprinzip eine inhärente Kraft des Lebens manifestiere, könne zwar, so setzt Mumford Geddes' Ansatz fort, in einzelnen Schritten nachverfolgt und beeinflusst, aber nur als Ganzes verstanden und auf diese Ganzheit hin geplant werden. Organisation bedeutet bei Geddes und Mumford nicht nur die Forderung, die evolutionär gewachsene Ganzheit des Organischen und den Überschuss des Zusammenwirkens ihrer Teile in allen Formen menschlichen Zusammenlebens zu berücksichtigen, um das Fortbestehen des Organismus oder der Organisation zu sichern.[48] Während in den holistischen Ökologien der Zwischenkriegszeit die Betonung der Ganzheit zumeist mit einer Ablehnung der Beherrschung und Beeinflussung der Natur verbunden war, ist Mumfords Verständnis des Organischen gerade auf die Möglichkeit der intentionalen Gestaltung von Lebensräumen gerichtet. Er verfolgt eine organische Herangehensweise, die alle Bestandteile einer Organisation zugleich als Zweck und als Mittel begreift. Diese Perspektive erlaubt einen gestaltenden Umgang mit dem *environment*, um so die umgebenen Organismen zu beeinflussen. In der Konsequenz macht dieser Organizismus die von diesen ökologisch-holistischen Prinzipien geprägte Kategorie des ›Lebens‹ zum Momentum der Geschichte, deren Gestaltung sich Mumford als Planer und deren Darstellung er sich als Historiker widmet.

Bei täglichen Spaziergängen erlebt er die Veränderungen seiner Heimatstadt New York mit und beschreibt sie von den 1930er bis in die 1970er Jahre in einflussreichen Kolumnen in der Zeitschrift *The New Yorker*.[49] Nach den Kriterien, die er dort schrittweise entwirft, pflegt ein gelungenes Gebäude eine optimale Beziehung zu seinem *environment*, etwa in Form der Einbindung in gewachsene regionale Strukturen, sinnvoller Nutzung von Luft-, Licht- und Energieressourcen oder indem es seinen Bewohnern und Bewohnerinnen dient, sich in ihrer Umgebung zu

47 Mumford (1961): *The City in History*. S. 575. In dieser Hinsicht sind Mumfords Äußerungen theoriegeschichtlich durchaus als Entgegnungen zum europäischen Strukturalismus zu verstehen.

48 Vgl. Marx, Leo: »Lewis Mumford. Prophet of Organicism«. In: Hughes, Thomas Parke/Hughes, Agatha C. (Hg., 1990): *Lewis Mumford. Public Intellectual*. New York, Oxford University Press, S. 164-180.

49 Vgl. zur Biographie Mumfords Wojtowicz, Robert (1996): *Lewis Mumford and American Modernism. Eutopian Theories for Architecture and Urban Planning*. Cambridge, Cambridge University Press.

entfalten. Bei den aus dem Boden sprießenden Wolkenkratzern sei dies nur selten der Fall, weil sie nicht in die urbane Umgebung integriert seien, allein ökonomischen Zwecken dienten und ihre Nachbarschaft erdrückten. Ein ›Organ der Liebe‹ kann die Stadt nur im Gleichgewicht sein, wenn ihre Bewohner und Bewohnerinnen im Gleichgewicht mit dem *environment* leben. Kriterium für diese Harmonie ist die je individuelle Anpassung, die alle organischen Funktionen des Menschen bzw. der Stadt zur vollen Entfaltung kommen lassen soll. Ihr sollen die Bestrebungen von Architekten und Planern dienen.

Mumford betrachtet, ganz so wie von Geddes gefordert, die Stadt mit den Augen eines Evolutionsbiologen und sucht nach den Faktoren und Einflüssen, die Gebäude, Infrastrukturen und Institutionen im Kontext einer Region, einer Ortschaft oder eines Häuserblocks hervorgebracht haben. Dabei identifiziert er Kultur mit ihren technischen und architektonischen Erscheinungsformen, die sich vor allem in der Großstadt manifestieren. Seine Veröffentlichungen nehmen, wie Rosalind Williams geschildert hat, auf dieser Grundlage erstmals eine integrale Kulturgeschichte der Technik, der Stadt und des Menschen in Angriff, deren Motiv das ökologische Gleichgewicht zwischen Organismus und *environment* ist.[50] Dem Historiker Ludwig Trepl zufolge wird innerhalb der Ökologie in den 1930er Jahren das Paradox, dass ein Organismus von seiner Umgebung konstituiert wird und zugleich diese Umgebung miterzeugt, dadurch neutralisiert, dass Organismen geschichtlich werden und eine zeitliche Dimension zugesprochen bekommen.[51] Entsprechend erzählen Geddes und vor allem Mumford die Kulturgeschichte einer Stadt als Entwicklung der Ökologie von Umgebendem und Umgebenem. Ihre gegenseitige Wechselwirkung wird nur aus der historischen Perspektive heraus einsichtig und erst auf dieser Grundlage gestaltbar. Wie Geddes und Kropotkin geht Mumford davon aus, dass Planung und Design von einem organischen Verständnis der evolutionären Entwicklung des Menschen in seinem *environment* geleitet sein sollten.

Die Behauptung ist sicherlich nicht übertrieben, dass *Technics and Civilisation* und *The Culture of Cities* eine Ausarbeitung der Thesen seines langjährigen Mentors darstellen, auf dessen Schriften Mumford 1914 stößt und den er bei einem Aufenthalt in New York im Sommer 1923 persönlich kennenlernt.[52] Geddes habe, so Mumford, Einfluss »on my direct relations with the whole environment, cosmic,

50 Vgl. Williams, Rosalind: »Lewis Mumford as a Historian of Technology in Technics and Civilisation«. In: Hughes, Thomas Parke/Hughes, Agatha C. (Hg., 1990): *Lewis Mumford. Public Intellectual*. New York, Oxford University Press, S. 43-65. Williams fasst auch die Kritik an Mumfords Modell zusammen, die vor allem darauf hinausläuft, dass er die dominante Kultur mit ihren technischen Formen gleichsetze.

51 Vgl. Trepl: »Geschichte des Umweltbegriffs«. S. 42.

52 Vgl. Easterling, Keller (1999): *Organization Space. Landscapes, Highways, and Houses in America*. Cambridge, MIT Press. S. 28.

earthly, and human«[53] gehabt. Als außerordentlich erfolgreicher Autor verschafft Mumford Geddes' oft eher kryptischen Überlegungen eine breite Öffentlichkeit und greift mit ihnen in politische Debatten um die Zukunft der Stadt ein. In seiner Selbstverständlichkeit ist der Begriff *environment* dabei von enormer Bedeutung. So ist die Behauptung seines Biographen Donald Miller sicherlich zutreffend, dass »more than anyone in his time, Mumford is responsible for introducing a sense of the environment into architectural consciousness.«[54] In seiner *Renewal of Life*-Serie, bestehend aus *Technics and Civilisation* (1934), *The Culture of Cities* (1938), *The Condition of Man* (1944) und *The Conduct of Life* (1951) kritisiert Mumford auf dieser Basis die Paläotechnik und beschreibt das Heraufziehen der Neotechnik der Gegenwart oder der nahen Zukunft. Die Bücher entwerfen ein Panorama, das vom alten Ägypten bis zum New York der Gegenwart reicht. Mumford zieht die Konsequenzen der Zivilisation für die Natur sowie der Natur für die Zivilisation und begreift beide als Faktoren der Entwicklung des Menschen. Diese Geschichte ist für Mumford zugleich Vehikel für einen politischen Aktivismus, der ausgeglichene, organische Verhältnisse sicherstellen will.

Mumfords Bilanz ist letztendlich vielschichtiger als Geddes' Überlegungen und historisch verankert. Stadtplanung muss sich, so Geddes, immer auf eine historische Vorarbeit stützen, von der her die Evolution der Stadt verständlich werde. Ohne historische Untermauerung bleibe jede soziologische oder kulturelle Arbeit, aber auch jeder gestaltende Eingriff bodenlos, weil sie keine Einsicht in die geschichtliche, d.h. evolutionäre Dimension ihrer Gegenstände und damit ihre zukünftigen Potentiale hätten. Organische Entwicklung, Integration und Anpassung, also die Gestaltungsspielräume des Planers, sollen Geddes zufolge optimalerweise die Vergangenheit fortsetzen. Mumford überführt diesen ›organischen Historismus‹ in das Modell aus Eotechnik, Paläotechnik und Neotechnik. Erstere fügt er zu Geddes' Phasen hinzu, um eine Zeit vor der Industrialisierung zu erfassen, in der Wasser, Holz und Wind als saubere Energiequellen genutzt wurden. In seinen

53 Mumford, Lewis (1979): *My Works and Days. A Personal Chronicle*. New York, Harcourt, Brace, Jovanovich. S. 100. Das in der Literatur gerne beschworene brüderliche Verhältnis von Geddes und Mumford, der seinen Sohn Geddes tauft, scheint nicht den Tatsachen zu entsprechen, wie Mumford in einem Brief nahelegt: »My relations with old Geddes were never intimate, he was too old and I was too young for there to be any real partnership between me and that old Bull in the Herd, until he had died; but he turned my mind into fruitful channels and made me ready to bridge the gap between city and country […].« Mumford, Lewis/Osborn, Frederic J. (1971): *The Letters of Lewis Mumford and Frederic J. Osborn. A Transatlantic Dialogue 1938-70*. Bath, Adams & Dart. S. 61.

54 Miller, Donald L. (1989): *Lewis Mumford, a Life*. New York, Weidenfeld & Nicolson. S. 190. In einem Brief an Geddes von 1919 spricht Mumford bezeichnenderweise davon, dass die amerikanische Soziologie dieser Zeit aus einem »environment of books« erwachsen sei (vgl. Mumford, Lewis/Geddes, Patrick (1995): *Lewis Mumford and Patrick Geddes. The correspondence*. London, Routledge. S. 51).

eine breite Leserschaft findenden Büchern stellt Mumford dieses dreistufige Modell der Erklärung der Technik und ihrer Herausforderungen vor, um in die Politik der Ausgestaltung von Lebensräumen zu intervenieren.

Geddes und Mumford teilen den starken Antrieb, gute von schlechter oder befreiende von unterdrückender Technik zu scheiden. Die Geschichte der Technik erscheint mithin als eine Geschichte der Menschheit. Vereinfacht gesagt macht Mumford das Zusammenspiel von *environment*, *organism* und *function*, welches Geddes entworfen hatte, für die Anwendung auf kulturelle und technische Artefakte in ihrer organisch-historischen Gewordenheit fruchtbar.[55] Er zeigt, wie Menschen Technologien nutzen und nutzen sollten, um im organischen Verhältnis zu ihrem *environment* ihre Fähigkeiten und Potentiale zu entfalten. Wie ein gesunder Mensch entwickelt auch eine gesunde Stadt mit dieser Kraft ein organisches Verhältnis zu ihrer Umgebung. Zu diesem Zweck stützt Mumford sich in allen seinen Schriften auf einen breiten Technikbegriff. Technologie ist Teil seines Konzepts von *technics*, die er aus der antiken *technē* ableitet. *Technic* ist demnach Ausdruck des Verhältnisses kultureller und biologischer Entwicklungen und durchläuft verschiedene Phasen. In ihrer organischen Verankerung im Leben ist Technik die den Menschen definierende Weise des Umgangs mit dem *environment.* Sie erzeugt dabei aber auch ein eigenes, technisches *environment*, in dem Maschinen zur Umformung von Umgebungen dienen und Werkzeuge eine strukturierte Handhabung einzelner Faktoren erlauben. Dieses *environment* hat Auswirkungen auf Denken, Fühlen und Handeln des Menschen, deren Ausdruck die Stadt ist.[56] Mumford gehört mit diesen Thesen zu den ersten Theoretikern einer engen Kopplung der Geschichte der Menschheit mit der Geschichte der Technik. Der Begriff des *environments* hilft ihm, beide zu verschränken: als Bestandteil der evolutionären Entwicklung des Menschen ist *technic* inhärent mit dem vom Menschen gestalteten *environment* verbunden.[57]

Über Geddes vermittelt schließt sich Mumford Kropotkins Erklärung der Evolution durch Zusammenarbeit zum Zwecke der Erhaltung des Organismus durch Anpassung an das *environment* an und erweitert diese Position zu einer generellen These über die Kultur des Menschen sowie die Vorteile der Dezentralisierung: »Or to put it in more organic terms, little communal village cells, undifferentiated and uncomplicated, every part performing equally every function, turned into complex

55 Vgl. Renwick, Chris/Gunn, Richard C.: »Demythologizing the Machine. Patrick Geddes, Lewis Mumford, and Classical Sociological Theory«. In: *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 44/1 (2008), S. 59-76.

56 Vgl. Mumford, Lewis (1938): *The Culture of Cities*. New York, Harcourt, Brace & World.

57 Ganz in diesem Sinne berichtet Mumford Geddes in einem Brief vom 26. August 1929 von seiner Lektüre der Schriften John Scott Haldanes und Lawrence Hendersons: »They told me at Harvard that Henderson, and Wheeler the entomologist, are the brightest stars in their galaxy now.« Mumford/Geddes (1995): *Lewis Mumford and Patrick Geddes*. S. 289.

structures organized on an axiate principle, with differentiated tissues and specialized organs, and with one part, the central nervous system, thinking for and directing the whole.«[58] Mit dem Begriff *environment* wird nunmehr im doppelten Sinne Geschichte gemacht: geschrieben durch die Historiographie und hergestellt durch gestaltende Eingriffe. *Environment* – stets im Singular – ist in verschiedenen Formen nicht nur gegeben und gestaltet, nicht nur ein Bedingungsgefüge, sondern Ergebnis der Geschichte einer technischen Kultur und als solches Gegenstand von Planung. Das *environment* hat eine Geschichte, die nur von der Evolution her verständlich wird. »All thinking worthy of the name must now be ecological, in the sense of appreciating and utilizing organic complexity, and in adapting every kind of change to the requirements not of man also, or of any generation, but of all his organic partners and every part of his habitat.«[59] Die Geschichte der Menschheit kann Mumford in diesem Sinne mit Hilfe des *environment*-Begriffs als Geschichte der Technik schreiben, weil er Kultur als Anpassung an das *environment* und als Hervorbringung neuer *environments* definiert.

Die mechanische Verfasstheit der Paläotechnik, aus der Mumford die nordamerikanische Kultur seiner Zeit heraustreten sieht, ist in letzter Konsequenz lebensfeindlich, weil sie das Verhältnis des Menschen zum *environment* zerstört. Die neotechnische Phase wird, so prognostiziert Mumford 1934 in *Technics and Civilisation* mit der Elektrizität eine Überlegenheit des Organischen über das Mechanische manifestieren und drei Ungleichgewichte balancieren: das zwischen Mensch und Natur, das zwischen Industrie und Landwirtschaft sowie das außer Kontrolle geratene Populationswachstum. Mumford formuliert damit Geddes' Utopien der Neotechnik aus: saubere Energie, Gemeinschaften, die mit anstatt von ihrem *environment* leben, sowie Architektur, welche die Bedürfnisse der Bewohner und Bewohnerinnen beachtet und Technologien wie Licht, Ventilation und Elektrizität, aber auch die Notwendigkeit von Erholungsräumen bedenkt. Sie führe zu »mathematical accuracy, physical economy, chemical purity, surgical cleanliness«[60]. Elektrizität erlaube durch Kommunikation und Produktion eine dezentrale Verteilung lebenswichtiger Ressourcen und damit eine neue Anpassung an das *environment*, bei der dieses nicht mehr mechanisch ausgenutzt und in Ballungsräumen nicht mehr überlastet wird. Ebenso ermöglicht das Auto den Transport über größere Distanzen und damit neue Zwischenräume, die mit Erholungsgebieten und Gärten gefüllt werden können.

Prägend für die Gestalt der USA wird in dieser Hinsicht Mumfords Einfluss in der interdisziplinären Regional Planning Association of America, die 1923 vom

58 Mumford (1961): *The City in History*. S. 34. Vgl. dazu auch Casillo, Robert: »Lewis Mumford and the Organicist Concept in Social Thought«. In: *Journal of the History of Ideas* 53/1 (1992), S. 91-116.
59 Mumford, Lewis (1967): *The Myth of the Machine*. New York, Harcourt, Brace, Jovanovich. S. 393.
60 Mumford, Lewis (1934): *Technics and Civilization*. New York, Harcourt, Brace, Jovanovich. S. 247.

Stadtplaner Clarence Stein gegründet wird und Franklin Delano Roosevelts Politik des New Deal im Hinblick auf Straßenbau, die Anlage von Erholungsgebieten und Nationalparks sowie eine landesweite Elektrifizierung als Vorlagengeber dient. Neben Benton MacKaye, einer Leitfigur des Umweltschutzes der 1920er Jahre und seit besagtem Besuch von Geddes in New York 1923 ebenfalls mit diesem befreundet, ist Mumford als Gründungsmitglied eine der zentralen Figuren der RPAA, deren Geschichte Keller Easterling ausführlich dargestellt hat.[61] Ziel dieser unabhängigen Organisation, die auch mit Howard W. Odum, dem Vater der beiden Brüder, zusammenarbeitet, ist eine Umkehrung der Urbanisierung hin zu einer an Ebenezer Howards *garden city* anlehnenden Vernetzung kleiner und mittelgroßer Siedlungen, in denen, so MacKayes Forderung, urzeitliche, ländliche und urbane Organisationsformen nebeneinander existieren sollen. Unter dem Titel *geotechnics* soll die »art of developing environments«[62] zugunsten einer organischen Fortentwicklung gepflegt werden. Die Natur hat, so der Forstwissenschaftler MacKaye, eine eigene Geotechnik, die ihre *habitability* für alle Lebewesen sicherstellt und den Regeln der Ökologie unterliegt. Nach ihrem Vorbild und die neotechnischen Optionen nutzend soll der Lebensraum Nordamerikas neu gestaltet werden.

Diese von der RPAA angestrebte Ökologie, die auf regionaler Ebene ansetzt und noch nicht mit dem *environmentalism* der Nachkriegszeit gleichgesetzt werden sollte, macht keinen Unterschied zwischen natürlichen Vorgängen und angepassten menschlichen Eingriffen. Sie soll katastrophale Entwicklungen wie Raubbau und Naturzerstörung nicht nachträglich analysieren, sondern vorhersehen und vermeiden. Diesem Vorbild folgend werden Siedlungen durch eine Remodellierung urbaner Landschaften mittels Kommunikationsmedien und Highways verbunden, denn im Auto sieht man zu dieser Zeit ähnlich wie in der Elektrizität einen Heilsbringer des 20. Jahrhunderts. Die heutige Aufteilung des amerikanischen Siedlungsraums in *suburbia* und geballte Innenstädte hat hier einen planerischen Hintergrund.[63]

Dem urbanen Wachstum mit seinen negativen Effekten wird in den 1920er Jahren in Modellsiedlungen wie Sunnyside/New York oder Radburn/New Jersey – ›a town for the motor age‹, wie sich die Stadt noch heute nennt[64] – eine Alternative entgegengestellt, die Geddes' Überlegungen in großen Maßstab modellbildend

61 Vgl. Easterling (1999): *Organization Space*. S. 46 sowie Hall, Peter (1988): *Cities of Tomorrow. An Intellectual History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century*. Oxford, Blackwell Publishers.

62 MacKaye, Benton (1928): *The New Exploration*. New York, Harcourt, Brace and Company. S. 50.

63 MacKaye ist, wie Keller Easterling gezeigt hat, maßgeblich an den Staudammprojekten der Tennessee Valley Authority beteiligt, die er ökologisch mit Energieerzeugung, Regionalplanung und Straßenbau verknüpft, was schließlich zum Ausbau des noch heute bestehenden Appalachian Trails führt, der den Osten der USA durchquert und verschiedene Landschaftsräume miteinander verbindet (vgl. Easterling (1999): *Organization Space)*.

64 http://www.radburn.org, letzter Zugriff am 10. März 2019.

in die Tat umsetzt. Auch die Ideale Kropotkins finden sich wieder: dezentralisierende Elektrizität, Verbesserung der Produktivität ohne Nebenwirkungen, Freiheit des individualisierenden Autos statt zentralisierende Herrschaft der Eisenbahn, Vernetzung durch Radio und Telefon für Bevölkerung und Industrie. Das *environment*, »the very atmosphere and medium through which we look«[65], wird in der Arbeit der RPAA zum Instrument der Politik: »environment is what's outside us; consciousness what's inside.«[66] Der angestrebte Umgang soll die Kultur zutiefst verändern, eine neue, bessere Zukunft ermöglichen und gehorcht dabei ökologischen Prämissen, wie Mumford betont: »When any large alteration is made in one section of the environment, corresponding or compensating changes must be made, as a rule, in every other part.«[67] Das *environment* ist in der Folge mehr als ein Bedingungsgefüge: es ist ein Möglichkeitsraum.

In dieser Hinsicht spiegelt sich Mumfords Einfluss auf die Maßnahmen der RPAA während der Zwischenkriegszeit besonders in seiner Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrizität. In einer ähnlichen Bewegung wie Geddes bezeichnet er die »instantaneous personal communication over long distances«[68] als Wegmarke der neotechnischen Phase der Menschheit. Bei Kropotkin und Geddes diente Elektrizität vorrangig als Energiequelle, was angesichts der Kommunikationsmittel der 1930er Jahre überholt erscheint. Technologien – den Begriff *media* verwendet Mumford erst spät, vermutlich von McLuhan inspiriert – wie Telegraphie oder Telefon schaffen die Fähigkeit, weltweit zu agieren. Die Distanz, die nunmehr überbrückt werden kann, sieht Mumford, der in seinen ersten Veröffentlichungen im Alter von fünfzehn Jahren im Magazin *Modern Electrics* tragbare Radioempfänger und Kondensatoren zum Selbstbau beschreibt[69], mit der Instantanität der Elektrizität auf die Nähe zwischen präsenten Menschen schrumpfen. Kommunikation über Distanzen ist Kommunikation in die Nähe der Präsenz, wenn sie instantan geschieht und nicht mehr durch Raum und Zeit, sondern allenfalls durch den Energiebedarf beschränkt wird. Die telemediale und die direkte Kommunikation unterscheiden sich nur durch »that immediate physical contact«[70], den letztere garantiert. Elektrische Instantanität kann Unmittelbarkeit jedoch verlustfrei ersetzen. Instantanität ist die gleichzeitige Anwesenheit der Elektrizität an zwei entfernten Orten, die dadurch über die Distanz hinweg zur gleichen Zeit verschaltet werden. Ihre Präsenz ist identisch.

65 MacKaye (1928): *The New Exploration*. S. 205.
66 MacKaye (1968): *From Geography to Geotechnics*. S. 216.
67 Mumford (1938): *The Culture of Cities*. S. 315.
68 Mumford (1934): *Technics and Civilization*. S. 241.
69 Mumford, Lewis: »Adjusting Device«. In: *Modern Electrics* 3/6 (1910), S. 324 sowie Mumford, Lewis: »A Portable Receiving Outfit«. In: *Modern Electrics* 4/1 (1911), S. 29-30.
70 Mumford (1934): *Technics and Civilization*. S. 240.

Mit dieser Nähe von Telegraphie und Telefon, aber auch Kino und Fotografie zu den Sinnen trete das Organische in der Technik wieder hervor, das durch die Mechanisierung verschüttet war. Technik wird in einer bei Mumford angelegten und bei McLuhan ausformulierten Bewegung zum Element der organischen Entwicklung des Menschen, während sie zeitgenössischen Technikheorien zumeist als das Gegenteil erscheint. Werkzeuge sind für Mumford Veräußerlichungen der Organe des Menschen und gehören zum biologischen Inventar der Spezies, vergleichbar den Bauten von Bienen, Bibern und Ameisen. Eine holistische Perspektive auf den Menschen muss daher zwangsläufig seine Techniken berücksichtigen, die wiederum unweigerlich menschliche *environments* gestalten. Die sogenannte Extensionsthese, die besagt, dass Werkzeuge Ausweitungen der Funktionen menschlicher Organe darstellen, ist in den 1920er und 30er Jahren bei zahlreichen Autoren beliebt und für Mumford wie McLuhan zentral. Sie gewinnt an Einfluss auf unterschiedliche Autoren, von Ernst Kapp, Henri Bergson und Sigmund Freud über Ernst Cassirer, Le Corbusier und Buckminster Fuller bis hin zu Mumford und McLuhan.[71] Sie bietet sich an, um das *environment* der Technik mit dem Organismus des Menschen zusammenzubringen. Werkzeuge, Techniken und Medien, so die Behauptung, sind Veräußerlichungen der Organe oder Sinne des Menschen zur Anpassung an wie zur Schaffung des *environments*, das in dieser Hinsicht anthropozentrisch bleibt.

Doch die Paläotechnik unterminiert das Organische der Technik durch seine Ausbeutung, weil sich der Mechanismus nicht am Leben orientiert, sondern an Macht, Arbeit und Profit. Mumford sieht in der Elektrizität, was James Carey und John Quirk als ›myth of the electronic sublime‹ beschrieben haben[72]: Das Wiedererwachen des Lebens und des Organischen durch die Aufhebung des Mechanismus, seiner Logik und seines Materialismus. Elektrizität wird zum Träger zahlreicher Hoffnungen, die sich in der Idee der Gestaltung ihres *environments* verdichten und dem Begriff eine zusätzliche Spannkraft geben. Die Phantasmen der Elektrizität werden mit dem Erwartungshorizont dieses Begriffs kurzgeschlossen und eskalieren bei McLuhan.

71 Häufig wird Ernst Kapps *Grundlinien einer Philosophie der Technik* von 1877 als Ursprung benannt. Doch Kapps Buch ist bis heute nicht ins Englische übersetzt und kann weder Mumford noch McLuhan beeinflusst haben. Vgl. Kapp, Ernst (1877): *Grundlinien einer Philosophie der Technik*. Braunschweig, Westermann.

72 Vgl. Carey/Quirk: »The Mythos of Electronic Revolution«.

4.4 Marshall McLuhan und die *environments* der Medien

Während die Spielarten der Kausalität oder der Determination, die ein *environment* einem Organismus gegenüber wirksam werden lassen, bei Kropotkin, Geddes und Mumford vorausgesetzt und nicht näher thematisiert werden, interessiert Marshall McLuhan von einem neuen Blickpunkt aus gerade dieses Verursachungsverhältnis. Formen der Kausalität sind ein Thema, das McLuhan, der in Cambridge Literaturwissenschaft und Englisch studiert und um 1960 mit seinen Büchern *The Gutenberg Galaxy* und *Understanding Media* enorme Berühmtheit erlangt, immer wieder umtreibt. Er verbindet Kausalität in einer im Folgenden aufzuschlüsselnden Weise mit den Auswirkungen der Elektrizität. Seine Interpretation der Elektrizität als instantane Kraft der Medien des 20. Jahrhunderts ist von Mumford und durch ihn vermittelt von Geddes sowie Kropotkin beeinflusst. Die bei diesen Autoren angelegte Verbindung von *environment* und Elektrizität stellt McLuhan in den Mittelpunkt und überführt den Begriff dabei in einen Plural. *Environments* sind bei ihm nicht nur die allgemeine Umgebung, die alles umgibt, sondern als beobachterabhängige Konstruktionen nur in ihrer Mannigfaltigkeit zu verstehen.

Bei seiner Suche nach einer neuen Beschreibungssprache für die Welt unter den Bedingungen elektrischer Medien[73] situiert McLuhan sich innerhalb der Umbrüche und wissenschaftlichen Grundlagenkrisen der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Er greift zugleich die Verwendung des Begriffs in den Künsten seiner Zeit auf, wo dieser seit den frühen 1960er Jahren Werke bezeichnet, die ihre Umgebung einbeziehen und auf diesen Raum als ihre Wirkmöglichkeit orientiert sind. Vor allem in der anti-reduktionistischen Gestalttheorie sucht er eine Antwort auf die epistemologischen Fragen seiner Gegenwart. Ihren Versuch, das Verhältnis von Figur und Grund in der Wahrnehmung nicht-redundant und vielmehr prozessual zu fassen, verknüpft er im Kontext seiner Theorie der Medien mit der Dyade von *environment* und Organismus und transformiert diese in ein erkenntnistheoretisches Konzept, das innerhalb seiner Medientheorie, wie auch Richard Cavell hervorgehoben hat, eine zentrale Position für das Nachdenken über den Raum einnimmt.[74] Ausgangspunkt für diese Verbindung von Gestalttheorie und Umgebungswissen ist die These, dass die Umgebung für ein umgebenes Subjekt nicht erkennbar ist, sondern erst durch künstlerische sowie erkenntnistheoretische Hilfsmittel erkennbar gemacht werden kann und deshalb je nach Situation andere Formen annimmt. Aus dieser Annahme folgert McLuhan in der für ihn typischen assoziativen Weise, dass Ökologie als Wissenschaft von solchen Umgebungsverhältnissen erst in dem

73 McLuhan differenziert nicht zwischen elektrischen und elektronischen Medien und ignoriert technische Unterschiede.

74 Vgl. Cavell, Richard (2002): *McLuhan in Space. A Cultural Geography*. Toronto, University of Toronto Press. S. 170.

historischen Moment entstehen kann, als Elektrizität eine solche Erkennbarkeit von *environments* ermöglicht. Um also McLuhans medientheoretische Verwendung des Begriffs zu verstehen, ist es nötig, die von ihm postulierte Bedeutung dieser Erkennbarkeit zu untersuchen und ihre Einflüsse zumindest anzudeuten.

Um McLuhans Ansatz einordnen zu können, ist ein Blick auf die Umbrüche nötig, die er zur Erklärung seines Anspruchs aufruft und die teilweise schon bei Mumford angeklungen sind. Um 1900 waren, wie man bei so unterschiedlichen Autoren wie Gaston Bachelard, Oliver Reiser und Gotthard Günther lesen kann[75], die unumstößlich geglaubten Grundlagen des abendländischen Denkens durch Umbrüche in der Logik, der Physik und der Geometrie ins Wanken geraten. Innerhalb dieser Faszinationsgeschichte des Dreigestirns aus nichtaristotelischer Logik, nichtnewtonscher Physik und nichteuklidischer Geometrie, die hier nicht weiter ausgebreitet werden kann, ist McLuhans Verwendung des Begriffs *environment* verortet. Diese epistemologischen Krisen, welche die Grundbegriffe des westlichen Denkens in Frage stellen, stehen für McLuhan in enger Verbindung mit elektrischen Medien, die seinerzeit mit dem Fernsehen ihren Höhepunkt erreichen und in der Mitte des 20. Jahrhunderts mit Hilfe des Satelliten das ermöglichen, was McLuhan ›globale Gleichzeitigkeit‹ nennt.[76] Diese überaus problematische und phantasmatisch besetzte, seit der elektromagnetischen Telegraphie virulente Simultanität der Übertragung und die mit ihr einhergehende vermeintliche Instantanität der Elektrizität impliziert eine Unmittelbarkeit ihrer Medien. Diese Vermittlungslosigkeit begleitet die epistemologischen Krisen der Physik und wird zugleich für McLuhan zur Bedingung der Möglichkeit der Erkenntnis von *environments*. Die Möglichkeit seines eigenen Nachdenkens über Medien knüpft McLuhan an das Aufkommen der Elektrizität und der durch sie möglichen Erkenntnis, dass *environments* prägen, was und wie Menschen sind, wahrnehmen und wissen. Er macht den Begriff, anders gesagt, zum zentralen Baustein einer Erkenntnistheorie unter den Bedingungen elektrischer Medien. Diese Theorie steht vor dem Hintergrund der angedeuteten theoretischen Umbrüche und künstlerischen Verfahren.

McLuhan nutzt den Begriff strategisch in seinen Schriften seit den 1960er Jahren, also seit seinen ersten medientheoretischen und überaus erfolgreichen Büchern *The Gutenberg Galaxy* und *Understanding Media – The Extensions of Man*, um eine philosophische Tradition abzuwehren, die Natur und Kultur gegenüberstelle und

75 Vgl. Bachelard, Gaston (1987): *Der neue wissenschaftliche Geist*. Frankfurt/Main, Suhrkamp; Reiser, Oliver L.: »Non-Aristotelian Logic and the Crisis in Science«. In: *Scientia Poetica* 61/61 (1937), S. 137-150; Günther, Gotthard (1976): *Beiträge zu einer operationsfähigen Dialektik*. Hamburg, Meiner. Für eine ausführlichere Darstellung dieser Krise vgl. Hörl, Erich (2005): *Die heiligen Kanäle*. Berlin, Diaphanes.

76 Vgl. McLuhan, Marshall: »At the Moment of Sputnik the Planet became a Global Theater in which there are no Spectators but only Actors«. In: *Journal of Communication* 24/24 (1974), S. 48-58.

dabei die Rolle der Technik und der Medien übersehe. Die Rolle des *environments*, das die Neuartigkeit des zu dieser Zeit populär werdenden ökologischen Denkens konnotiert, wird außerhalb solcher Dualismen situiert und verliert nahezu gänzlich den Bezug auf Natur oder Biologie. Vielmehr steht der Begriff bei McLuhan für die Künstlichkeit jeder Umgebung, in der sich ein Mensch bewegt. Damit wird der Begriff – nicht nur bei McLuhan, sondern auch in Künsten und Design, wo Buckminster Fuller, wichtige Inspirationsquelle McLuhans, schon seit den 1930er Jahren an diesen Themen arbeitet – zum Mittel der Aushandlung einer letztendlich ökologisch zu nennenden Reorientierung der Gesellschaft, die Umgebungen nicht nur als zu schützende Refugien, sondern als zu gestaltende Möglichkeitsräume begreift.

In *The Gutenberg Galaxy* von 1962 taucht der Begriff selten auf, auch wenn McLuhan mit dem Gedanken spielt, im Titel *Galaxy* durch *Environment* zu ersetzen.[77] In einem Brief an seinen Verleger während der Vorbereitung des 1964 erscheinenden Buches *Understanding Media* beschreibt McLuhan seine Verwendung des Begriffs *environment* bezeichnenderweise als Werbemaßnahme: »For promotion purposes I have made a new discovery that works very well. Instead of saying the medium is the message, I now say each technology creates a unique environment. The content of each new environment is the old environment. Naturally, the new one rubs off on the old one. At present, TV is environmental.«[78] In *Understanding Media* ist der Begriff folgerichtig fest etabliert und kennzeichnet in McLuhans anschließenden Arbeiten technische und medial geformte Umgebungen: »As environments, all media have all the effects that geographers and biologists have associated with environments in the past.«[79] Eine strenge Lesart dieses Satzes erweist McLuhans Gebrauch von *environment* an dieser Stelle als tautologisch, und dies ist symptomatisch: Als *environments* verstanden, haben Medien eben jene Effekte, die *environments* haben. Als Umgebungen verstanden müssen Medien auf das bezogen werden, was sie umgeben und mit dem sie in einem besonderen kausalen Verhältnis stehen. Der Begriff steht an dieser exemplarischen Stelle aus McLuhans Aufsatz »Education in the Electronic Age« von 1970 im Plural, weil jedes Medium auf eine eigene Weise

77 McLuhan, Marshall (1962): *The Gutenberg Galaxy*. Toronto, University of Toronto Press. Woher er den Begriff nimmt, legt McLuhan nirgendwo offen. Eine Ausweitung des Begriffs nimmt bereits McLuhans Cambridger Lehrer Frank R. Leavis 1933 in *Culture and Environment: The Training of Critical Awareness* vor, indem er eine Pädagogik fordert, die das *environment* des Lernenden beachtet (vgl. Leavis, Frank R. (1933): *Culture and Environment. The Training of Critical Awareness*. London, Chatto and Windus).

78 McLuhan, Marshall: »Brief an David I. Segal, 24.9.1964«. In: *Navigationen* 14/2 (2014), S. 31.

79 McLuhan, Marshall: »Education in the Electronic Age«. In: Stevenson, Hugh A./Stamp, Robert M./Wilson, J. Donald (Hg., 1970): *The Best of Times, The Worst of Times. Contemporary Issues in Canadian Education*. Toronto, Holt, Rinehart and Winston, S. 513-531. Hier: S. 513.

Umgebungen erzeugt. Ihn im Singular zu verwenden, würde diese Vielfalt verdecken. Im Plural werden *environments* nochmals abstrahiert, weil sie eine Menge von Entitäten zusammenfassen, die selbst eine Vielzahl von Faktoren zusammenfassen. Der Effekt ist, dass McLuhan kaum noch darauf eingehen muss, was die Faktoren sind, die in den *environments* wirken. *Environments* sind folgerichtig alles, worin wir uns bewegen. Jeder trägt seine *environments* mit sich. Jedes Medium erzeugt eigene *environments* und ist von *environments* anderer Medien umgeben. Jeder Mensch lebt in seinen *environments* und ist *environment* für andere Menschen. Ein Unterschied zwischen natürlichen und artifiziellen (medialen) *environments* kann in diesem Kontext nicht mehr getroffen werden, weil *environments* auf das umgebene Subjekt bezogen werden, das zugleich natürlich und als technisches Wesen künstlich ist.

Dieses neue Verständnis von *environments* ist grundlegend an die technische Kondition des Menschen und seine mediale Prägung gebunden. McLuhan begreift Medien nicht als feststehende Entitäten oder Wesenheiten – *das* Buch, *die* Telegraphie, *das* Fernsehen –, sondern als jeweils in ein Gefüge von *environments* anderer Medien eingefasst und diese beständig produzierend. Jedes Medium verändert diese Umgebungen und die umgebenen Subjekte auf spezifische Weise: »Any technology tends to create a new human environment. […] Technological environments are not merely passive containers of people but are active processes that reshape people and other technologies alike.«[80] Durch *environments*, so McLuhan, denken wir, wissen wir und nehmen wir wahr, weil umgebene Menschen in einem dyadischen Verhältnis mit ihren technisch transformierten *environments* stehen.[81] Alle *environments*, auch die der vermeintlichen ›Natur‹, sind demnach von Medien oder Technologien geprägt. Medien sind in diesem Sinne für McLuhan eine unhintergehbare technische Bedingung des Menschen. *Environments* sind entsprechend nicht nur die Räume, in denen wir uns bewegen, weil es keinen Raum geben kann, der nicht *environment* ist. *Environments* sind keine passiven Container, sondern beeinflussen das von ihnen Umgebene, weil sie – begriffshistorisch präzise – wie ein Medium neue Verhältnisse zwischen ihren Elementen herstellen. Sie sind nicht unabhängig von dem, was sie enthalten. Eben dieses dyadische Verhältnis, die Kausalität der Wechselwirkung zwischen Umgebenem und Umgebendem möchte McLuhan theoretisch erfassen, was wiederum nur möglich sei, indem die klassischen kausalen Modelle von Ursache und Wirkung verabschiedet werden. Sie können, so die Annahme, diese Verhältnisse nicht mehr erklären.

Zu diesem Zweck vollzieht McLuhan innerhalb seiner Theorie eine Umkehrung der Perspektive. Der Ansatz dieser Medientheorie, die aus Mumfords Technikge-

80 McLuhan (1962): *The Gutenberg Galaxy*. Keine Paginierung.

81 Richard Cavell hat diese Breite von *environment* bei McLuhan mit Foucaults *episteme*-Begriff verglichen: Cavell (2002): *McLuhan in Space*. S. 52.

schichte wichtige Impulse zieht und dessen historische Stufenfolge häufig aufnimmt[82], besteht in einer Blickwendung von Inhalten hin zu den Medien, die diese Inhalte vermitteln und unter eigene Bedingungen stellen: ›The Medium is the Message‹ lautet ihr zentraler Satz, der zur Basis daran anschließender Medientheorien wird. Das Entscheidende an Medienvorgängen ist demnach der Einfluss des Mediums auf das Übertragene, denn dort liegen die Veränderungen der Bedingungen und Verursachungen. Der Anspruch besteht darin, die konstitutive Funktion von Medien und ihren Einfluss auf Kultur, Gesellschaft und Sinneswahrnehmung hervorzuheben, indem deren Effekte wiederum als Ursachen begriffen sowie die Verhältnisse von Figur und Grund transformiert werden. McLuhan will die Rolle des Hintergründigen, Vermittelnden und Umgebenden bestimmen, indem er die Relationen umdreht und den bis dahin marginalisierten Hintergrund, die Medien und das *environment* als prägend begreift.

Von zentraler Bedeutung für Vermittlungen aller Art ist demnach der Einfluss des Mediums auf das, was es überträgt sowie die dadurch hervorgerufene Umgestaltung der kulturellen, aisthetischen oder sozialen *environments*. »The medium is the message because the environment transforms our perceptions governing the areas of attention and neglect alike.«[83] Würden Medien nur ihren Inhalt übertragen, bestünde die Botschaft ihres kulturellen Einflusses in ihrem Inhalt: in Gewalt in Fernsehsendungen oder Neuigkeiten in Zeitungen. Doch ihre Effekte werden auf einer anderen Ebene wirksam: An Medien interessiert McLuhan, welchen Einfluss sie auf die *environments* des Menschen haben, auf dessen Denken, Wissen und Wahrnehmen, die sich ändern, wenn neue Medien eingeführt werden: »Any understanding of social and cultural change is impossible without knowledge of the way media work as environments.«[84] *Environments* nennt McLuhan in diesem Kontext die Räume, in denen jene Effekte von Medien hervortreten, die über Inhalte und ihre Auswirkungen hinausgehen. *Environments* sind Räume, in denen die schon von Mumford beschriebene Extension von Sinnen oder Organen in Technik geschieht, denn jede neue Technologie weitet für McLuhan die menschlichen Sinnesfakultäten gegenständlich aus. Medien sind daher grundsätzlich an menschliche Sinnesorgane und deren *environments* gebunden, weil sie nicht nur etwas für die Wahrnehmung bereitstellen, sondern materiell und biologisch aneinander gekoppelt sind. Im Zeitalter der Elektrizität, das McLuhan ausruft, weiten ihre Medien nicht nur

82 Vgl. zum Bezug McLuhans auf Mumford Carey: »Mumford and McLuhan«. Auch Mumford spricht der Elektrizität wie gezeigt in seinem kritischen Spätwerk *The Myth of the Machine* eine Instantanität zu, die verantwortlich sei für »alterations in the human personality, while still more radical transformations, if this process continue unabated and uncorrected, loom ahead.« Mumford (1967): *The Myth of the Machine*. S. 3.

83 McLuhan: »Education in the Electronic Age«. S. 513.

84 McLuhan, Marshall/Fiore, Quentin (2001): *The Medium is the Massage. An Inventory of Effects*. Corte Madera, Gingko.

einzelne Sinne, sondern das ganze Nervensystem aus. »Our new electric technology is organic and nonmechanical in tendency because it extends, not our eyes, but our central nervous systems as a planetary vesture.«[85]

Von dieser voraussetzungsreichen Position der häufig beschriebenen Extensionsthese aus geht McLuhan noch einen Schritt weiter. So hat auch das Denken *environments*, von denen abhängt, was gedacht werden kann. Doch bewegt sich das Denken in einer Umgebung, die es selbst nicht ohne weiteres erkennen kann, weil es nicht aus seinen Umgebungen herauszutreten und seine eigenen Hintergründe zu verstehen vermag. Unter *environments* versteht McLuhan die Hintergründe, vor denen etwas erkennbar wird, indem es sich von ihnen absetzt. Ein Medium ist ein Hintergrund oder vielmehr ein hintergründiger Raum, vor dem etwas erscheint und hervortritt, aber auch selbst nur vor einem Hintergrund beobachtbar, weil es als Beobachtetes zur Figur wird. Medien sind, so die weitreichende Lehre daraus, nur in Differenz zu anderen Medien beobachtbar – in ihren *environments*. Um nun zu erkennen, wie *environments* das Denken prägen, muss eine Blickwendung entworfen werden, mit denen ein umgebenes Subjekt die sein eigenes Wissen, Denken und Wahrnehmen prägenden *environments* beobachten kann. Das sei bisher, so McLuhan, aufgrund der Verschüttungen solcher Erkenntnismodi durch Buchdruck, Linearität und Visualität, nicht möglich gewesen, weil die Zusammenhänge von *environments*, Figuren und Hintergründen sowie von Medien mit linearen Logiken und der Kausalität von Ursache und Wirkung unsichtbar bleiben. *Environments* müssen in ihrer Rolle als bedingende Umgebungen in einen Moment der Erkennbarkeit treten, und diesen Moment sieht McLuhan mit dem Aufkommen elektrisch-instantaner Medien erreicht.

Wie seine Vorgänger situiert McLuhan die Rolle des Begriffs in einem medienhistorischen Bruch, den er in einer für sein Werk typischen Doppelung zugleich zur Möglichkeit erhebt, mit und in *environments* zu denken sowie letztendlich Medientheorie zu betreiben. Einen solch tiefgreifenden Einfluss habe die für die Medien des 20. Jahrhunderts prägende Elektrizität vor allem durch ihre Geschwindigkeit. Sie ist, so die grundlegende Annahme McLuhans, instantan, also so schnell, dass entfernte Orte mit ihrer Hilfe gleichzeitig und ohne Verzögerung verbunden sein können. Mit dieser vermeintlich unmittelbaren Kraft der Übertragung sei ein neues Zeitalter angebrochen. »Our specialist and fragmented civilization of center-margin structure is suddenly experiencing an instantaneous reassembling of all its mechanized bits into an organic whole. This is the new world of the global village.«[86] McLuhan erklärt mit diesem medienhistorischen Bruch das Verschwinden des mechanischen, atomistischen Denkens der frühen Neuzeit und die mit diesem einhergehende Entstehung der modernen Wissenschaft mit ihren linearen

85 McLuhan (1964): *Understanding Media*. S. 136.
86 Ebd., S. 93.

Erklärungsmodellen. Der Buchdruck und seine Sequenzialisierung durch einzeln aufeinander folgende Buchstaben und Seiten hätte zu linearer Logik und zeitlichem Nacheinander geführt, das nunmehr von der ökologischen Ganzheitlichkeit abgelöst werde, in der alles miteinander verbunden sei.[87] Holismus ist, so McLuhans ebenso vereinfachende wie konsequente Intuition, ein Effekt der instantanen Elektrizität, die durch ihre zeitlosen Übertragungen alles miteinander verbindet. Sie macht durch ihre vermeintliche Gleichzeitigkeit alles zugleich erkennbar: ein Ganzes, das als Ganzes sichtbar wird, weil man mit elektrischer Instantanität überall zugleich sein kann. Die planetarische Reichweite Sputniks und später der Blick von außen auf die Erde, der dieses Außerhalb aufhebt und entsprechende Folgen für das ökologische Denken hat, sind nur die Höhepunkte einer mit der Elektrizität und ihrer instantan-globalen Umspannung einsetzenden Tendenz.

Mit der Elektrizität und ihren Medien wird, so McLuhans überschwängliche Diagnose des *electric age*, eine weltweite Simultanität möglich, die im *global village* resultiert. Dort seien alle Menschen gleichzeitig elektrisch verbunden, auch wenn sie nicht fernsehen oder telefonieren, weil diese Medien instantan überall als *environment* im Hintergrund wirken. Ob es sich um Medien der Übertragung wie den Telegraphen, das Radio oder das Fernsehen handelt oder ob die Elektrizität nur eine Energiequelle darstellt, ist für McLuhans Diagnose kaum relevant: Auswirkungen der Elektrizität zeigen sich überall, wo sie am Werk ist. Mit dieser Geschwindigkeit, die historisch mit Phantasmen schwer beladen und überaus katholisch geprägt ist[88], ändert sich für McLuhan alles: Aus der Linearität der Mechanik und des Buchdrucks wird Simultanität. Das Primat der Visualität wird von Akustik und Taktilität ersetzt, weil alles gleichzeitig überall ist und nicht nacheinander. Das klassische Denken der *Gutenberg Galaxy* wird abgelöst. Zwar gab es auch im Zeitalter des Buchdrucks und anderer vor-elektrischer Medien selbstredend *environments*, die in Medienwechseln sichtbar wurden: »The spoken word was the first technology by which man was able to let go of his environment in order to grasp it in a new way.«[89] Doch erst mit der elektrischen Instantanität werden, das ist für McLuhan von zentraler Bedeutung, *environments* als *environments* für den erkennbar, der sich in ihnen bewegt. Etwas vormals Unsichtbares wird sichtbar und das Denken kann unter diesen Bedingungen seine eigenen, nunmehr ökologisch genannten Bedingungen denken.

Geschwindigkeit ist in diesem Sinn ein Erkenntnisinstrument, weil sie *environments* oder, gestalttheoretisch formuliert, die Bezogenheit einer Figur auf ihren

87 Vgl. McLuhan (1962): *The Gutenberg Galaxy.* Das Geddessche Erklärungsmuster als Paleo- und Neotechnik ist in diesem Sinne Symptom für die medienhistorische Wende, die es zu artikulieren versucht.

88 Zu McLuhans Katholizismus vgl. seine Aufsätze in McLuhan, Marshall (Hg., 1999): *The Medium and the Light. Reflections on Religion*. Toronto, Stoddard

89 McLuhan (1962): *The Gutenberg Galaxy*. S. 69.

Hintergrund erkennbar macht. Dass im *electric age* auf diese Weise *environments* sichtbar werden und somit in einer weiteren Wendung Medientheorie – auch als Theorie des *environments* – entstehen kann, führt McLuhan, der sein eigenes Denken wie gezeigt in diesen Umbrüchen situiert, auf die neuen Erkenntnisbedingungen der Instantanität zurück. Der Übergang von der *Gutenberg Galaxy* ins *electric age* greift tiefer als der von Geddes und Mumford beschriebene Übergang von Paläo- zu Neotechnik, denn auf dem Spiel steht das Denken selbst. Um die Effekte von elektrischen Medien zu erfassen, reicht die Ursache-Wirkungs-Logik der Mechanik und der neuzeitlichen Wissenschaften nicht länger aus. Sie rekurriert auf ein an eine lineare Zeit gebundenes Nacheinander, das unter Bedingungen der Instantanität der Elektrizität nicht mehr gilt – auch nicht für die theoretische Erkenntnis. Die neuen Logiken, die nunmehr dominieren, spiegeln sich unter anderem in den Wissensbeständen von Quantenmechanik, Relativitätstheorie, Kybernetik, Literatur (Joyce, Pound, Lewis), Kunst (Kubismus, PopArt, Fullers Architektur) und Ökologie.

Die Logiken der Instantanität, der Implosion oder der Inversion, welche die mögliche Erkenntnis der Rolle von *environments* mit sich bringen, sollen im elektrischen Zeitalter die Logiken der Linearität ablösen, also des Dreigestirns aus Aristotelismus, Euklidik und Newtonianismus, indem elektrische Medien den Buchdruck, das Alphabet und die Mechanik obsolet machen. Wenn alles gleichzeitig überall ist, sind solche Erklärungen unangemessen, um diese ökologische Verbundenheit zu verstehen. An die Stelle eines Denkens in linearen Ursache-Wirkungs-Verhältnissen muss eine Theorie treten, die Figuren und Hintergründe als Gestalten erkennt und zusammen denkt, eine Theorie der *environments*, die elektrifiziert ist: *media theory*.

Eine solche Wissenschaft ist mit einem gestalttheoretischen Hindernis konfrontiert, das McLuhan zum Charakteristikum von *environments* macht: Sie sind so unsichtbar für den, der sich in ihnen bewegt, wie das Wasser für den Fisch. *Environments* sind auf ähnliche Weise unerkennbar für ihre Bewohner und Bewohnerinnen wie Medien für ihre Nutzer, da sie auf deren Inhalte konzentriert sind. Medien wie *environments* wirken im Verborgenen, weil sie im Vollzug ihrer Wirkungen zurücktreten. An die Stelle des Organismus tritt ein Beobachter, der sich selbst in *environments* befindet und seine eigene Beobachtung beobachten muss, um etwas über *environments* in Erfahrung zu bringen. Der Beobachter erzeugt nicht nur mit seiner Beobachtung die Unterscheidung von *environment* und *organism*, sondern ist Teil des *environments*.

Die Gestalttheorie, die in ihrer frühen Formulierung der 1920er Jahre zu erklären versucht, wie das Bewusstsein aus einer Vielzahl von Eindrücken Sinn erzeugt, rekurriert auf die Verschränktheit von Figur und Hintergrund, die McLuhan in einer für sein Schreiben typischen Assoziation mit dem *environment* verknüpft. Für die Gestalttheorie ist Formwahrnehmung ein holistischer Vorgang. Gegen mecha-

nistische, atomistische und behavioristische Erklärungen gerichtet, beschreiben etwa Wolfgang Köhler oder Rudolf Arnheim Wahrnehmungsprozesse durch das irreduzible Wechselspiel zwischen wahrgenommenen Figuren und Hintergründen, zwischen denen gewechselt, die aber nie gleichzeitig beobachtet werden können.[90] Figur und Grund treten gemeinsam auf, werden aber einzeln erkannt. Eine Figur ist nur vor einem Hintergrund sichtbar, der dadurch zurücktritt. Wird statt der Figur etwas im Hintergrund anvisiert, ändert sich ihr Verhältnis und was Figur war, wird Hintergrund. Erst die Differenz zum Grund macht Figuren zu solchen, und diese Grenze kann sich jederzeit verschieben. Während bislang von nahezu allen Wissenschaften nur Figuren ohne Grund beschrieben worden seien, werde es, so McLuhan, mit den Erkenntnisbedingungen der Elektrizität möglich, ihr Wechselverhältnis zu bestimmen und Gestalten ganzheitlich zu erfassen.

McLuhan führt mehrere Wege an, unerkennbare *environments* in einer ähnlichen Weise wie den Hintergrund trotz dieser Hindernisse zu erkennen. Zunächst gibt es die angedeutete erkenntnistheoretische Möglichkeit: Die Einführung neuer Technologien lässt habitualisierte alte *environments* unselbstverständlich und damit erkennbar werden. Ein dominantes Medium formt ein *environment*, indem es den Sinneshaushalt als »new matrix for the existing technologies«[91] neu auspendelt. Der natürliche Inhalt eines neuen *environments* sind die jeweils alten Technologien, die dadurch erkennbar werden, dass das neue Medium zum *environment* der alten Medien wird. So wird das Figur-Hintergrund-Schema auf medienhistorische Abläufe angewandt, in denen neue Medien alte Medien und ihre *environments* erkennbar machen.

Einen anderen Weg der Erkenntnis von *environments* liefern die Künste. An sie richtet McLuhan den Appell der Herstellung eines Gegenmittels gegen das alte, auf Inhalte orientierte Denken, das Medien und *environments* übersähe.[92] Dazu führt er den Begriff des *anti-environments* ein.[93] In einem solchen können Gestalten aus Figuren und Hintergründen so verschoben werden, dass für den, der sie erkennt, ihre Bestandteile hervortreten. Der Beobachter jeder Figur sollte beachten, dass diese erst durch seinen Blick vom Hintergrund abgehoben wird. Kunst vermag

90 Vgl. Smith, Barry (1988): *Foundations of Gestalt Theory*. München, Philosophia.

91 McLuhan, Marshall: »New Media and the Arts«. In: *Arts in Society* 3/2 (1964), S. 239-242. Hier: S. 239. Vgl. dazu auch Schultz, Oliver Lerone: »Marshall McLuhan. Medien als Infrastrukturen und Archetypen«. In: Lagaay, Alice (Hg., 2004): *Medientheorien. Eine philosophische Einführung*. Frankfurt/Main, Campus, S. 31-67.

92 Vgl. McLuhan (1964): *Understanding Media*. S. IX (Vorwort zur zweiten Auflage). »I am curious to know what would happen if art were suddenly seen for what it is, namely, exact information of how to rearrange one's psyche in order to anticipate the next blow from our own extended faculties.« Ebd., S. 71.

93 Vgl. McLuhan, Marshall: »The Relation of Environment to Anti-Environment«. In: *University of Windsor Review* 11/1 (1966), S. 1-10.

diesen Prozess im Kunstwerk zu manifestieren und zu reflektieren. Zwar kann sie ihn im Sinne einer erneuten Anwendung des Schemas auf die Betrachtung des Kunstwerks selbst nicht aufheben, doch erfindet sie dabei neue Darstellungsformen. Wie McLuhans eigene Arbeit gewohnte Lektüren oder Wahrnehmungsweisen aufbrechen will, so soll die Kunst immer neue Gegenentwürfe und *anti-environments* hervorbringen. Künstler und Künstlerinnen haben McLuhan zufolge einen besonderen Zugang zu den Verschiebungen von Figur und Grund und damit zum *environment*, weil sie mit Figurbildungsprozessen vertraut sind. Sie müssen für jede Figur, die sie zeigen, Hintergründe produzieren, um sie hervortreten zu lassen. Ein solches *anti-environment* greift direkt in den Sinnes- und Erkenntnishaushalt ein, weil Kunst mit *environments* umgehen kann, in denen Menschen leben und wahrnehmen. Kunst soll gewohnte Wahrnehmungsmuster und Denkweisen provozierend auflösen – also nicht nur darstellen, sondern intervenierend die *environments* des Denkens, Handelns und Fühlens sichtbar machen und ihre Medien reflektieren.

Entsprechend greift McLuhan auf die Verwendung des Begriffs in der nordamerikanischen Kunstkritik der 1950er und 1960er Jahre zurück, die Werke als *Environment* – zur Unterscheidung im Folgenden groß geschrieben – bezeichnet, in denen die Beziehung zwischen einem Kunstobjekt und seiner Umgebung reflektiert und in die Ästhetik integriert wird. Der umgebende Raum wird für das Kunstwerk geöffnet und als Ort seiner Effekte begriffen. Mit einer solchen Strategie operieren vor allem die Protagonisten der New Yorker Kunstszene in den späten 1950er Jahren, indem sie, kurz gefasst, die Bildfläche in die Umgebung extrapolieren. In raumfüllenden Anordnungen vollzieht Allan Kaprow, der den Begriff im 1958 im Rahmen einer Ausstellung in der New Yorker Hansa Gallery für seine arbeit *Untitled Environment* erstmals verwendet und in einigen theoretischen Schriften auslotet, einen Wechsel vom dargestellten zum vergegenständlichten Raum und erkundet noch nicht kanonisierte Formen der Kunst.[94] Gemeinsam mit McLuhan entwickelt Kaprow 1967 das Set für die von Ernest Pintoff und Guy Fraumeni produzierte

94 Vgl. ausführlicher zu Kaprow Ursprung, Philip (2003): *Grenzen der Kunst. Allan Kaprow und das Happening. Robert Smithson und die Land Art*. München, Schreiber. S. 50; Reiss, Julie (2001): *From Margin to Center. The Spaces of Installation Art*. Cambridge, MIT Press; Nisbet (2014): *Ecologies, Environments, and Energy Systems*. S. 13f. Zu akustischen *environments* dieser Zeit vgl. Müller-Helle, Katja: »Transgression als Passion. Akustische (Selbst-)Überschreitungen in Kunst- und Popkultur seit 1960«. In: Moser, Jeannie/Vagt, Christina (Hg., 2018): *Verhaltensdesign. Technologische und ästhetische Programme der 1960er und 1970er Jahre*. Bielefeld, transcript, S. 25-40. Linn Burchert hat beschrieben, wie ökologische Vorstellungen etwa der organischen Struktur eines Kunstwerks, des Betrachters als produktiver Umgebung des Werks oder eines klimatischen Wirkungsmodells bereits in den 1920er Jahren in der Malerei diskutiert und umgesetzt werden (vgl. Burchert, Linn (2019): *Das Bild als Lebensraum. Ökologische Wirkungskonzepte in der abstrakten Kunst, 1910-1960*. Bielefeld, transcript).

experimentelle Fernsehsendung *This is Marshall McLuhan: The Medium is the Massage*, in der McLuhan als Talking Head vor unterschiedlichen, psychedelischen und fragmentierten Hintergründen erscheint, Kaprow selbst allerdings nur vor einem schwarzen Hintergrund auftritt.[95]

Werke wie Kaprows vom Besucher beschreibbare Wände (*Words*, 1962) oder begehbare Autoreifen (*Yard*, 1961), der Verkauf von Ausstellungsstücken und vergrößerten Lebensmitteln in Claes Oldenburgs *The Store* (1961), die *Galaxies* Frederick Kieslers (ab 1950) oder die vom Besucher modifizierbaren schwarzen Räume in Louise Nevelsons *Moon Garden + One* (1958) tendieren dazu, die Grenze zwischen Betrachter und Kunstwerk aufzuheben, indem sie die Umgebung des Ausstellungsraums so involvieren, dass das Kunstwerk selbst zum *environment* des Besuchers wird und von diesem auf die gleiche Weise abhängt, wie dessen Beobachtung von jenem geprägt wird. Seine Partizipation wird in unterschiedlichen Graden in das Konzept des Werks integriert. Künstlerische *Environments* können auf diese Weise beliebige Objekte umfassen und multisensoriell wirken, gehen häufig in *Happenings* und andere, die Grenze von Kunst und Theater überstreitende Formen über, sind nicht auf Materialien festgelegt, werden meist speziell für eine Ausstellung sowie spezifisch für einen Ausstellungsraum geplant und sind häufig temporär, was ihre Archivierung erschwert. *Environments* sind demnach Kunstwerke, die den Blickwinkel des Beobachters beim Betrachten des Werks einkalkulieren. Sie bleiben in der Logik des Umgebens: Sie umgeben den Besucher und stehen ihm nicht gegenüber. Wahrnehmung und *Environment* sind so sehr verwoben, dass eine distanzierte Position aufgelöst wird.

In solchen *Environments* gibt es kein Außerhalb der jeweiligen Situation des Raums und keinen Abstand zwischen Werk und Erfahrung. Die Kunst eines *Environments* ist in sich geschlossen, weil sie auf eine solche Weise Verbindungen zwischen ihren aufeinander bezogenen Bestandteilen herstellt, dass nichts in der Umgebung nicht dazugehört. Alles in einem *Environment* gewinnt an Bedeutung, weil es sich in diesem Raum befindet. So wird das vormals Äußere des Kunstwerks, der umgebende Raum, in ein Inneres geholt, um dort reflektiert werden zu können. Ein *Environment* zeigt Kaprow zufolge, dass »the room has always been a frame or format too«[96].

95 Vgl. Schechner, Richard: »Extensions in Time and Space. An Interview with Allan Kaprow«. In: *The Drama Review* 12/3 (1968), S. 153-159. Kenneth R. Allen hat argumentiert, dass McLuhans Begriff des *anti-environments* nur rudimentär mit Kaprows Ansatz verbunden sei, weil in dessen *Environments* nichts in den Hintergrund treten solle und ein unwahrnehmbares Objekt keine Funktion habe. Ihre Zusammenarbeit weist jedoch auf eine tiefere Verbindung hin (vgl. Allan, Kenneth R.: »Marshall McLuhan and the Counterenvironment«. In: *Art Journal* 73/4 (2015), S. 22-45).

96 Kaprow, Allan (1966): *Assemblage, Environments & Happenings*. New York, Adams. S. 154.

Die dritte Möglichkeit der Erkenntnis von *environments*, die McLuhan vorstellt, ist Medientheorie selbst. In McLuhans Perspektive wird sie zur Wissenschaft der *environments* und kann ähnlich wie die Kunst in die Wahrnehmung intervenieren: »media theory at once opens the doors of perception.«[97] Zwar ruft McLuhan keine systematische Verknüpfung des *environment*-Begriffs mit dem Medienbegriff auf, doch lässt sich eine gemeinsame Schaltstelle ausmachen. *Environments* bezeichnen in diesem Kontext Möglichkeitsräume, die auf keiner materiellen Beziehung der RePräsentation beruhen, sondern den Hintergrund des Hervortretens der Gestalt eines Lebewesens, eines Phänomens, eines Gedankens, eines Ereignisses, einer Wahrnehmung oder eben eines Medium vor anderen Medien bilden. Da Figur und Grund gleichzeitig aufeinander angewiesen sind, aber qua definitionem nicht gleichzeitig beobachtet werden können, sind Erkenntnisinstrumente der Gleichzeitigkeit nötig, unter denen die Gestalttheorie das Prominenteste darstellt. Indem McLuhans *media theory* das Augenmerk auf die Vermittlungswege lenkt, kommt die Rolle von Medialität auch dort zum Vorschein, wo sie verborgen sein mag. Die These, dass Medien in ihrer Prozessualität oder der Konzentration auf Inhalte unsichtbar sind, ist verkreuzt mit der Überlegung, dass sie erst dort sichtbar werden oder sichtbar gemacht werden können, wo sie in anderen Medien auftauchen, also in Relationen, Differenzen und Selbstbezügen, in denen der Hintergrund zur Figur wird. »Today technologies and their consequent environments succeed each other so rapidly that one environment makes us aware of the next.«[98]

4.5 *Media ecology* und die Metaphern der Ökologie

Seit den 1970er Jahren macht die sogenannte *media ecology* aufbauend auf Thesen McLuhans und Mumfords mit Protagonisten wie Neil Postman, Joshua Meyrowitz oder Lance Strate diese Perspektive zum Grundgerüst einer Theorie, die Medien nicht als Werkzeuge, sondern explizit als *environments* fasst.[99] Das Potential ökologischer Modelle und Metaphern für diese Medientheorien liegt darin, Medien nicht vorauszusetzen, sondern das Verhältnis von Medium und Inhalt breiter zu fassen, indem Medien als *environments* beschrieben werden, in denen oder durch die sich etwas entfaltet oder entwickelt. Dieses Erklärungsschema kann sowohl auf den

97 McLuhan: »New Media and the Arts«. S. X (Vorwort zur zweiten Auflage).

98 McLuhan (1964): *Understanding Media*. S. IX.

99 Vgl. zur Geschichte dieses Verständnisses von *media ecology* Strate, Lance: »Lewis Mumford and the Ecology of Technics«. In: *New Jersey Journal of Communications* 8/1 (2000), S. 56-78. Seit etwa einer Dekade wird die Bezeichnung Medienökologie auch für einen anderen, vor allem in Europa ausgearbeiteten Ansatz verwendet. Hier soll jedoch allein die an McLuhan anschließende Bewegung in den Blick genommen werden. Vgl. ausführlicher Löffler/Sprenger: »Einleitung in den Schwerpunkt Medienökologien«.

konkreten Verlauf einer Nutzungssituation, den gesellschaftlichen Rahmen oder in evolutionärer und in medienhistorischer Hinsicht verwendet werden. Damit wiederum wird das Wechselverhältnis der Beeinflussung von Medien auf das, was sie vermitteln, auf eine neue, nämlich ›ökologisch‹ genannte Weise gefasst: »The concept of media ecology derives from the intuition that rather than merely transmitting messages or delivering content, media generate worlds and therefore need to be understood in complex environmental and/or ecological terms.«[100]

Typisch für die Arbeiten der *media ecology*, die keinesfalls ein kohärentes wissenschaftliches Feld bildet, ist eine Beschäftigung mit unterschiedlichen medialen *environments*, die sich im Verlauf der Geschichte abgelöst haben: das Alphabet, der Buchdruck, das Fernsehen, der Computer. Die *media ecology* untersucht diese Gegenstände anhand ihres Einflusses auf die Kultur durch ihre Kommunikationskanäle, ihre Transformation der Wahrnehmung oder ihre Wissensproduktion. So verbindet sie technische, symbolische und ästhetische *environments* als Grundlage aller Medien. Postman versucht, aus McLuhans Überlegungen zum *environment* eine Ökologie zu entwickeln, die erfasst, wie Medien das *environment* von Menschen und damit diese selbst beeinflussen. Medien formen, so die von McLuhan übernommene These, die Wahrnehmung, das Verhalten und die Gesellschaft, ohne dass ein Technikdeterminismus inauguriert, sondern vielmehr ein ökologischer formatierter Blick auf die systemischen Zusammenhänge geworfen wird. Darunter versteht Postman weniger eine Informiertheit über biologische Verhältnisse als eine Beachtung der gegenseitigen Verknüpfungen von Menschen und Technologien, ihrer Emergenzen und Rückkopplungen.

Technologischer wie kultureller, sensorischer wie evolutionärer Wandel sollen so in all ihrer Komplexität und im Verhältnis von kleinen Änderungen und globalen Folgen ökologisch erklärt werden: »Technical change is neither additive nor subtractive. It is ecological. I mean ›ecological‹ in the same sense as the word is used by environmental scientists. If you remove the caterpillars from a given habitat, you are not left with the same environment minus caterpillars: you have a new environment, and you have reconstituted the conditions of survival; the same is true if you add caterpillars to an environment that has had none. This is how the ecology of media works as well. A new technology does not add or subtract something. It changes everything.«[101] Die hier veranschlagte ökologische Verbundenheit von allem mit allem, in der ein kleiner Wandel das Ganze transformieren kann, sei, McLuhan folgend, für lineares, rationalistisches Denken nicht fassbar. Stattdessen

100 Goddard, Michael: »Media Ecology«. In: Ryan, Marie-Laure/Emerson, Lori/Robertson, Benjamin J. (Hg., 2014): *The Johns Hopkins Guide to Digital Media*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, S. 331-334. Hier: S. 331.

101 Postman, Neil (1993): *Technopoly. The Surrender of Culture to Technology*. New York, Vintage Books. S. 18.

sieht sich die *media ecology* Postman zufolge in der Tradition mehrwertiger Logiken sowie nacharistotelischer Philosophien und schließt damit an den vom ökologischen Denken der 1970er Jahre erhobenen Anspruch an, eine Alternative zum Rationalismus, zur Industrialisierung und zur Zerstörung der Natur darzustellen.

McLuhan formuliert ganz in diesem Sinne außerhalb der engeren ökologischen Fachgebiete aus, was den Begriff *environment* in solchen Kontexten plausibel macht: die Erwartung, mit einer neuen, nicht-klassischen, anti-dualistischen Beschreibungssprache die Welt retten zu können. Environment und Organismus separat zu denken, voneinander zu lösen, logisch zu analysieren und allein ihre physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten gelten zu lassen, habe nicht nur in theoretische Sackgassen, sondern zu einer Vielfalt ökologischer Gefahren und zu einem Verlust der Ganzheit geführt, deren Bewusstwerdung aber nötig sei, um den Fragmentierungen der Linearität und der reduktionistischen Rationalität der neuzeitlichen Wissenschaft zu begegnen. Es ist dieses Potential, das den Begriff seit 1970 so wirksam und evident macht und aus dem die media ecology ihr Selbstverständnis zieht. In diesem Sinne beschreibt *media ecology* die kontingenten und komplexen Wechselwirkungen zwischen den sozialen Dimensionen von Medien und ihren materiellen Grundlagen. Ein wichtiger Anknüpfungspunkt an die Wissensbestände der Ökologie liegt darin, dass sich mit ihrer Hilfe verschiedene Skalen der Beschreibung aufeinander beziehen, aber auch voneinander unterscheiden lassen: die Ebenen der Materialität, des Sozialen, des Psychischen, des Politischen oder des Lebendigen.[102] In den Worten Carlos Scolaris: »Media ecology tries to find out what role media force us to play, how media structure what we are seeing or thinking, and why media make us feel and act as we do.«[103] Untersucht werden soll mithin, wie sich die Strukturen der Wahrnehmung, des Denkens und des Verhaltens von Individuen mit der Einführung neuer Medien als *environments* dieser Individuen verändern.

Welchen Mehrwert der ökologisch genannte Ansatz bringt und was seine Prämissen sind, wird in der *media ecology* nur äußerst selten thematisiert, weshalb die epistemologischen Grundlagen eines Nachdenkens über Umgebungsrelationen kaum expliziert werden. *Media ecology* übernimmt vielmehr, wie Ursula Heise gezeigt hat, jene Ansätze, mit denen ökologisches Wissen in den öffentlichen Debatten assoziiert wird.[104] Die *media ecology* bleibt in diesem engeren Kontext weitestgehend ein Versprechen auf das, was eine ›Ökologie der Medien‹ leisten könnte. In Anspruch genommene Begriffe wie Emergenz oder Ökosystem werden

102 Vgl. dazu auch Star, Susan Leigh (1995): *Ecologies of Knowledge. Work and Politics in Science and Technology*. Albany, SUNY Press.

103 Scolari: »Media Ecology«. S. 205.

104 Vgl. Heise, Ursula: »Unnatural Ecologies. The Metaphor of the Environment in Media Theory«. In: *Configurations* 10/1 (2004), S. 149-168.

weder historisiert noch definiert. Größere Studien, welche die theoretischen Ansätze einlösen würden, sind bislang nicht erschienen. Problematisch ist daran vor allem das weitestgehend ungeklärte Verhältnis zur wissenschaftlichen Ökologie. Vielmehr wird Ökologie häufig schlicht mit Holismus gleichgesetzt.[105] In einem der wenigen Texte, der explizit die Bedeutung der Ökologie für die *media ecology* thematisiert, geht Robert Logan so weit, ähnlich wie Clements' Theorie der Superorganismen die Entwicklung von Medientechniken zum evolutionären, organischen Geschehen zu erklären und *media ecology* in einer Übertragung biologischer Metaphern auf Medien zu definieren als »study of the interactions of agents acting as organisms«.[106]

In dieser Hinsicht kann die *media ecology* als erneuter Schritt der Ausweitung des Begriffs und als Symptom seiner Selbstverständlichkeit verstanden werden. Über McLuhan vermittelt hat die Linie von Kropotkin über Geddes zu Mumford den Begriff *environment* für die Medientheorie verfügbar gemacht. Von den bei Kropotkin und Geddes verhandelten Fragen hat sich die *media ecology* weit entfernt und steht doch in deren Tradition. Von McLuhan übernimmt sie das freie Spiel der Assoziationen, vermeidet aber die begriffliche Arbeit. Von Mumford übernimmt sie die Unterscheidung in *paleotechnics* und *neotechnics* sowie implizit den organizistischen Ansatz. Eine über die metaphorische Aneignung hinausgehende Auseinandersetzung mit der Ökologie findet jedoch nicht statt. Entsprechend kann man an den zitierten Beispielen die Plausibilität des Begriffs bar jeder historischen Fundierung beobachten, in der die Selbstverständlichkeit des Begriffs ihr volles Potential ausspielt. Für die *media ecology* wird *environment* zum unhintergehbaren Apriori, das selbst nicht mehr befragt werden kann. Eben diesen Effekt der Ausweitung durch Plausibilisierung und Evidenz gilt es zu analysieren, wenn man die gegenwärtige Funktion des Begriffs auch in anderen Zusammenhängen verstehen will.

105 So etwa Scolari: »Media Ecology« und Strate: »Media Ecology and the Systems View«.

106 Logan: »The Biological Foundation of Media Ecology«. S. 28. Leider verzichtet Logan darauf, Quellen für seine Interpretation der Ökologie anzugeben.

5 Politiken des *environments* um 1970

Am Ende der beiden bis hierhin verfolgten Entwicklungen von *environment*, einerseits von der Evolutionstheorie bis zum Ökosystem-Konzept sowie hin zur Resilienz und andererseits von Kropotkin zu McLuhan, steht um 1970 die massive Ausweitung des Begriffs und der Beginn einer öffentlichen Auseinandersetzung, deren Konsequenzen und Kontinuitäten mit dem, was David Kuchenbuch die »appellative Struktur des glokalen Moralismus«[1] genannt hat, bis in die Gegenwart reichen. Der Begriff wandert bereits in der Nachkriegszeit in das Vokabular früher Umweltschutzbewegungen – im Folgenden unter dem Titel *environmentalism* zusammengefasst –, die um 1970 auf globaler Ebene zu agieren beginnen und das Bestreben nach der Bewahrung eines ›natürlichen‹ Zustands mit der Auseinandersetzung mit den Verfahren des *environmental designs*, des *environmental managements* und des *environmental engineerings* ergänzen. Diese enge Verbindung, die noch für die gegenwärtigen Debatten um das Anthropozän von zentraler Bedeutung ist, gilt es aufzuarbeiten. Welche Potentiale der technischen Gestaltbarkeit impliziert der Begriff also um 1970 selbst (oder gerade) dort, wo es um den Schutz natürlicher Umgebungen geht?

Der Historiker Samuel Hays hat in seinen Arbeiten zur Geschichte dieser sozialen Bewegungen in Nordamerika bereits 1987 eine wichtige Unterscheidung vorgeschlagen: auf der einen Seite steht das Konservierungsparadigma der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg sowie der unmittelbaren Nachkriegszeit, dessen Umsetzung vor allem Spezialisten betraf und auf die effiziente, durch wissenschaftliches Management gesteuerte Nutzung von lokalen Ressourcen mit dem Ziel ausgerichtet war, die Schätze der Natur zu bewahren. Auf der anderen Seite steht das Paradigma des *environmentalism*, als soziale Bewegung nach dem Krieg massenwirksam auf die globale Lebensqualität orientiert und vom Wissen der Ökologie um die Zerstörung der Natur geprägt. Auf der einen Seite steht also der auf Produktion und die Erhaltung von Ressourcen ausgerichtete *prewar conservationism*, auf der anderen

1 Kuchenbuch, David: »›Eine Welt‹ im Bild. Medialisierungen des Selbst-Welt-Verhältnisses in den 1970er und 1980er Jahren«. In: Leendertz, Ariane/Meteling, Wencke (Hg., 2016): *Die neue Wirklichkeit. Semantische Neuvermessungen und Politik seit den 1970er Jahren*. Frankfurt/Main, Campus, S. 63-92. Hier: S. 66.

Seite der an Konsum orientierte Lebensstil des *postwar environmentalism*.[2] Hays begründet diese Unterscheidung durch die Dominanz zweier unterschiedlicher Modelle der Verwertung von Natur: »Conservation was an aspect of the history of production that stressed efficiency, whereas, environment was a part of the history of consumption that stressed new aspects of the American standard of living.«[3] Auch wenn diese Dichotomie in ihrer Exklusivität und der strikten Trennung in eine Sphäre der Produktion und eine Sphäre des Konsums in Frage gestellt wurde[4], bleibt sie als diagnostisches Tool hilfreich. Wenn im Folgenden das durchaus explosive Zusammentreffen des *environmentalism* sowohl mit dem, was in den Bereichen der Architektur und des Designs dieser Zeit als *environmental design* bezeichnet wird, als auch mit einer ebenfalls 1970 inaugurierten staatlichen *environmental policy* erläutert wird, dann kann diese Konstellation des Jahres 1970 mit Hilfe von Hays Unterscheidung an den Beginn einer gesellschaftlichen Transformation gesetzt werden, in der das Nachdenken über Umgebungen mit der Biopolitik ihrer Gestaltung konvergiert.

Dieser Unterscheidung folgend beschreibt dieses Kapitel, wie der Begriff des *environments* im Kontext des Übergangs zwischen den beiden Phasen aus den wissenschaftlichen Feldern heraustritt, einer sozialen Bewegung zum Durchbruch verhilft und zu einer Signatur des letzten Drittels des 20. Jahrhunderts aufsteigt. Unter den Vorzeichen der Umgebungsbegriffe *environment*, *Umwelt* und *milieu* wird seitdem, in den lokalen Kontexten je unterschiedlich akzentuiert, die Grundausrichtung industrialisierter westlicher Kulturen verhandelt. In diese Entwicklung münden auch die bis hierhin geschilderten Tendenzen der systemorientierten Ökologie sowie der Stadtplanung, der Architektur und des Designs, insofern sie Theorien und Umgangsweisen mit dem *environment* zu formulieren vermögen. Das reziproke Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem wird dabei zunehmend – und zwar auch in technikskeptischen Kontexten – als kybernetisch gedachtes Rückkopplungssystem beschrieben, dessen Dynamik durch gezielte Eingriffe prognostiziert und entsprechend gesteuert werden könne.[5] Die gesellschaftliche Bewegung des *environmentalism* ist somit selbst dort, wo sie sich davon abgrenzt, nicht ohne die Idee der Gestaltung von *environments* zu verstehen, die wiederum im Kontext

2 Vgl. Hays, Samuel (1987): *Beauty, Health, and Permanence. Environmental Politics in the United States 1955-1985*. Cambridge, Cambridge University Press. S. 32.

3 Ebd., S. 13.

4 Vgl. White, Richard: »From Wilderness to Hybrid Landscapes. The Cultural Turn in Environmental History«. In: *The Historian* 66/3 (2004), S. 557-564.

5 Hays Annahme, dass der *environmentalism* sich gegen die im Konservierungsparadigma zentrale Aufgabe des Managements von Ressourcen konstituiert habe, kann, wie sich zeigen wird, nicht für alle Ausrichtungen durchgehalten werden. Von Beginn an ist in den im Folgenden beschriebenen Bewegungen des *environmentalism* die Idee des *environmental designs* präsent, auch wenn sie häufig der Idee einer selbstorganisierenden Harmonie untergeordnet wird.

der Regierungszeit Richard Nixons zum Motiv der Politik wird. Felicity Scott hat den damit einhergehenden »emergent apparatus of global environmental governance and the management of (unsettled) populations«[6] herausgearbeitet und beschrieben, wie um 1970 ein globaler Regierungsapparat entsteht, der Unsicherheit auf sozialer, ökologischer und ökonomischer Ebene mit biopolitischen Maßnahmen bekämpft. Eng eingebunden in Herausforderungen der Entwicklungspolitik, der De-Kolonialisierung und der Migration, werden *environments* zu Räumen der staatlichen Intervention.

Die Ökologie wird in diesem Kontext zu einem Diskurszusammenhang, der ökologische Fragen im engeren Sinne an politische Forderungen bindet, anthropologische ebenso wie ästhetische, juristische ebenso wie interventionistische Dimensionen umfasst und um 1970 in Nordamerika kristallisiert. Von diesem Jahr aus lassen sich in einer synchron angelegten Perspektive all diese Ausprägungen bündeln und in das Bild einer dreifache Ausweitung fügen: hin zu einer sozialen Bewegung, einer (bio-)politischen Praxis und einer Technologie der Umgebungsmodifikation. Die auf unterschiedlichen Feldern stattfindenden Verhandlungen des konzeptuellen Rahmens des Begriffs *environment* können so miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Die Zeit um 1970 ist in diesem Kontext von entscheidender Bedeutung, weil in dieser Periode mit Ansätzen des *environmental design*, des *environmental management* und des *environmental engineering* unterschiedliche Verfahren der Gestaltung von Umgebungen diskutiert und ihre Anwendungsfelder bestimmt werden. Obwohl sich hinter diesen drei Schlagwörtern konkrete Anwendungsfelder verbergen – von gesetzlichen Regulationen über Landschaftspflege bis hin zum Einsatz von Klimaanlagen in Gebäuden – bleibt ihre Verwendung in den Debatten dieser Zeit oft vage – nicht zuletzt, weil unklar bleibt, was *environment* meint. Sie werden von Ökologinnen und Ökologen ebenso ins Spiel gebracht wie von Politikerinnen und Politikern, Aktivistinnen und Aktivisten oder Künstlerinnen und Künstlern, weil der Begriff *environment* im Verbund mit Gestaltungsverfahren des Designs, des Managements und des Engineerings ein neues Verhältnis zur Technik entwickelt. Sie markieren die Möglichkeit, durch die Gestaltung von Umgebungen auf Umgebenes einzuwirken und stehen für je spezifische Epistemologien des Umgebens. Benjamin Bühler hat in diesem Sinne die »im 19. Jahrhundert entstehende Differenz zwischen einer (neo-)liberal organisierten ökonomischen und einer auf Steuerung angelegten ökologischen Rationalität«[7] herausgearbeitet und die daraus entstehende Regierungsform ›ökologische Gouvernementalität‹ genannt. Sie gewinnt um 1970 politisches Profil, indem sie zur gesetzlichen Grundlage einer neuen Umweltpolitik wird. Die historische Funktion der Ökologie besteht in diesem Kontext darin,

6 Scott (2016): *Outlaw Territories*. S. 11.

7 Bühler (2018): *Ökologische Gouvernementalität*. S. 12.

Begriffe, Konzepte und Modelle zu generieren, mit deren Hilfe sich »ökologisches Regierungswissen«[8] konstituieren kann: »Bereits in der Entstehungsphase der wissenschaftlichen Ökologie geht es darum, Wissen bereitzustellen über die Eigenschaften, die Struktur und Dynamik von kollektiven Lebensformen, Populationen bzw. Bevölkerungen, damit man sie regulieren kann.«[9] Beim Blick auf diese Zeit stellt sich entsprechend die Frage nach den Transformationen ökologischer Biopolitik und ihrem Verhältnis zu den Technologien der Gestaltung natürlicher wie künstlicher *environments*.

5.1 Ökologische Imperative – Rachel Carsons *environmentalism*

In den 1960er Jahren entwickeln sich, getragen von ökologischen Notwendigkeiten, sozialem Druck und ökonomischen Erwägungen, neue Normen und Maßstäbe, an denen seitdem akzeptables Verhalten in immer größeren Teilen westlicher Gesellschaften schrittweise und spannungsreich ausgerichtet wird: Umweltschutz, *environmental protection* sowie die entsprechenden Praktiken und Technologien des Umgangs mit natürlichen Ressourcen. Faktoren wie deren Endlichkeit, die Abnahme der Artenvielfalt, die Zerstörung von Lebensräumen oder die gesundheitlichen Auswirkungen von Pestiziden werden zu dieser Zeit in großem Maßstab wissenschaftlich untersucht, gesellschaftlich debattiert und ethisch aufgeladen. Die Bewahrung natürlicher *environments* erscheint angesichts der globalen Lage damals wie heute immer alternativloser. Doch zunehmend tritt seit den 1960er Jahren als Option ihrer Bewahrung die Möglichkeit hervor, sie durch technische Verfahren auf unterschiedliche Weise zu gestalten und zu modifizieren.

Seine gesellschaftliche Prägekraft erreicht der Begriff *environment* im Zuge der Entstehung von Umweltbewegungen und Gruppierungen der sogenannten *environmentalists*, die zwar Vorläufer im industrialisierten 19. Jahrhundert haben, aber um 1970 zum globalen Phänomen werden.[10] Diese Transformation hat eine Reihe von Studien, auf die im Folgenden zurückgegriffen wird, ausführlich erforscht. Der Verwandlung des *environmentalism* in eine globale soziale Bewegung liegen Andrew Jamison zufolge drei Erkenntnisinteressen zugrunde: ein kosmologisches, das sich

8 Ebd., S. 18.

9 Ebd.

10 Die Geschichte des *environmentalism* ist bereits gut erforscht, weshalb an dieser Stelle ein anderer Schwerpunkt gesetzt werden kann. Vgl. Sackman, Douglas Cazaux (Hg., 2014): *A Companion to American Environmental History*. Malden, Wiley-Blackwell; Schulz-Walden, Thorsten (2013): *Anfänge globaler Umweltpolitik. Umweltsicherheit in der internationalen Politik (1969-1975)*. München, Oldenbourg; Hays (1987): *Beauty, Health, and Permanence*; Rome, Adam: »›Give Earth a Chance‹. The Environmental Movement and the Sixties«. In: *Journal of American History* 90/2 (2003), S. 525-554.

auf ein holistisches Weltbild richtet und in den 1990er Jahren von der Idee der Nachhaltigkeit abgelöst wird; ein technologisches, das nach dem Motto ›small is beautiful‹ Alternativen zu den Großtechnologien der Zeit und den mit ihnen verbundenen Produktionsweisen und Risiken finden will; sowie ein organisatorisches, das auf partizipative demokratische Strukturen abzielt.[11] Diese Interessen liegen, so Andrew Kirk, dem zum Ende der 1960er Jahre von vielen Gruppierungen gewagten Versuch zugrunde, die Dichotomie Fortschritt vs. Bewahrung hinter sich zu lassen.[12] Dies sei verbunden mit dem Bestreben, den antimodernistischen Impuls vergangener Spielarten des Umweltschutzes zu vermeiden, ohne sich den Imperativen des Fortschritts in der Moderne zu unterwerfen. Dadurch kann Technik, die bisher als Motor des Fortschritts der Bewahrung der Natur entgegenstand, zum Bestandteil bewahrender Motive werden. In Rachel Carsons *Silent Spring* von 1962, das als Beispiel herangezogen werden soll, kann man bereits erste Schritte in diese Richtung beobachten, wenn Carson technische Eingriffe in *environments* nicht per se ablehnt, sondern dann befürwortet, wenn sie bewahrenden Motiven gelten.

Das Feld der unter der Bezeichnung *environmentalism* versammelten Bewegungen ist breit, in sich widersprüchlich und unübersichtlich. Um es dennoch grob zu skizzieren, können mit Jamison, aufbauend auf Arbeiten Donald Worsters, drei Strömungen in den ökologischen Bewegungen der 1960er und 1970er Jahre identifiziert werden: die arkadische Tradition, die Carson folgend die Ausbeutung und Zerstörung zu schützender *environments* bekämpfen will und in der Tradition konservatorischer Ansätze steht; die humanistische, gesellschaftlich engagierte Ökologie im Anschluss an Barbara Ward, Paul Ehrlich oder Barry Commoner, die das globale Verhältnis von Menschen und Ressourcen in den Blick nimmt; sowie schließlich die akademische Ökologie, die mit kybernetischen Konzepten Stoff- und Energieströme berechnen will und wie bereits erläutert ebenfalls häufig als Konsequenz den Anspruch des Schutzes ihres Gegenstands erhebt.[13] In diesen Strömungen gibt es unterschiedliche Ausprägungen und politische Ausrichtungen – auch die Studentenbewegung, die *counterculture*, die Bürgerrechtsbewegung und der Feminismus verweisen auf das *environment* als Anlass für gesellschaftlichen und politischen

11 Jamison, Andrew: »The Shaping of the Global Environmental Agenda. The Role of Non-Governmental Organisations«. In: Lash, Scott/Szerszynski, Bronislaw/Wynne, Brian (Hg., 2000): *Risk, Environment and Modernity. Towards a New Ecology*. London, Sage, S. 224-245. Hier: S. 241.

12 Vgl. Kirk, Andrew: »Appropriating Technology. The Whole Earth Catalog and Counterculture Environmental Politics«. In: *Environmental History* 6/3 (2001), S. 374-394. Hier: S. 374.

13 Jamison, Andrew (2008): *The Making of Green Knowledge. Environmental Politics and Cultural Transformation*. Cambridge, Cambridge University Press. S. 49f. Vgl. auch Dunlap, Riley E.: »Trends in Public Opinion Towards Environmental Issues«. In: ders./Mertig, Angela G. (Hg., 1992): *American Environmentalism. The U.S. Environmental Movement 1970-1990*. Philadelphia, Taylor & Francis, S. 89-116.

Wandel. In allen drei Bereichen kann jedoch eine ähnliche Funktion von *environments* identifiziert werden: sie fungieren sowohl als immer schon vom Menschen beeinflusst und durch dessen Eingriff gefährdet, als auch als Orte bewahrender, gestaltender Maßnahmen.

In diesem Zusammenhang gilt das 1962 erschienene Buch *Silent Spring* der Meeresbiologin Rachel Carson, die lange Zeit für die Öffentlichkeitsarbeit des US Fish and Wildlife Service verantwortlich ist, als zentraler Bezugspunkt. Carsons Buch ist an dieser Stelle jedoch weniger wegen seines politischen Einflusses relevant, sondern weil es als früher Indikator für die Möglichkeiten und Bedingungen des *environmental managements* innerhalb des *environmentalism* gelten kann. Carson bereitet bereits in ihren erfolgreichen Büchern *The Sea Around Us* und *The Edge of the Sea* in den frühen 1950er Jahren eigene Naturbeobachtungen an den Küsten der USA literarisch auf. In *Silent Spring* führt Carson, die nur zwei Jahre nach der Veröffentlichung verstirbt, die Zerstörung dieser Lebensräume durch die Chemieindustrie und ihr Insektenvernichtungsmittel DDT erstmals systematisch mit ökologischen Erklärungen der Verbundenheit aller Lebewesen zusammen.[14] Ihr Buch, das von »man's assault on the environment«[15] spricht, verbindet eine analytische, auf Messungen, Statistiken und Diagrammen beruhende Perspektive mit einer wirkungsvollen Rhetorik der Konsequenzen. Mit dieser deckt sie die Fehlinformationen der Chemieindustrie und das Versagen der Politik auf. So verschafft Carson den Forderungen nach einem verantwortungsvollen Umgang mit dem *environment* und den entsprechenden Restriktionen des Einsatzes von Düngemitteln eine bis dahin ungekannte Legitimation, auch wenn sie von der Industrie mit letztlich erfolglosen Klagen überhäuft und öffentlich scharf attackiert wird.[16] Mitunter wird Carson selbst auf die Seite jener Insekten gestellt, die aus Sicht der Industrie die Ernten und damit als Schädlinge die Kultur und den Fortbestand der Menschheit gefährden.[17] Diese Debatten sorgen letztlich dafür, das Thema zu verbreiten und fest in der Öffentlichkeit zu etablieren. Dass *environments* schützenswerte Räume sind, ist zu dieser Zeit alles andere als selbstverständlich.

Carsons zahlreiche Beispiele, die vor allem das Mittel DDT und seine Auswirkungen auf Vögel in den Mittelpunkt stellen, belegen, dass der umfangreiche Einsatz von Pestiziden über lange Zeiträume entstandene ökologische Gleichgewichte

14 Zum Kontext von Carsons Buch innerhalb des entstehenden *environmentalism* an der Ostküste der USA vgl. Sellers, Christopher: »Body, Place and the State. The Makings of an ›Environmentalist‹ Imaginary in the Post-World War II U.S.«. In: *Radical History Review* 74 (1999), S. 31-64.

15 Carson, Rachel (1962): *Silent Spring*. Boston, Houghton Mifflin. S. 6.

16 Vgl. die Biographie Carsons: Lear, Linda J. (2009): *Rachel Carson. Witness for Nature*. Boston, Mariner Books. Zur genderpolitischen Dimension der orchestrierten, auf ihre Person abzielenden Kritik vgl. Smith, Michael B.: »›Silence, Miss Carson‹. Science, Gender, and the Reception of Silent Spring«. In: *Feminist Studies* 27/3 (2001), S. 733-752.

17 Vgl. Nisbet (2014): *Ecologies, Environments, and Energy Systems*. S. 28.

zum Kippen zu bringen droht.[18] Die durch Prozesse der Selbstorganisation aufrechterhaltene Balance ökologischer Systeme werde durch die Technik des Menschen blockiert. Besonders aufmerksam rezipiert wird das Beispiel des Weißkopfseeadlers, des Wappentiers der USA, dessen Population durch die Zerstörung seiner Nahrungsquellen durch DDT akut bedroht sei. Carsons ökologisch geschulte Erklärung lautet, dass sich durch Kaskadeneffekte ein an einer Stelle in ein Ökosystem eingebrachtes Gift unweigerlich in allen Bestandteilen des Systems verteilt. Der Frühling, den der Buchtitel aufruft, sei deswegen stumm geworden, weil mit Pestiziden verseuchte Blätter von Raupen und diese wiederum von Vögeln gefressen werden, die daran verenden, was im Gegenzug eine ungehinderte Ausbreitung von Schädlingen mit sich bringt.

Carson nimmt diese Beobachtungen zum Anlass, das Verhältnis der westlichen Gesellschaft, ihrer Industrie und ihrer Wissenschaft zum Planeten zu hinterfragen. Ihr Buch stellt weder eine romantisierte Natur der zerstörerischen Technik gegenüber noch beschreibt es eine abstrakte Natur in weiter Ferne, sondern die lokale Umgebung der Leserinnen und Leser. Es erfüllt angesichts der fatalen Folgen der eingesetzten Pestizide ein Begehren nach Veränderung durch die aktive Mithilfe des Einzelnen. Der Erfolg des Bestsellers hilft in den kommenden Jahren, eine ganzheitliche Ökologie auf die Agenda der Politik zu bringen und diese schließlich durch die wissenschaftliche Legitimation von *environmental protection* und vermittelt über die öffentlichen Debatten 1970 mit dem *National Environmental Policy Act* in Gesetzesform zu gießen.

Seit der Veröffentlichung von Carsons Buch wird in den öffentlichen Debatten ein Widerstreit zwischen dem Bestreben nach ökologischer Kontrolle und der Unkontrollierbarkeit natürlicher Abläufe artikuliert. Diese werden dem dominanten wissenschaftlichen Modell der kybernetischen Ökologie gehorchend von Carson als Regelkreisläufe beschrieben. Ausführlich stellt Carson die Variablen und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten dar, um schließlich auf diese Weise die Folgen menschlicher Eingriffe evident zu machen. Auch wenn ihr populärwissenschaftliches Buch weitestgehend ohne Fußnoten auskommt[19], ist die Kausalität,

18 Der vom späteren Protagonisten der Gaia-Theorie, James Lovelock, Anfang der 1960er entwickelte *electron capture detector*, der Rückstände von Schwefel und Nitraten misst und damit Spuren von Pestizien nachweisen kann, wird von Carson verwendet und liefert die Messergebnisse, auf denen ihre Analysen beruhen (vgl. Lovelock, James E.: »Midwife to the Greens. The Electron Capture Detector«. In: *Microbiologica* 13/1 (1997), S. 11-22).

19 John Paull hat die These aufgestellt, dass der Mangel an Verweisen auf kritische Literatur zu diesem Thema – die Auswirkungen von Pestiziden waren in der Biologie und der Ökologie bereits seit längerem bekannt (vgl. Palladino, Paolo: »Ecological Theory and Pest Control Practice: A Study of the Institutional and Conceptual Dimensions of a Scientific Debate«. In: *Social Studies of Science* 20/2 (1990), S. 255-281) – eine Strategie Carsons darstellt, um die Angriffsfläche für zu erwartende Attacken durch die Chemieindustrie zu verkleinern – mit Erfolg, denn die von

die Carson zwischen einzelnen Beobachtungen herstellt, eindeutig von systemischem Denken geprägt. In »The Pollution of our Environment«, dem letzten Vortrag vor ihrem Tod, tritt dies deutlich hervor: »We must never forget the wholeness of that relationship [zwischen Lebewesen und *environment* – F.S.]. We cannot think of the living organism alone, nor can we think of the physical environment as a separate entity. The two exist together, each acting on the other to form an ecological complex or an ecosystem.«[20]

Bereits 1958 hatte der britische Ökologe Charles Elton, Direktor des Bureau of Animal Populations, in seinem Buch *The Ecology of Invasions by Animals and Plants* auf ähnliche Weise wie später Carson den Begriff des Ökosystems verwendet, um die Auswirkungen von Invasionen exogener, durch den Menschen verbreiteter Tier- und Pflanzenarten in bestehende Systeme zu erfassen.[21] Auch bei Elton steht die anthropogene Veränderung von *environments* im Mittelpunkt. Wie der Historiker Frederick R. Davis anhand von Archivmaterial und einer unveröffentlichten Rezension gezeigt hat, hilft die Lektüre von Eltons Buch Carson dabei, die von ihr gesammelten Beispiele der Zerstörung von *environments* systematisch zu verknüpfen.[22] Das 1958 geschriebene Buch *Pesticides and the Living Landscape* des Ökologen Robert L. Rudd und die Korrespondenz mit diesem beeinflusst Carson ebenfalls, auch wenn Rudds akademische Studie aufgrund ihres kontroversen Themas und mangelnder Unterstützung durch den Verleger aus Angst vor den auch Carson heimsuchenden Rechtsstreitigkeiten erst 1964 nach 18 Gutachten erscheinen kann.[23] Rudd verfolgt ebenfalls die Rückkopplungen zwischen Populationen und den Veränderungen ihrer Umgebungen. Er schließt wie Carson mit Forderungen nach juristischer wie politischer Regulation, wendet sich jedoch nicht per se gegen den Einsatz von Pestiziden – gegen einen gezielten, die Folgen abschätzenden und auf genauer Kenntnis der biologischen Zusammenhänge beruhenden Einsatz, also »ecological management«[24], sei nichts einzuwenden.[25] Auch das von Elton und Rudd verwen-

Carson beschriebenen Fakten seien in den anschließenden Rechtsstreitigkeiten nicht bezweifelt worden, wohl aber ihre Schlussfolgerungen (vgl. Paull, John: »The Rachel Carson Letters and the Making of Silent Spring«. In: *SAGE Open* 3/3 (2013), S. 1-12).

20 Carson, Rachel: »The Pollution of our Environment«. In: dies. (1998): *Lost Woods. The Discovered Writing of Rachel Carson*. Boston, Beacon Press, S. 227-245. Hier: S. 231.

21 Elton, Charles (1958): *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. London, Chapman & Hall.

22 Vgl. Davis, Frederick R.: »›Like a Keen North Wind‹. How Charles Elton influenced Silent Spring«. In: *Endeavour* 36/4 (2012), S. 143-148.

23 Vgl. Foster, John Bellamy/Clark, Brett: »Rachel Carson's Ecological Critique«. In: *Monthly Review* 59/9 (2008), S. 1-17.

24 Rudd, Robert L. (1964): *Pesticides and the Living Landscape*. Madison, University of Wisconsin Press. S. 175.

25 Vgl. Ebd., S. 6. Vgl. zu Carsons Bezug auf Rudd auch Steiner, Dieter (2014): *Rachel Carson. Pionierin der Ökologiebewegung*. München, Oekom Verlag. S. 229.

dete, zu dieser Zeit noch nicht sehr verbreitete Konzept der Nahrungskette wird von Carson aufgenommen.

Eltons und Rudds Bücher ziehen zwar ähnliche Schlussfolgerungen wie Carson, doch erst deren rhetorische Fähigkeiten legen den Grundstein für die erfolgreiche Vermittlung zwischen akademischem Wissen, öffentlichen Debatten und Politik. Die damit einhergehende mediale Verbreitung trägt zur Vervielfältigung der Bedeutung und Verwendung des Begriffs bei, aber auch zu seiner normativen Aufladung. Carson fundiert die systemische Verschränkung von *environment* und Organismus evolutionstheoretisch. So lauten die ersten Sätze von *Silent Spring*: »The history of life on earth has been a history of interaction between living things and their surroundings. To a large extent, the physical form and the habits of the earth's vegetation and its animal life have been molded by the environment. Considering the whole span of earthly time, the opposite effect, in which life actually modifies its surroundings, has been relatively slight. Only within the moment of time represented by the present century has one species – man – acquired a significant power to alter the nature of his world.«[26] *Environment* wird in diesen Zeilen als grundsätzlich modifizierbar, sich aber auch abhängig vom Umgebenen verändernd gedacht.[27] Dieses *environment* ist keine unkontrollierbare, der Technik gegenüberstehende und allen Eingriffen entzogene Natur. Naheliegenderweise wehrt sich Carson gegen alle Versuche der »control of nature«[28], weil sie der Annahme unterlägen, die Natur existiere nur zur Verfügung durch den Menschen. Doch der Möglichkeit der Gestaltung von *environments* ist damit keine grundsätzliche Absage erteilt. Der Einsatz von Pestiziden ist ein negatives Beispiel des Eingriffs in *environments*, andere menschliche Eingriffe sind aber möglich und zum Ausgleich der Zerstörung sogar nötig: »All this is not to say there is no insect problem and no need of control. I am saying, rather, that control must be geared to realities, not to mythical situations, and that the methods employed must be such that they do not destroy us along with the insects.«[29] Ein unveränderliches *environment* gibt es demnach nicht. An seiner Stelle steht jedoch auch keine romantisierte Natur wie etwa in den bis dahin für den *environmentalism* zentralen Texten des Nationalparkgründers John Muir oder des bereits erwähnten Aldo Leopold, sondern systemische Abhängigkeiten, in denen alle Faktoren sich gegenseitig beeinflussen.

Das *environment* der Ökologie, das bei Carson an die Stelle einer solchen Natur tritt, ist ein selbstregulierendes, zum Gleichgewicht tendierendes System, das wie der Homöostat Ashbys aufgrund seiner von kybernetischen Prinzipien beschriebenen nonlinearen Kausalität und Komplexität kippen und instabil werden kann.

26 Carson (1962): *Silent Spring*. S. 5.

27 Eine ähnliche Beobachtung hat James Nisbet anhand von Archivmaterial Carsons gemacht: Nisbet (2014): *Ecologies, Environments, and Energy Systems*. S. 24f.

28 Carson (1962): *Silent Spring*. S. 297.

29 Ebd., S. 9.

»The balance of nature is not a status quo; it is fluid, ever shifting, in a constant state of adjustment.«[30] Dieses Verständnis und die damit einhergehende Möglichkeit des *environmental managements* unterscheiden Carsons Buch von den konservatorischen Ansätzen der Vergangenheit: Destruktive Eingriffe, Instabilität und die damit unter Umständen einhergehende Auflösung sind auf einer anderen Ebene gelagert als die Zerstörung einer transzendenten Natur, denn sie finden innerhalb eines im Wandel begriffenen Systems statt und werden nicht von außen vorgenommen. Vor allem aber ist die Möglichkeit zerstörerischer Eingriffe mit der Möglichkeit bewahrender und gestaltender Maßnahmen verbunden. Die normative Funktion der Balance dient dabei der populären Aneignung eines deskriptiven ökologischen Konzepts.

Als Konsequenz aus diesem Ansatz folgt jedoch auch, dass die Auswirkungen von Eingriffen, wie an Pestiziden besonders deutlich wird, nur schwer zu analysieren oder zu kontrollieren sind. Entscheidend sind für Carson daher die genaue Erforschung ökosystemischer Zusammenhänge und der dadurch ermöglichte verantwortungsvolle Umgang mit ihrer instabilen Balance. Ökologie wird von Carson intrinsisch mit dem Schutz ihres Gegenstands verknüpft. Hinsichtlich der Ernten und Wälder bedrohenden Insektizide heißt das: »cautiously seeking to guide them into channels favorable to ourselves.«[31] Schutzmaßnahmen bestehen entsprechend im Verbot gefährlicher Stoffe und in der Wiederherstellung zerstörter Ökosysteme durch die Modifikation der Kreisläufe, die *environments* mit Organismen verknüpfen.

Wie an Carsons Verwendung deutlich wird, liefert ihr das Konzept des Ökosystems eine Antwort auf die Suche nach Konzepten, die mit einem dichten Geflecht von Phänomenen umgehen können, ohne deren Abhängigkeiten stillzustellen und ihrer Dynamik zu berauben. Der von Carson untersuchte Kreislauf von DDT ließe sich mit dem traditionellen Handwerkszeug der Biologie kaum beschreiben – vor allem die Verkettung von Folgen, die das Sterben von Adlern mit dem Einsatz von Chemikalien auf molekularer Ebene miteinander in Verbindung setzt, ist für ein klassisches Kausalitätsmodell kaum erfassbar. Erst die kybernetisch geschulte ökologische Herangehensweise lässt die Konsequenzen des menschlichen Umgangs mit dem *environment* hervortreten. Entscheidend für die anschließenden Debatten ist dabei, dass der Mensch und seine Technik nicht als zerstörerischer Einfluss außerhalb der Natur stehen, sondern ebenso Teil des Ökosystems sind wie die kritische Beobachterin. Um Ökosysteme zu schützen, müssen daher alle Faktoren integriert werden – auch der Mensch und die Technik. Die Auseinandersetzung mit Pestiziden als Vernichtungswaffen für ungewünschte Populationen hat, wie Derek Woods zeigt, selbst eine biopolitische Dimension: Es geht Carson keineswegs um

30 Ebd., S. 246.
31 Ebd., S. 296.

ein grundsätzliches Verbot aller Insektenvernichtungsmittel – mithin also Chemikalien, die Bevölkerungen ausrotten –, sondern um ihren ökologisch reflektierten Einsatz innerhalb einer Woods zufolge immunitären Logik.[32]

Der Rückbezug auf die systemorientierte Ökologie der 1960er Jahre erlaubt es Carson, die Bedeutung der multidirektionalen Abhängigkeiten und Kreisläufe zwischen heterogenen Ebenen zu beschreiben, die mit den traditionellen Werkzeugen nicht mehr erfassbar sind. Zugleich eröffnen Untersuchungen von *environments* wie die Carsons, Rudds oder Eltons einen neuen Raum der Intervention: wenn das Umgebende Einfluss auf das Umgebene hat, dann muss man zum Schutz beider nicht zu weit entfernten Mitteln greifen, sondern kann vor Ort aktiv werden. Diese Möglichkeit verträgt sich gut mit den zu dieser Zeit populären partizipativen Praktiken auf lokaler Ebene. Die Maßstäbe und Imperative ändern sich: der Slogan ›think globally and act locally‹ gewinnt fünfzig Jahre nach Geddes neue Evidenz. Unter der Ägide der kybernetischen Ökologie wird dieser Satz in all seiner Brisanz wirksam, weil das Verhältnis von Lokalem und Globalem als Rückkopplung gedacht werden kann.

Was für Autorinnen und Autoren wie Aldo Leopold, Fairfield Osborn, William Vogt oder Rachel Carson das lokale und das globale *environment* miteinander verbindet, ist die ökologische Verbundenheit von allem mit allem. Diese Annahme einer umfassenden Relationalität erlaubt es in der Nachkriegszeit und besonders explosiv in den 1960er Jahren, die Auswirkungen lokaler Handlungen mit globalen Effekten zu verknüpfen, lokale *environments* also zu Elementen eines globalen *environments* zu machen und so unter Titeln wie *Our Plundered Planet* oder *Road to Survival* durch die Verkettung von Relationen die Auswirkungen von *environmental pollution* wirkmächtig zu beschreiben.

Dieses Wissen der Ökologie verschafft, wie am Beispiel Carsons deutlich wird, den Forderungen der Naturschützer vor allem in Nordamerika eine neue Legitimation für politische Forderungen, deren Ambivalenz jedoch kaum zu übersehen ist: gerade die kybernetisch orientierte Ökologie dieser Zeit, die den Begriff des Ökosystems in den Mittelpunkt stellt, fasst *environments* als Orte kontrollierender Manipulationen und nicht als Refugien der Natur auf.[33] Im Zuge dieser Entwicklung wird gerade die Künstlichkeit des *environments* zur Bedrohung, wie Murray Bookchin in seinem ebenfalls 1962 erschienenen Buch *Our Synthetic Environment* unterstreicht, in dem er viele Krankheiten auf unzumutbare »environmental conditions«[34] zurückführt. Das Problem liegt Bookchin zufolge aber nicht darin, dass

32 Vgl. Woods, Derek: »Corporate Chemistry. A Biopolitics of Environment in Rachel Carson's Silent Spring and Richard Powers's Gain«. In: *American Literary History* 54/1 (2017), S. 72-99.

33 Vgl. Odum (1953): *Fundamentals of Ecology.*

34 Bookchin, Murray (1962): *Our Synthetic Environment*. New York, Knopf. S. 4.

das *environment* überhaupt als künstlich erscheint, sondern in einer falschen Anwendung von Technologie. Sie birgt für Carson wie für Bookchin das Potential zu einer positiven Entwicklung, steht also nicht länger konträr zur Natürlichkeit des *environments*. Allein industrialisierte Gesellschaften haben Bookchin zufolge die Fähigkeit der Begründung einer »ecological society with new ecotechnologies and ecocommunities«[35].

Im Gegensatz zur Ökosystem-Ökologie muss der *environmentalism* jedoch in all seinen Spielarten den schützenswerten Status seines Gegenstandes beweisen.[36] Gerade die Gleichsetzung technischer, sozialer und biologischer Systeme wird daher vielerorts – auch in Carsons skeptischer Haltung – als Bedrohung wahrgenommen, während das daraus in der Ökosystem-Ökologie entstehende Wissen um die Reziprozität von Umgebendem und Umgebenem den Aufrufen und Positionierungen dieser Zeit Begründungen liefert. Die Ambivalenzen des systemisch-kybernetischen Ansatzes treten deutlich hervor, wenn Eugene P. Odum schreibt: »The problem of world food production and the population explosion is one of systems design.«[37] Das Potential dieses technokratisch-holistischen Ansatzes ist innerhalb des *environmentalism* umstritten, weil er mit seiner Nähe zur Technologie reduktionistisch vorzugehen scheint und durch die Gleichsetzung von Natur und Technik die vermeintlich mechanistischen Prämissen letzterer auf erstere übertrage.[38] Das *ecological engineering*, das die Odums vorantreiben, kann jedoch auch in technikoptimistischen Positionen zum Refugium holistischen Denkens werden. Zwischen diesen Polen einer Rückkehr zur Natur und ihrer Gestaltbarkeit vermittelt Carsons Buch, indem es eine gemäßigte Vorstellung gezielter, auf ökologischem Wissen beruhender menschlicher Eingriffe in Ökosysteme populär macht.

Der in den an Carsons Buch anschließenden öffentlichen Debatten an allen Fronten stehende Begriff *environment* geht entsprechend einen Schritt weiter als der Schutz von Natur und darf nicht vorschnell mit der langen Tradition konservierender Bewegungen gleichgesetzt werden, die in Nordamerika kulturell und institutionell fest verankert sind. Der Begriff löst in Carsons Verwendung die Frontstellung von Kultur, Natur und Technik tendenziell auf – zugunsten einer systemischen Betrachtung, deren Schwerpunkt auf der Bewahrung einer natürlichen Harmonie liegt. Diese kann jedoch auch hergestellt werden. Als Grundbegriff dient *environment* der Aushandlung eines gesellschaftlichen Selbstverständnisses und ist

35 Vgl. Kirk: »Appropriating Technology«.

36 Zum schwierigen Verhältnis der akademischen Ökologie zu den Bewegungen der *environmentalists* vgl. McIntosh (1985): *The Background of Ecology.*

37 Odum, Howard T.: »Energetics of World Food Production«. In: Report of the Panel on World Food Supply (Hg., 1967): *The World Food Problem. Vol. III*. Washington, The White House, S. 55-94. Hier: S. 55.

38 So etwa retrospektiv Merchant, Carolyn (2005): *Radical Ecology. The Search for a Livable World*. New York, Routledge.

dabei gerade wegen seiner bei Carson wirksamen uneindeutigen Position zwischen Natürlichkeit und Künstlichkeit produktiv.

Der Begriff wird, dies ist für die weitere Entwicklung entscheidend, in diesen Kontexten in einer doppelten Bedeutung verwendet: es gibt konkrete *environments* als Umgebungen lokaler Lebewesen und zugleich ein allgemeines, geteiltes *environment*. Der Begriff wird parallel in einer konkreten und in einer abstrakten Bedeutung verwendet, um eine übergeordnete Einheit von *environments* zu kennzeichnen, die zusammen ein schützenswertes *environment* ausmachen. Diese Parallelität der je spezifischen *environments* und des *environments* ist für die weitere Geschichte des Begriffs von entscheidender Bedeutung, denn sie erlaubt Eingriffe in die konkreten, lokalen *environments* und zugleich die Bezugnahme auf ein globales, allumfassendes *environment*, das es zu schützen gilt.

5.2 Ressourcen der Kommodifizierung – *environmental policy* um 1970

Auch an den beiden im Folgenden diskutierten unterbrochenen Stellungnahmen aus dem Jahr 1970 wird dieser neue Einsatz des Begriffs deutlich. Anhand dieser konträren Positionen, die in diesem und im an ein kurzes Intermezzo zu den Ambivalenzen des *environmentalism* folgenden Kapitel erläutert werden, kann jene Konstellation skizziert werden, in der vor dem Hintergrund der Imperative des *environmentalism* die Gestaltung von *environments* zu einer Aufgabe des Designs und somit zu einer Produktionsweise wird, die Konsum im Sinne Hays sicherstellen soll. Während der *environmentalism* im Anschluss an Carson Ökologie von Ökonomie lösen will, wird in diesen beiden Beispielen bei sich widersprechenden Vorzeichen ihre Untrennbarkeit deutlich.

Auf der einen Seite steht die Unterzeichnung des *National Environmental Policy Act* durch Richard Nixon (sowie die vorangehenden Debatten und die anschließenden Reden an die Nation), auf der anderen Seite eine von Jean Baudrillard verfasste Botschaft an die TeilnehmerInnen der Aspen Design Conference, die sich dem Thema *Environment by Design* widmet. Diese beiden Positionen aus dem Jahr 1970 – die eine am Beginn der neoliberalen Transformation von Regierungsmacht, die andere mit marxistischem Anspruch und poststrukturalistischer Argumentation – bieten sich für eine vergleichende Lektüre an, weil sie trotz ihrer sich ausschließenden Perspektiven ein ähnliches Ziel formulieren: die Formation einer neuen, anderen Gesellschaft. Beide Positionen reagieren auf die Auseinandersetzungen, zu denen Carsons Buch führt. *Environmental design* liefert, wie im Anschluss anhand der Arbeiten des Architekturtheoretikers Reyner Banham und des Universalisten Buckminster Fuller gezeigt wird, den Schlüssel zur Gestaltung einer solchen Gesellschaft. Die ursprüngliche Spannung zwischen diesen Positionen hält bis heute

an und tritt auch in gegenwärtigen Debatten zu Tage, wenn Umweltschutz selbst zur Industrie wird.

Nixon wie Baudrillard suchen nach einer Lösung für die ökologischen Herausforderungen, wählen jedoch, vereinfacht gesagt, konträre Einschätzungen der zugrundeliegenden Ökonomie. Während in Nixons Gesetzgebung Natur zum Zwecke ihres Schutzes ökonomischen Regeln unterworfen und zum Gegenstand von modifizierenden, in ihren bewahrenden Motiven zugleich wertschöpfenden Eingriffen durch *environmental management* wird, kritisiert Baudrillards Brief eben diese Kommodifizierung als Ausdruck der inneren Widersprüche des Kapitalismus. Diese würden sich auch in den vornehmlich linken Umweltschutzbewegungen widerspiegeln. Beide Positionen ähneln sich darin, dass sie überkommene Verhaltensweisen und das Verhältnis westlicher Gesellschaften zum *environment* neu prägen wollen. Im Falle Nixons geht dies mit einer neuen Technologie des Politischen – dem Schutz von Ressourcen mit dem Ziel ihrer endgültigen Kapitalisierung – und im Falle Baudrillards mit einer neuen Politik der Technologie – der Umstülpung der Produktionsverhältnisse – einher.

Symbolträchtig von Ende 1969 auf den 1. Januar 1970 verlegt, unterzeichnet Richard Nixon im ersten politischen Akt der neuen Dekade den *National Environmental Policy Act*, das erste allgemeine Gesetz in der Geschichte der USA, durch welches das *environment* als Ganzes unter Schutz gestellt wird.[39] Bereits im Februar läuft ein umfangreiches landesweites Programm zur Verbesserung der Luft- und Wasserqualität sowie zur Neuregelung der Abfallentsorgung an.[40] Das Jahr endet in dieser Hinsicht mit der Gründung des dem Präsidenten unterstellten Environmental Quality Council sowie etwas später der Environmental Protection Agency (EPA). Die Politik reagiert damit auf die unter anderem seit dem Erscheinen von *Silent Spring* die Öffentlichkeit beherrschenden Debatten über Pestizide und ihre Verbreitung in Ökosystemen. Kurz nach ihrer Gründung verbietet die EPA die von Carson attackierte Verwendung von DDT.

Die Weichen für diese Politik werden im Juli 1968 gelegt, als ein von Lynton Caldwell und William van Ness organisiertes *Joint House-Senate Colloquium to Dis-*

39 Vgl. Hillstrom, Kevin (Hg., 2010): *U.S. Environmental Policy and Politics. A Documentary History*. Washington, CQ Press sowie Fairfax, Sally K./Russell, Edmund (Hg., 2014): *Guide to U.S. Environmental Policy*. Los Angeles, CQ Press. Weltweit, auch in Deutschland, werden zu dieser Zeit staatliche Institutionen zum Umweltschutz gegründet (vgl. Hünemörder, Kai F. (2004): *Die Frühgeschichte der globalen Umweltkrise und die Formierung der deutschen Umweltpolitik (1950-1973)*. Stuttgart, Steiner). Ursprünglich stammt der Gesetzesentwurf von den demokratischen Senatoren Henry M. Jackson und Edmund Muskie (vgl. Schulz-Walden (2013): *Anfänge globaler Umweltpolitik*. S. 60).

40 Vgl. Nixon, Richard (1970): *Special Message to the Congress on Environmental Quality, February 8, 1970*. Washington, The White House. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=2757, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

cuss a National Policy for the Environment stattfindet. In diesem Rahmen plädiert vor den versammelten Vertretern zahlreicher Ministerien und Regierungseinrichtungen eine Reihe von Ökologen für eine Stärkung der Rolle der Ökologie in politischen Entscheidungsprozessen. In diesem Kontext werden die Grundrisse der künftigen *environmental policy* verhandelt und zugleich die Förderung des wissenschaftlichen Großprojekts International Biological Program mit vielen Millionen Dollar in Aussicht gestellt.[41] Die in diesem Programm geförderten Projekte zur Erforschung von Ökosystemen werden von der Ökosystem-Ökologie dominiert, und auch die Odum-Brüder spielen eine wichtige Rolle. Die im Bericht abgedruckten Statements der Politiker und die schriftlichen Stellungnahmen der Ökologen gehorchen einer Antragsrhetorik und führen vor, welche gesellschaftliche Bedeutung sich die Ökologie nunmehr selbst zuschreibt.

Die Politik, deren Rahmenbedingungen auf dem Kolloquium abgesteckt werden, ist eine Politik des *environmental managements*. Die *National Policy for the Environment* umfasst von Beginn an aktive Maßnahmen des Managements natürlicher Umgebungen. So heißt es, um nur eine der Stimmen zu zitieren, im Statement von Donald F. Hornig, dem Direktor des Office for Science and Technology und früherem Berater des Präsidenten Lyndon B. Johnson: »We must get the philosophy of environmental improvement, of environmental management, into all of our activities.«[42] Der bewahrende Impuls ist ständig begleitet von planerischem Optimismus. Auf die gleiche Weise argumentiert der Caldwell und van Ness verantwortete *Special Report* an das zuständige Komitee des Senats, der die zukünftige Gesetzgebung in die Wege leiten soll: »A national policy for the environment could provide the conceptual basis and legal sanction for applying to environmental management the methods of systems analysis and cost accounting that have demonstrated their value in industry and in some areas of government.«[43] Angesichts der Evidenz der Umweltzerstörung wird *environmental management*, das in der Beendigung zerstörerischer Tätigkeiten, im Wiederaufbau und der Vitalisierung beschädigter Öko-

41 Die Entstehung dieses Programms und seine wissenschaftspolitische Bedeutung sind bereits ausführlich untersucht in: McIntosh (1985): *The Background of Ecology*. S. 219ff; Kwa, Chunglin: »Representations of Nature Mediating Between Ecology and Science Policy. The Case of the International Biological Programme«. In: *Social Studies of Science* 17/3 (2016), S. 413-442; Kalen, Sam: »Ecology Comes of Age. NEPA's Lost Mandate«. In: *Duke Environmental Law & Policy Forum* 21/3 (2010), S. 113-163.

42 Hornig, Donald F.: »Statement«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 30-34. Hier: S. 31.

43 Caldwell, Lynton/van Ness, William: »A National Policy for the Environment. Report«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 87-128. Hier: S. 100.

systeme sowie in der Suche nach weniger schädlichen Technologien besteht, als alternativlos dargestellt. Der Weg zu dieser Gestaltung von Umgebungen wird in der Anwendung neuer Technologien zur Fundierung systemorientierter Erklärungen für die Wechselwirkungen zwischen *environments* und Organismen gesucht: »The methods of systems analysis, cybernetics, telemetry, photogrammetry, electronic and satellite surveillance, and computer technology, are now being applied to a wide range of environmental relationships.«[44]

Im Kern geht es bereits hier um die Anpassung der von allen Beteiligten als notwendig angesehenen Maßnahmen an wirtschaftliche Interessen, denn das Management von Ressourcen dient durch ihren Schutz auch ihrer besseren Nutzbarmachung: »The policy question is not whether payment shall be made; it is when payment shall be made, in what form, and how the costs are to be distributed.«[45] Das Thema *environment* rückt, so kann man aus dem Report schließen, nur unter der Prämisse in den Fokus der Politik, dass die sich aus der ökologischen Katastrophe ergebende ökonomische Katastrophe bei der Fortsetzung des eingeschlagenen industriellen Weges unvermeidlich ist.

Den Anhang des Reports bilden zahlreiche Statements von namhaften Ökologen vor allem aus dem Umfeld des International Biological Programs, aber auch vom Außenseiter Buckminster Fuller – dazu später mehr –, die ihre Rolle in der neuen Ausrichtung der Politik auf »the ecological management of the world in which we live«[46] zu definieren versuchen. Ihr Tenor lautet, dass allein eine systemorientierte Ökologie diese Erwartungen erfüllen kann. In einem Statement mit dem Titel »The Importance of Ecology and the Study of Ecosystems« benennt Frank Blair im Namen der Ecological Society of America die Möglichkeit dazu: »When a theory of ecosystem emerges, it will be one of the major synthesizing ideas in science, perhaps rivaled only by the theory of evolution through natural selection in this respect.«[47] Um dieses Programm umzusetzen, wird von Blair zum einen die Förderung von theoretischer Grundlagenforschung und zum anderen die Unterstützung durch neue Technologien angeführt, vor allem der Einsatz von Computersimulationen. Das mit dem Systemansatz einhergehende Versprechen auf Vor-

44 Ebd., S. 110.

45 Ebd., S. 99.

46 Gates, David M.: »Communication to the Colloquium«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 174-179. Hier: S. 179.

47 Blair, Frank/Auerbach, Stanley I./Gates, David M./Inger, Robert F./Ketchum, Bostwick H.: »The Importance of Ecology and the Study of Ecosystems«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 154-158. Hier: S. 157.

hersagbarkeit komplementiert das Bestreben der Politik, Entscheidungsprozesse abzusichern und überzeugt die Drittmittelgeber davon, dass durch ökologisch geschulte Eingriffe destabilisierte Systeme zurück in ihr Gleichgewicht gebracht werden können. So setzt sich der Ökosystem-Ansatz auch institutionell gegenüber alternativen Ansätzen der Ökologie durch.

Eine Ölkatastrophe vor der Küste Santa Barbaras im Jahr 1969 und die mangelhafte staatliche Reaktion darauf machen schließlich politischen Maßnahmen im Sinne dieses Kolloquiums endgültig opportun.[48] Die öffentlichen Demonstrationen, in denen sich seitdem das Thema Umweltschutz mit dem Widerstand gegen den Vietnam-Krieg und der Angst vor der Atombombe vermischt, scheinen in der Lage, die politische Kräftelage umzukehren. Zugleich erweist sich eine am *environment* ausgerichtete Politik auch als Möglichkeit, die durch den Vietnamkrieg gespaltene Nation mit einem Ziel zu vereinen, das kaum Widerspruch erlaubt. Der Historiker J. Brooks Flippen hat Nixons Politik daher als Versuch beschrieben, das Momentum des gesellschaftlichen Drucks für die eigene Position zu nutzen, indem durch entsprechende Maßnahmen das Thema *environment* besetzt, die Regierung selbst zum Vorreiter in Sachen Umweltschutz erklärt und die Gegenseite mit der Politik eines *fait accompli* überrumpelt wird.[49] So ambivalent man Nixons Regierungszeit auch bewerten mag, die eingeführten Regulationsinstrumente und Institutionen sind bis heute international vorbildhaft, eröffnen sie doch, wie Flippen hervorhebt, eine diplomatische Ebene für *environmental protection* auch auf globaler und nicht mehr nur regionaler Ebene.[50]

Unabhängig von den sich ergebenden umweltpolitischen Konsequenzen und dem weiteren Verlauf globaler Interventionen wird bei einer genauen Lektüre der Begründung für diesen Politikwechsel und der damit einhergehenden Rhetorik deutlich, wie in diesem Rahmen das *environment* als Gegenstand von Regulationen gedacht und dies politisch umgesetzt wird. Die Idee seines Managements lässt sich reibungslos mit dem Programm seiner Ökonomisierung vereinbaren. Das Management und die Kontrolle von *environments* werden zu regulativen Instrumenten der Politik.

Besonders deutlich wird diese Entwicklung, wenn man sie in den Kontext vergangener Umweltpolitik in den USA stellt. Bereits 1965 hatte Lyndon B. Johnson in einer Rede mit dem Titel »Conservation and Restoration of Natural Beauty« angesichts der mit der (Sub-)Urbanisierung einhergehenden Zerstörung der Natur ähnliche Maßnahmen wie Nixon angekündigt und von 1963 bis 1967 eine Reihe von

48 Vgl. zur Entwicklung der nordamerikanischen Politik bis dahin Rome: »›Give Earth a Chance‹« sowie Schulz-Walden (2013): *Anfänge globaler Umweltpolitik*. S. 58.

49 Flippen, J. Brooks (2000): *Nixon and the Environment*. Albuquerque, University of New Mexico Press. S. 52f.

50 Vgl. Flippen, J. Brooks: »Richard Nixon, Russell Train, and the Birth of Modern American Environmental Diplomacy«. In: *Diplomatic History* 32/4 (2008), S. 613-638.

Gesetzen erlassen, die sich jedoch aus der Sicht von Nixons Regierung als nicht wirksam genug erweisen. Die Maßnahmen Johnsons, die vor allem ein gesetzliches Instrumentarium zur Verfolgung von Luft- und Wasserverschmutzung, die Einrichtung neuer Naturschutzgebiete sowie den Schutz bedrohter Arten umfassen, gehorchen der Idee einer konservierenden, das Bestehende unter Schutz stellenden Politik und stehen tendentiell noch in der Tradition des von Hays beschrieben *conservationism*. Auf diese Weise setzt Johnson die Politik Kennedys fort, der 1962 zur ersten *White House Conference on Conversation* einlädt und mit Stewart Udall einen Innenminister ernennt, der bis 1969 die Grundlagen der von Nixon aufgenommenen *environmental policy* legt.[51] Bei Nixon hingegen tritt der Ansatz einer aktiven Gestaltung von *environments* zur Konsolidierung des Konsums als Wohlstandsfaktor in den Vordergrund, mit dem sich das Thema 1970 auf eine neue Weise politisch nutzbar machen lässt.

Der Abstand von fünf Jahren zwischen den Reden Johnsons und Nixons zeigt große konzeptionelle Differenzen – Begriffe und Rhetorik könnten kaum unterschiedlicher ausfallen. Als Ziel seiner Umweltschutzmaßnahmen benennt Johnson »man's opportunity to be in contact with beauty.«[52] An die Stelle dieser romantisierten Vorstellung einer Naturästhetik, die der »inner prosperity of the human spirit«[53] diene, tritt bei Nixon das Ziel einer optimierten Produktivität. Die formulierte Intention des von ihm auf den Weg gebrachten Gesetzes lautet: »encourage productive and enjoyable harmony between men and his environment«[54]. Schönheit, bei Johnson noch »natural resource«[55], spielt bei Nixon nur in »recreational areas«[56] eine Rolle und dient damit der Wiederherstellung von Arbeitskraft. Harmonie wird zum Indikator von Produktivität. Johnson spricht nur nebensächlich von *environment*, stattdessen ist von der »total relation between man and the world around him«[57] die Rede. Bei Nixon hingegen läuft das ganze Gesetz unter diesem Namen.

In einer kurze Zeit nach der Unterzeichnung des Gesetzes gehaltenen *State of the Union*-Rede fordert Nixon vor dem Kongress am 22. Januar 1970, Wasser und Luft nicht mehr als Gemeingüter zu betrachten, weil dies auch bedeute, dass jeder

51 Vgl. Rome: »Give Earth a Chance«. S. 532.

52 Johnson, Lyndon B. (1965): *Special Message to the Congress on Conservation and Restoration of Natural Beauty, February 8*, 1965. Washington, The White House. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=27285, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

53 Ebd.

54 United States (1969): *National Environmental Policy Act*. http://www.energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/Req-NEPA.pdf, §4321, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

55 Johnson (1965): *Special Message*.

56 Nixon, Richard (1970): *Annual Message to the Congress on the State of the Union, January 22, 1970*. Washington, The White House. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=2921, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

57 Johnson (1965): *Special Message*.

sie ungestraft verunreinigen könne. Stattdessen plädiert er dafür, sie angesichts der zunehmenden Verschmutzung als knappe Güter zu behandeln und entsprechend zu regulieren. »We can no longer afford to consider air and water common property, free to be abused by anyone without regard to the consequences.«[58] Die Verschmutzung von Luft und Wasser ist, so kann man aus Nixons Worten lesen, ein Effekt ihrer allgemeinen Verfügbarkeit als Gemeingut, das nicht nur dem individuell notwendigen Gebrauch zur Verfügung steht, sondern qua Gemeingut auch der kommerziellen und industriellen Ausbeutung. Nixon zufolge droht diese freie Nutzung, das Gemeingut zu zerstören, weshalb gesetzliche Reglementierungen und umfangreiche Investitionen notwendig seien. Mit dem Environmental Quality Council wird daher durch das Gesetz ein bis heute bestehendes, vom Präsidenten ausgewähltes Gremium eingerichtet, das entsprechende Richtlinien und Regularien für alle staatlichen Einrichtungen verabschieden und die Regierung beraten soll. Damit wird ökologische Planung vor der Umsetzung industrieller Vorhaben verpflichtend. Ende 1970 wird auch die Environmental Protection Agency gegründet, welche von wirtschaftlichen Interessen losgelöst die Umweltschutzgesetze umsetzen und entsprechende Programme durchführen soll.

Der Ansatz der in Nixons Rede vorgestellten Politik besteht darin, Luft und Wasser, aber auch alle anderen natürlichen Bedingungen menschlichen Lebens durch ihre Knappheit zu definieren. Die Zerstörung des *environments* führt Nixon auf unbedachte industrielle Tätigkeit zurück, die nun, so die Bilanzrhetorik, in Rechnung gestellt werden müsse. Dadurch werden diese Gemeingüter in handelbare Waren verwandelt, deren Wert sich an ihrer Verfügbarkeit bemisst. *Environmental protection* ist für Nixon in all ihren Imperativen, die die Politik nunmehr erreichen, nur möglich im Rahmen der neoliberalen Kapitalisierung von Ressourcen. Der Architekturtheoretiker Reinhold Martin hat diese Politik als »translation of probabilistic financial projections through such techniques as cost-benefit analyses and risk-reward calculations«[59] beschrieben und gezeigt, wie in der Konsequenz das *environment* selbst zum Gegenstand ökonomischer Spekulation wird. Jede umweltpolitische Maßnahme wäre im Rahmen der von Nixon entworfenen Politik darauf zu prüfen, ob die Investitionskosten in einem sinnvollen Verhältnis zum ökonomischen Ertrag stehen und welche Risiken sich ergeben. Ausbeutung wird auf diese Weise an das Nachwachsen von Ressourcen gekoppelt und somit zwar reguliert, ohne jedoch den Rahmen der Ökonomie zu verlassen – eine Praktik, die im um die Jahrtausendwende eingeführten Emissionshandel ihren Höhepunkt

58 Nixon, Richard (1970): *Annual Message.* Vgl. dazu Martin, Reinhold: »Environment, c. 1973«. In: *Grey Room* 14/Winter (2004), S. 78-101 sowie Clark, Ray/Canter, Larry (Hg., 1997): *Environmental Policy and NEPA. Past, Present, and Future*. Boca Raton, Lucie

59 Martin: »Environment, c. 1973«. S. 80. Martin untersucht die Subjektivierungsweisen dieser Politik und stellt sie in den Kontext der Architektur- und Designtheorien dieser Zeit. Im Folgenden geht es darum, diese Perspektive um eine ökologiehistorische Dimension zu erweitern.

gefunden hat. Anstatt das Gemeingut als Grundrecht zu verstehen, das allen Menschen zugänglich sein soll, schlägt Nixon vor, Luft und Wasser – vom Ökosystem ist keine Rede – als knappe Güter zu behandeln, die entsprechend ökonomischen Prinzipien zu unterliegen hätten: »Instead, we should begin now to treat them as scarce resources, which we are no more free to contaminate than we are free to throw garbage into our neighbor's yard.«[60] Die Freiheit des Marktes als neoliberales Ideal kann nur erreicht werden, wenn aus der Natur durch Reglementierung ein Markt gemacht wird. Ein von Nixon präsentiertes politisches Instrument zu diesem Zweck besteht darin, in die Kalkulation von Preisen die Kosten der Entsorgung der Waren bzw. der Wiederherstellung des *environments* einfließen zu lassen. An die Stelle der Internalisierung der Kosten der Umweltzerstörung durch die Industrie tritt ihre Weitergabe an die Verbraucher. Die ›natural beauty‹, die den Horizont von Johnsons Politik bildet, kann nicht auf diese Weise extrahiert und zur Ware werden.

Aus dem Gemeingut, das aus Nixons Sicht wie selbstverständlich auch industrieller Ausbeutung zur Verfügung steht, wird so ein politisch reguliertes und damit lediglich durch seinen ökonomischen Nutzen, jedoch nicht durch seine Qualität als Gemeingut definiertes Objekt: »The answer is not to abandon growth, but to redirect it.«[61] Begrenzt sind nur die Ressourcen, nicht aber das Wachstum. Den Umgang mit dieser Grenze muss die Wirtschaft lernen, um weiterhin zu wachsen. An die Stelle eines von ökonomischen Imperativen geleiteten Verhaltens, das die Gemeingüter Luft und Wasser als Quelle individuellen Reichtums ansieht und ausbeutet, soll, so kann man Nixon lesen, eine Kommodifizierung des *environments* treten, die ebenfalls eine Ökonomisierung des Verhaltens impliziert. So entsteht das von Martin als Effekt dieser Politik beschriebene »subject *at* and *of* risk, an only apparently stable subject, who in practice occupies the position of a variable or a parameter in a complex ecological and economic calculation«[62]. Im Zuge der von Nixon vorgeschlagenen Kommodifizierung wird jedoch nicht nur das Verhalten des Menschen an die Erfordernisse bedrohter *environments* angepasst, sondern diese werden selbst zu modifizierbaren, d.h. austausch- und damit tauschbaren Objekten. Man soll *environments* handeln können. Dies wiederum wird von Nixon auf der Ebene individueller Verantwortung verankert: »Each individual must enlist in this fight if it is to be won.«[63] Die persönliche Verantwortung wird entsprechend als ökonomische Verpflichtung markiert: »Improving our surroundings is necessarily the business of us all.«[64] Die Ökologie, um die es hier geht, ist nur als Ökonomie denkbar.

60 Nixon (1970): *Annual Message*.
61 Ebd.
62 Martin: »Environment, c. 1973«. S. 80.
63 Nixon (1970): *Annual Message*.
64 Nixon (1970): *Special Message*.

Die Kehrseite des umfassenden Umweltschutzes, den Nixon fordert, ist die Ökonomisierung des *environments*, in dem alles nach seinem finanziellen Wert beurteilt wird. Politische Regulierungen und Interventionen, wie sie seitdem zu den primären Aufgaben entsprechender staatlicher und internationaler Institutionen zählen, sind in Nixons Vorstellung zwar Gegenmittel gegen die hemmungslose Ausbeutung von Ressourcen, zugleich aber Instrumente, mit denen aus Ressourcen ökonomische Werte gemacht werden können. Unter dem Deckmantel der Knappheit versteckt sich die

Möglichkeit einer nunmehr geregelten und an das Nachwachsen von Ressourcen angepassten Ausbeutung. Das Überleben, um das es in diesem Kontext geht, ist das Überleben des Industriekapitalismus. Strategisch nutzt der Republikaner Nixon den von allen Seiten aufbrausenden Wunsch nach einer nachhaltigen Politik für die eigenen Zwecke und vereinnahmt die Opposition des *environmentalism* – wenn auch nicht nachhaltig. Umweltschutz wird zum staatlichen Projekt, nicht zuletzt, so Flippen, um den zahlreichen aktivistischen Gruppen, die in den 1960er Jahren entstanden sind, entgegenzuwirken.[65]

5.3 Ambivalenzen des *environmentalism*

Die Bedrohung des *environments* wird, wie der Soziologe Riley Dunlap gezeigt hat, in den USA in nationalen Umfragen seit den späten 1960er Jahren zu den dringlichsten Problemen der Politik gezählt, obwohl der Begriff erst einige Jahre zuvor erstmals als Option auf den Fragebögen auftaucht.[66] Eine Analyse der Worthäufigkeit mit Google Ngram zeigt, wie sich die Nennungen von *environment* in den 1960er Jahren verdoppeln und *environmental protection* oder *environmental design* überhaupt erst zum Thema werden. Seit 1970 verfügt die *New York Times* über eine eigene Rubrik für Artikel zum Thema *environment*.[67] Politik und Öffentlichkeit können sich der Evidenz der Umweltzerstörung nicht entziehen. Dieses gesellschaftliche Interesse spiegelt vor allem in den USA eine überbordende Forschungstätigkeit. 1974 veröffentlicht die nunmehr etablierte Environmental Protection Agency eine Bibliographie aller zugänglichen Arbeiten zur Bedeutung des *environments* für die *social sciences*, deren Umfang von 860 Seiten und knapp 5000 Texten – naturwissenschaftliche Veröffentlichungen nicht mitgezählt – aus den vorherigen Jahren ein Indiz für diese Explosion ökologischer Wissensbestände auch außerhalb ihres angestammten akademischen Kontextes ist.[68] Dass gleichsam aus dem Nichts

65 Vgl. Flippen (2000): *Nixon and the Environment.*

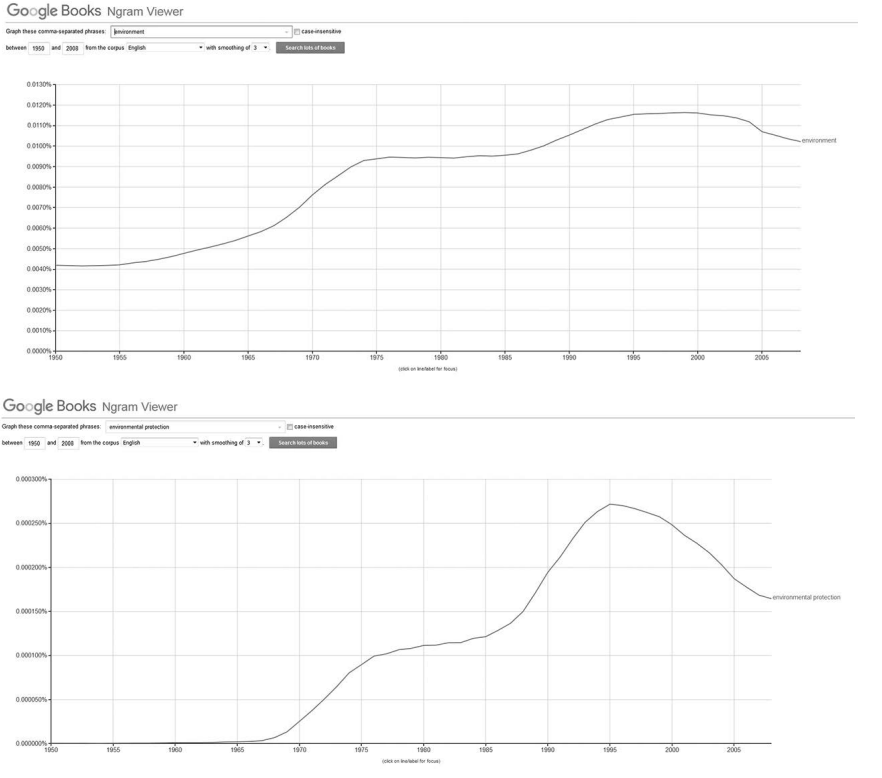
66 Vgl. Dunlap: »Trends in Public Opinion Towards Environmental Issues«.

67 Vgl. Luke: »On Environmentality«. S. 60.

68 Vgl. Morrison, Denton E./Hornback, Kenneth/Warner, W. Keith (1974): *Environment. A Bibliography of Social Science and Related Literature*. Washington, US Environmental Protection Agency.

innerhalb weniger Jahre eine bis heute andauernde Neuorientierung des wissenschaftlichen und des öffentlichen Interesses möglich ist, zeigt, wie sehr der Begriff Begehren, Aktionen und Wissen zu bündeln vermag, für die es bis dahin keinen Rahmen gab. *Environment* füllt eine Leerstelle und wird darin produktiv. Der Begriff gewinnt, so kann man ein Argument Fritz Hermanns bezüglich des Begriffs *Umwelt* übertragen, eine deontische Wucht, welche die Schutzbedürftigkeit des *environments* und damit eine Wertung, also nicht nur ein Sein, sondern ein Sollen impliziert. Der Begriff enthält seit dieser Zeit eine normative Aufforderung zum Handeln.[69] Spricht man vom *environment*, sind damit unweigerlich Konsequenzen seines Schutzes mitbenannt, auch wenn weiterhin unklar bleibt, was *environment* im Allgemeinen umfasst.

Abbildung 5.1 und 5.2 – Google Ngram Analyse von environment und environmental protection



69 Vgl. Hermanns: »Umwelt«.

Indizien dafür sind ebenfalls die 1968 gedruckte Wiederauflage von Aldo Leopolds 1949 erschienenem *A Sand County Almanac* über die ökozentrische Ethik der Zusammengehörigkeit von Land und Mensch mit einer Auflage von zwei Millionen Exemplaren oder der steigende Einfluss des vom Erfinder des Nationalparksystems John Muir gegründeten Sierra Clubs auf die Lokalpolitik.[70] *Environment* wird in diesen Kontexten normativ als das zu Schützende aufgeladen. Zwar beschreibt Leopolds wiederaufgelegtes Buch die Natur bzw. das, was er *wilderness* nennt, als unersetzbar und einzigartig. Dennoch sind Modifikationen und Kontrolle für ihn mögliche Optionen, insofern sie nur jene Methoden und Verfahren anwenden, die bereits Teil des Ökosystems sind. Wenn der Mensch schon in die Natur eingreift, dann so, dass *wilderness* dabei geschützt wird.

Das Management von Ressourcen wird dabei jedoch zunehmend wichtiger. Bereits in seinem 1933 erschienen, überaus einflussreichen Text »The Conservation Ethic« beschreibt Leopold das Schrumpfen von Lebensräumen im Südwesten der USA: »Can such shrinkages be controlled? Yes, once the specifications are known. How known? Through ecological research. How controlled? By modifying the environment with those same tools and skills already used in agriculture and forestry.«[71] Diese Überlegungen stehen an der Schwelle des von Hays beschriebenen Übergangs vom *conservationism* zum *environmentalism*. Konservierung geht für Leopold Hand in Hand mit sogenanntem *wildlife management*. Das Instrument dafür ist die Modifikation von *environments* etwa durch gezielte Aufforstung oder nachhaltige Landwirtschaft. Dieses konservatorische Verständnis von *environmental management* leitet die Gründung von Umweltschutzorganisationen wie dem *World Wildlife Fund* 1961 oder *Greenpeace* 1971 an, die breite Teile der Bevölkerung der Industriestaaten mobilisieren und entsprechende Bildungs- und Erziehungsprogramme etablieren. Sie gehorchen selbst einer institutionellen Logik und sind daher Indikatoren für die Professionalisierung des *environmentalisms*, die, so Jamison, um 1970 einsetzt.[72]

Besonders deutlich wird diese Veränderung, wenn man, wie Paul Warde, Libby Robin und Sverker Sörlin vorgeschlagen haben, zwei Tagungen vergleicht, die 1955 bzw. 1965 in den USA stattfinden. An beiden Tagungen ist Lewis Mumford direkt beteiligt. Im Sommer 1955 fungiert er als Ko-Organisator des interdisziplinären und internationalen Symposiums *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, das

70 Leopold, Aldo (1968): *A Sand County Almanac*. London, Oxford University Press. Eine ähnliche Perspektive auf den Menschen als gefährdete Spezies wie Leopold beschreibt 1948 in England Fairfield Osborn in *Our Plundered Planet*, das um 1970 ebenfalls erneut rezipiert wird: Osborn, Fairfield (1948): *Our Plundered Planet*. London, Faber and Faber.

71 Leopold, Aldo: »The Conservation Ethic«. In: *Journal of Forestry* 31/6 (1933), S. 634-643. Hier: S. 641.

72 Vgl. zur Institutionalisierung des Umweltschutzes Jamison: »The Shaping of the Global Environmental Agenda«.

an der Princeton University stattfindet.[73] Es soll die Debatte um den menschlichen Einfluss auf den Planeten anregen und die Distanz zwischen Naturwissenschaft, Sozialwissenschaft und Humanities überwinden. Auch in diesem prominenten Kontext wird das *environment* vor allem von Geowissenschaftlern und Biologen, aber auch von einigen wenigen Stadtplanern und Soziologen nicht nur als Bedingungsgefüge, sondern auch als Möglichkeitsraum diskutiert. Mit der Nutzung des Begriffs, die in den Beiträgen fast durchgängig im Singular geschieht, ist die Notwendigkeit des Schutzes verbunden, weil *environments* per se durch den Menschen bedroht seien. Der Band liest sich, wie Thomas Lekan vorgeführt hat, wie eine Vorausschau auf die gut zehn Jahre später die Öffentlichkeit bewegenden Debatten um den Schutz natürlicher Umgebungen: Die Texte warnen vor Ressourcenknappheit, Überbevölkerung und Artensterben.[74] Es fehlt jedoch weitestgehend die später Überhand nehmende Rhetorik der Dringlichkeit und der Bedrohung. Stattdessen können die Beiträge, wie Warde, Robin und Sörlin festhalten, im Übergang von einem konservatorischen Verständnis des *environments* hin zum *environmentalism* und den Imperativen des Managements verortet werden.[75]

Fast einhundert geladene Gäste aus der ganzen Welt – darunter eine Frau – diskutieren vor diesem Hintergrund die zwischen den Disziplinen Geographie und Anthropologie aufgespannte Leitfrage nach der Veränderung des *environments* durch den Menschen, die im Anschluss in zwei einflussreichen Bänden von je 500 Seiten vertieft wird. Die ganze Bandbreite der Rolle menschlicher Einflüsse auf das *environment*, vom Siedlungsbau und der Architektur über die Fischerei und die Müllentsorgung bis hin zur abstrakten Berechnung von Wachstumsgrenzen haben dort Platz. In seiner Einleitung betont der Anthropologe William L. Thomas, dass »the dichotomy of man and nature is […] an intellectual device and as such should not be confused with reality; no longer can man's physical-biological environment be treated, except in theory, as ›natural‹.«[76] Der Wandel, den der Begriff bis hierhin durchgemacht hat, wird an diesem Zitat deutlich: Der Mensch kann, selbst

73 Tim Ingold hat auf zwei Implikationen dieses Titels hingewiesen: erstens wird dem Menschen das Gesicht der Erde gegenübergestellt, anstatt ihn als Teil des *environments* zu begreifen, der diesem nicht äußerlich ist. Zweitens führe die Betonung der Rolle des Menschen dazu, die Erde als Objekt seiner Transformationen zu begreifen. Ingold macht damit deutlich, dass die Verfahren der Intervention etwa durch *environmental control* das *environment* stets von Außen betrachten und daher nicht berücksichtigen, dass sie selbst bereits Teil des Systems sind (vgl. Ingold, Tim (2000): *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London, Routledge. S. 215).

74 Vgl. Lekan, Thomas M.: »Fractal Eaarth. Visualizing the Global Environment in the Anthropocene«. In: *Environmental Humanities* 5/1 (2014), S. 171-201.

75 Warde/Robin/Sörlin (2018): *The Environment*. S. 25f.

76 Thomas, William L.: »Introductory«. In: ders./Sauer, Carl O./Bates, Marston et al. (Hg., 1956): *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago, University of Chicago Press, S. XXI-XXXVIII. Hier: S. XXXVII.

in seinem physikalisch-biologischen *environment*, nicht auf Seiten der Natur verortet werden. *Environments* sind immer schon gestaltet und damit künstlich. Die Beschäftigung mit ihnen unterläuft den Dualismus von Kultur und Natur.

Mumford ist auf der Tagung für das Panel »Techniques of Learning« verantwortlich und wirft in diesem Kontext eine Metaperspektive auf die Umsetzung der Ergebnisse. In den im Band enthaltenen Zusammenfassungen der Diskussionen wird von einer in diesem Panel ausgetragenen Auseinandersetzung um den Begriff *environment* berichtet, an deren Ende folgende Definition steht: »Men, groups of men, are tied together by techniques of production and of organization of space, and their view of the environment is conditioned by their organized system of techniques (in other words, their civilisation). Their view of the environment is, in large part, a subjective one. Thus each civilisation has its particular view of ecology.«[77] Hinterfragt wird in dieser Verhandlung darüber, wie sich das Verhältnis von Mensch und *environment* konzeptuell fassen lässt, ob es jemals ein natürliches *environment* für den Menschen gegeben habe. Zugleich wird die universelle Anwendbarkeit des Konzepts in den Beiträgen aus den unterschiedlichen Feldern durchgespielt. Das *environment* wird in diesem Kontext insofern zu einem Möglichkeitsraum, als seine Analyse immer mit der Möglichkeit der Gestaltung anderer Zukünfte einhergeht. Da ein *environment* als Bedingungsgefüge nur in der dyadischen Verschränktheit mit dem Umgebenen zu verstehen ist, hat jeder geplante Eingriff in ein *environment* über dieses hinausreichende Wirkungen und eröffnet somit, diesen Gedanken spielt Mumford in Varianten immer wieder durch, einen Raum der Möglichkeiten organischer Gestaltung.

Gut zehn Jahre nach diesem Kongress wird auf der Tagung *The Future Environments of North America* in Princeton – ebenfalls mit lediglich einer Frau unter den Vortragenden – die Lösung für die zehn Jahre zuvor konstatierten Herausforderungen im Management von Ressourcen verortet. Im Unterschied zur Tagung von 1955 wird nun die Verquickung des managerialen Impulses mit ökologischem Wissen deutlich, die Mitte der 1960er Jahre ihren Höhepunkt erreicht.[78] *Environmental control*, wie es auf der Tagung diskutiert wird, umfasst nicht nur das natürliche *environment*, sondern ebenso Prozesse der Urbanisierung und der Organisation. Der Begriff *environment* wird dabei weitaus häufiger und vor allem sowohl im Singular als auch im Plural verwendet.

77 Anonym: »Discussion: Techniques of Learning«. In: Thomas, William L./Sauer, Carl O./Bates, Marston et al. (Hg., 1956): *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago, University of Chicago Press, S. 944-958. Hier: S. 945.

78 Vgl. zum managerialen Impuls der Ingenieurswissenschaft Noble, David F. (1977): *America by Design. Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*. Oxford, Oxford University Press und Shenhav, Yehouda A. (2002): *Manufacturing Rationality. The Engineering Foundations of the Managerial Revolution*. Oxford, Oxford University Press.

In seinem Schlusswort betont Mumford, dass die von vielen Vortragenden anvisierten Verfahren, durch die Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten Szenarien der Zukunft zu entwerfen, mit der Projektion vergangener Entwicklungen mögliche Zukünfte versperren, die nicht aus der Vergangenheit folgen. Das unkontrollierbare Moment unvorhersehbarer Zukünfte verortet Mumford im Leben: »The result is that science in the strict sense doesn't really like to deal with organisms as living wholes and isn't at home in the world of the personality, the world of values and purposes and meanings. […] But the organism and its living environment have dropped out of the picture, since the organism can't be reduced to a tissue of measurable abstractions.«[79] Während der Begriff *environment* in seiner Stellungnahme von 1955 noch nicht vorkam, nimmt er nun eine zentrale Rolle in der Geschichte der Menschheit ein, um die es Mumford in seiner Arbeit geht: »The result [of the technological domination of the environment] will be the replacement of the natural and human habitat, which is extremely complex, with a simplified, uniform overcontrolled technological environment, in which only equally simplified and underdimensioned human beings will be capable of existing.«[80] Einen Ausweg sieht Mumford darin, zu klären, welche Bedürfnisse des Menschen in seinen technischen *environments* erfüllt und welche vernachlässigt werden.

Zugleich ist dieser Band auch ein Wegweiser für die zukünftige *environmental policy*, die angesichts der Ausgangshypothese der Endlichkeit aller Ressourcen an Dringlichkeit gewinnt. In seinem Beitrag »Administrative Possibilities for Environmental Control« beschreibt Lynton Caldwell, zu dieser Zeit Professor of Government an der University of Illinois und einer der Architekten des *National Environmental Policy Act*, wie die öffentliche Verwaltung angesichts der Zerstörung von Lebensräumen regulierend eingreifen und politisch handlungsfähig werden könne. Sein Text ist ein Plädoyer für die politische Umsetzung der von den versammelten Wissenschaftlern diskutierten Erkenntnisse. *Environmental administration* meint in diesem Sinne sowohl die intentionale Gestaltung des *environments* durch den Menschen als auch die Regelung menschlicher Auswirkungen auf das *environment*. Caldwell betont die Notwendigkeit einer Restrukturierung entsprechender Institutionen, um den Herausforderungen gerecht zu werden – also das, was das 1969 mit seiner Unterstützung erlassene Gesetz umsetzen wird. Auch in seinem zwei Jahre vor der Tagung erschienenen Text »Environment: A New Focus for Public Policy« wird *environment* nicht als unberührte Natur, sondern von vornherein als Effekt menschlicher Eingriffe beschrieben: »Environments manage men even as

79 Mumford, Lewis: »Closing Statement«. In: Darling, Frank Fraser/Milton, John P. (Hg., 1966): *Future Environments of North America. Transformation of a Continent*. New York, Natural History Press, S. 718-730. Hier: S. 721.

80 Ebd., S. 724.

men manage environments.«[81] Es ist eben dieses Verständnis des *environments* als Ressource und nicht als Inbegriff der Natur, das in Nixons Politik zum Ausdruck kommt.

Die westliche Zivilisation wird zu dieser Zeit in unterschiedlichen Kontexten als Motor der Zerstörung des Planeten angeprangert.[82] Das Spektrum der vertretenen Positionen ist breit, so dass eine kurze Auflistung der prominentesten Positionen genügen soll, die das *environment* in den Mittelpunkt stellen: das vom *Club of Rome* veröffentlichte, in dreißig Sprachen übersetzte Buch *The Limits of Growth*, das in seiner ökologischen Kritik der Ökonomie besagt, dass die Ressourcen auf der Erde endlich sind und um das Jahr 2050 kollabieren werden; die wirkmächtigen Bücher des Biologen Paul R. Ehrlich über die ›Populationsbombe‹ und Barry Commoners Bestseller *The Closing Circle*; Lynn Margulis' und James Lovelocks Gaia-Hypothese; die Bürgerrechtsbewegungen und der Ökofeminismus Nordamerikas, die in der *New Left* zusammenfinden; das Umfeld des 1968 erstmals erschienenen, vom Imaginären der Kybernetik geprägten *Whole Earth Catalog* sowie der in diesem Kontext geleistete Anschluss der Idee der Selbstorganisation an partizipative Vorstellungen von Gemeinschaft. Im Systemdenken wittern viele der genannten Akteure die Fragmente eines Holismus, dem sie sich zugewandt fühlen. Die Natur dürfe nicht länger der unhinterfragte Hintergrund unseres Handelns sein, sondern müsse vielmehr, so der Konsens trotz unterschiedlicher Details, ins Zentrum unserer aktiven Bestrebungen treten. Das systemorientierte Denken der Ökologie wird in diesem Kontext einflussreich, denn es verspricht die Prognostizierbarkeit zukünftiger Entwicklungen, die Integration gestaltender Eingriffe, die Nähe zu zeitgenössischen Technologien und die Möglichkeit von Ganzheitlichkeit.

Vor diesem Hintergrund findet am 22. April 1970 der erste, von den Friends of the Earth, einem internationalen Zusammenschluss von *environmental movements* initiierte und von der UNESCO für die ganze Welt ausgerufene *Earth Day* statt, an dem in den USA zehn Millionen Schulkinder Müll sammeln, Studenten zahlreicher Universitäten für den Schutz des *environments* demonstrieren, der Kongress

81 Caldwell, Lynton: »Environment. A New Focus for Public Policy?«. In: *Public Administration Review* 23/3 (1963), S. 132-139. Hier: S. 133. Zu Caldwells Rolle vgl. auch Warde/Robin/Sörlin (2018): *The Environment*. S. 18f. Bereits 1964 prägt Caldwell den Begriff *biopolitics* und versteht darunter ein »shorthand to suggest political effects to reconcile biological facts and popular values – notably ethical values – in the formulation of public policies.« (Caldwell, Lynton: »Biopolitics. Science, Ethics, and Public Policy«. In: *Yale Review* 54/1 (1964), S. 1-16. Hier: S. 3.) Die Aufgabe der Politik sei es, die Herausforderungen des Bevölkerungswachstums und des Schwindens von Ressourcen mit dem Wissen der Biologie zu verknüpfen. *Biopolitics* in Caldwells Sinn sind also genau das, was die *environmental policy* ab 1969 umsetzen wird.

82 Als zentralen Text vgl. etwa Merchant (1980): *The Death of Nature.* Vgl. für eine genauere Situierung des *environmentalism* Heise, Ursula K. (2008): *Sense of Place and Sense of Planet. The Environmental Imagination of the Global*. Oxford, Oxford University Press.

in Washington – auch gegen Widerstand aus dem Weißen Haus[83] – seine Arbeit niederlegt, damit die Abgeordneten in ihren Staaten mit den Bürgern diskutieren können, die Innenstädte von New York und Los Angeles autofrei bleiben und viele Gemeinden *teach-ins* veranstalten, auf denen über ökologische Zusammenhänge informiert wird.[84] Gefeiert wird die ökologische Imagination einer besseren Welt und die Erziehung der Öffentlichkeit, um dem Rest der Welt zu zeigen, wie sehr sich nicht nur in der Politik und der Gesetzgebung das amerikanische Verständnis für *environmental issues* geändert habe und zum globalen Vorbild werden sollte.[85]

Zur Vorbereitung des *Earth Day* veröffentlicht Garrett de Bell im Januar 1970 das *Environmental Handbook*, das bis zum 22. April vier Auflagen erreicht. Es enthält neben Beiträgen von unter anderem René Dubos, Paul Ehrlich, Kenneth Boulding und Lewis Mumford Anleitungen zu *teach-ins* und handelt alle umweltpolitisch relevanten Themen von Transport, Energie und Landwirtschaft bis hin zu Szenarien der Zukunft und Anleitungen zum zivilen Ungehorsam als ›eco-tactic‹ ab. Auf den letzten Seiten enthält der Band eine heraustrennbare Protestnote, die mit folgenden Forderungen an Präsident Nixon gesandt werden soll: »We insist that: You declare a ›state of environmental urgency‹ and proclaim a national policy of immediately stabilizing this nation's population as an example to the rest of the world.«[86]

Diese politische Markierung der Ökologie entkoppelt jedoch deren Ansprüche von jener radikalen Politik, die manchen Umweltbewegungen vorschwebt.[87] Der Historiker Samuel Hays hat wie bereits angedeutet argumentiert, dass dieses aufstrebende Interesse am *environment* Ausdruck des neuen Lebensstandards der nordamerikanischen Mittelklasse der Nachkriegszeit und daher inhärent mit der zu dieser Zeit stattfindenden Transformation des Konsums verbunden sei. In

83 Vgl. zur ambivalenten Einstellung der Regierung gegenüber dem *Earth Day* Flippen (2000): *Nixon and the Environment*. S. 10.

84 Vgl. Carter, Luther: »Earth Day. A Fresh Way of Perceiving the Environment«. In: *Science & Education* 168/3931 (1970), S. 558-559 sowie Egan, Michael (2007): *Barry Commoner and the Science of Survival*. Cambridge, MIT Press. S. 110.

85 1972 findet die erste United Nations Conference on the Human Environment in Stockholm statt, die als Vorläufer der Weltklimakonferenzen gesehen werden kann. Felicity Scott hat beschrieben, wie in diesem Kontext unter dem Motto ›Only One Earth‹ die geopolitischen Effekte der neuen Bedeutung des *environments* verhandelt werden. Die UN beginnt demnach in der Entwicklungspolitik, ein biopolitisches Paradigma zu etablieren: »The Stockholm conference established a paradigm of global, if distinctly asymmetrical environmental politics that remains, largely speaking, with us today, a biopolitical paradigm that extended certain states' interests in regulating the health and productivity of populations and in managing their natural resources and milieu into an expanded, worldwide domain.« Scott (2016): *Outlaw Territories*. S. 223.

86 Bell, Garrett de (Hg., 1970): *The Environmental Handbook. Prepared for the First National Environmental Teach-In*. New York, Ballantine. Hier: S. 360.

87 Vgl. die von Felicity Scott geschilderten Widersprüche, in denen die sozialen Bewegungen dieser Zeit gefangen sind: Scott (2016): *Outlaw Territories.*

diesem Rahmen wird ein hochwertiges *environment* selbst ein erstrebenswertes Gut und *environmental consciousness* zum Distinktionsmerkmal.[88] So wird einsichtig, wie die Sorge um das *environment* für eine gesellschaftliche Schicht zum Leitmotiv werden kann, deren Handlungen in weiten Teilen das Gegenteil von dem bewirken, was ihre Sorge lindern könnte. Der *National Environmental Policy Act* bildet die juristische und politische Grundlage für diese neue soziale Verankerung von *environmental protection* im beginnenden Neoliberalismus.[89] Besonders deutlich wird dies an der Entstehung sogenannter *ecosystem services*, die versuchen, durch die Berechnung von Einflussfaktoren den Wert beispielsweise von Bäumen in Innenstädten zu ermitteln und damit »a means of integrating the value of nature into the discourse of economics«[90] darstellen. Erstmals formuliert werden diese Prinzipien im Bericht einer interdisziplinaren, vom Massachusetts Institute of Technologie sowie zahlreichen staatlichen Insitutionen und Stiftungen finanzierten Studie zu *Critical Environmental Problems* von 1972. Einen Monat lang sind mehr als fünfzig Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aller Disziplinen versammelt, um *Man's Impact On The Global Environment* näher zu bestimmen und alle drängenden globalen Probleme zu identifizieren.[91] Schon der Untertitel benennt den managerialen Impuls: *Assessment and Recommendations for Action*. Bereiche wie Klimaveränderungen, Technologien, Pestizide oder Verschmutzungen werden in handhabbare Unterprobleme aufgelöst und jedes Problem mit einer Reihe von Empfehlungen bearbeitet. Das Vorgehen folgt stets dem gleichen Schema: Auf eine Evaluation folgt eine Risikoabschätzung, die zu einer Lösung führen soll.

Zwischen den Polen der Ökonomie und dem Schutz der Natur wird der Begriff *environment* zum Spielball auf dem nunmehr politisierten Feld ökologischer Positionen. Indem auf der einen Seite die akademische Ökologie dieser Zeit das *environment* als System fasst, das auch den menschlichen Beobachter einschließt, impliziert sie zugleich die Durchsetzung von Flexibilität, kontinuierlicher Anpassung und Regulation. Indem auf der anderen Seite die Umweltschutzbewegungen *environmental consciousness* und entsprechendes Verhalten fordern, sorgen sie für die Etablierung von Normen, an denen dieses Verhalten ausgerichtet wird. Diese

88 Vgl. Hays (1987): *Beauty, Health, and Permanence.* Vgl. auch Bocking (1997): *Ecologists and Environmental Politics.*

89 Für aktuelle Beispiele, wie ökologische Maßnahmen und *ecosystem services* an neoliberalen Prämissen orientiert werden, vgl. Robertson, Morgan M.: »The Neoliberalization of Ecosystem Services. Wetland Mitigation Banking and Problems in Environmental Governance«. In: *Geoforum* 35/3 (2004), S. 361-373.

90 Warde/Robin/Sörlin (2018): *The Environment*. S. 177.

91 Vgl. Study of Critical Environmental Problems (1972): *Man's Impact on the Global Environment. Assessment and Recommendations for Action*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology. Kurz zuvor erscheint der ebenfalls prominent besetzte Sammelband *Man's Impact on Environment*, der den Menschen als Ursache globaler Probleme identifiziert: Detwyler, Thomas (1971): *Man's Impact on Environment*. New York, McGraw-Hill.

Spannung prägt die Debatte um Umweltschutz und die entsprechenden Verhaltensweisen, die zu dieser Zeit geführt werden. Gerade in den USA erreicht diese Entwicklung eine enorme Wucht, weil sie den *Frontier*-Mythos des jederzeit möglichen Neuanfangs an einem selbstgewählten Ort hinterfragt, aber das Projekt der Selbstfindung in Auseinandersetzung mit der Natur fortsetzt und damit an ein mächtiges Verhaltensmodell der Erschließung und Nutzbarmachung des Landes anschließt.[92] Entsprechend ist *environment* als Kampfbegriff in diesen Diskursen virulent und erfüllt das Bedürfnis nach einer umfassenden oder ganzheitlichen Beschreibungssprache für nahezu beliebige Phänomene. Dieses Begehren nach Ökonomien der Nachhaltigkeit und einer Regulierung, die den Planeten zu retten verspricht, wird von den implizit in holistischer Tradition stehenden akademischen Ökologien erfüllt und von den Umweltschutzbewegungen und den aus ihnen entstehenden politischen Institutionen aufgenommen.

5.4 Design und *environment* I: Jean Baudrillard und die Zeichen der Umgebung

Dieser politisch-ökonomische Kontext und seine Ambivalenzen werden in Nordamerika und Europa zum Gegenstand intensiver Debatten um die Verantwortung des Menschen für sein Verhalten gegenüber dem *environment* – und die Möglichkeit, dieses Verhalten durch Design aktiv zum Besseren zu gestalten. Vom 14. bis 19. Juni 1970 findet in Aspen/Colorado die hochkarätig besetzte, von Sponsoren wie IBM, Coca Cola und Ford geförderte International Aspen Design Conference mit gut tausend Besucherinnen und Besuchern statt. Unter der Leitung von Eliot Noyes, seines Zeichens verantwortlicher Designer bei IBM und Direktor des Department of Industrial Design am Museum of Modern Art in New York, widmet sich die Tagung in diesem Jahr dem Thema *Environment by Design*.[93] Seit 1951 wird die Aspen Design Conference alljährlich zur Vertiefung der Zusammenarbeit zwischen Designern und Unternehmen abgehalten und von allen wichtigen Akteuren des Designs dieser Zeit besucht.

Während dieser Woche in Colorado brechen, wie die Designhistorikerin Alice Twemlow gezeigt hat, eine Reihe von Konflikten zwischen Künsten und Design

92 Vgl. zum Frontier-Mythos Turner, Frederick Jackson (1920): *The Frontier in American History*. New York, Holt and Company.

93 Die Konferenz des Jahres 1970 ist bereits Gegenstand zweier Studien, auf die sich die folgenden Ausführungen stützen: Scott, Felicity (2007): *Architecture or Techno-Utopia. Politics after Modernism*. Cambridge, MIT Press sowie Twemlow, Alice: »›I can't talk to you if you say that‹. An Ideological Collision at the International Design Conference at Aspen, 1970«. In: *Design and Culture* 1/1 (2009), S. 23-49.

auf der einen und den sozialen Bewegungen der *counterculture* und der *environmentalists* auf der anderen Seite auf. Sie betreffen vor allem das Verhältnis des Designs zu Ökologie und Ökonomie. Unter den Gästen sind zahlreiche neu gegründete *environmental action groups* vor allem aus Kalifornien, die, so Twemlow, unzufrieden mit dem gängigen Verständnis von Design als der Gestaltung von gutem Aussehen sowie praktischen Eigenschaften von Waren sind.[94] Sie fordern stattdessen, wie etwa das Architektenkollektiv *The Ant Farm*, die Auswirkungen von Gestaltungsprozessen auf die Gesellschaft und das *environment* zu bedenken.[95] Design soll, so die Forderung, eine moderierende Rolle übernehmen. Designer sollten sich ihrer Verantwortung für den Verbrauch von Ressourcen und das entsprechende Verhalten der Konsumenten bewusst werden. Diese emanzipatorische Funktion von Design ist mithin stark umstritten. Eine Reihe von politischen Deklarationen am Ende der Tagung ruft tiefe Gräben zwischen den TeilnehmerInnen hervor und erzwingt eine radikale Revision des bis dahin so erfolgreichen Tagungskonzepts. Aber auch wegen der politischen Fortschreibung der in den Jahren zuvor geführten Debatten um die steigende Bedeutung des *environments* – bereits 1962 wurde eine Tagung zu diesem Thema abgehalten, auf der sich aber keine so starken Differenzen zeigten –, kann die Veranstaltung in Aspen als Wegmarke für das nordamerikanische Verständnis von *environmental design* gelten.[96]

Während in der Politik unter dem Stichwort *environmental management* unterschiedliche Formen des *ecological engineerings*; der *ecosystem services* oder des *ecosystem managements* den Eingriff in natürliche Ökosysteme mit dem Ziel ihrer Bewahrung firmieren, bezeichnet das in Aspen verhandelte *environmental design* vor allem die Gestaltung von Produkten oder Architekturen. Das ebenfalls zu dieser Zeit entstehende *ecological design* definieren Sim van der Ryn, der an der Aspen-Konferenz teilnimmt und in Berkeley das College of Environmental Design aufbaut, und Stewart Cowan 1996 rückblickend als »any form of design that minimizes environmentally destructive impacts by integrating itself with living processes«[97] Die Begriffe sind jedoch so vage, dass *design*, *management* und *engineering* nicht streng voneinander abgegrenzt werden können. Bezeichnenderweise bleibt

94 Vgl. ausführlicher ebd.

95 Vgl. zur Rolle von *The Ant Farm* Scott (2007): *Architecture or Techno-Utopia*. S. 232.

96 Zum Stand der Debatten innerhalb der Designwissenschaften dieser Zeit vgl. die Beiträge der am MIT gegründeten *Design Methods Group* in Moore, Gary T. (Hg., 1968): *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. Cambridge, MIT Press.

97 van der Ryn, Sim/Cowan, Stewart (1996): *Ecological Design*. Washington, Island Press. S. 18. Ebenfalls in den 1960er Jahren entstanden, reagiert ecological design, wie Lydia Kallipoliti gezeigt hat, auf die Krisen dieser Zeit und schlägt alternative Wege vor (vgl. Kallipoliti, Lydia: »Closed Worlds. The Rise and Fall of Dirty Physiology«. In: *Architectural Theory Review* 20/1 (2015), S. 67-90).

weitestgehend unklar, welche konkreten Maßnahmen ›environment by design‹ umfassen soll. Design bezieht sich in diesem Kontext einerseits auf die Gestaltung von Objekten, andererseits aber auch auf die Gestaltung der Umgebungen von Objekten. Entsprechend dient das Konzept unterschiedlichen Interessen und wird gerade in seiner vagen Offenheit zur Begründung verschiedener Positionen angeführt. Die Idee eines *environmental design* als Gestaltung von Umgebungen involviert einerseits das konservatorische Moment des Umweltschutzes etwa durch schonenden Ressourcenverbrauch und begründet andererseits die Möglichkeit des Eingriffs auf der Grundlage systemtheoretischer bzw. kybernetischer Evaluationen.

Die Tagung stellt sich entsprechend folgendes Motto: »We must bridge the gap between man's promises and his performance, between words and actions, between becoming and being.«[98] Das Programm verbindet *environmentalism* mit Designforschung und setzt dies in den Horizont eines Abgleichs von Verhalten und Versprechen. Während das nordamerikanische Design dieser Zeit durch die Gestaltung des *environments* eine bessere Welt in Aussicht stellt, mangelt es noch an praktischer Umsetzung dieser Welt durch Designer. Ideen des *recycling* und des *reuse* werden daher in Aspen ebenso diskutiert wie die Begeisterung für den Computer und natürlich die Umweltzerstörung. All dies wird in eine zeitgemäße Mischung aus *Do-it-yourself*, Hippietum und Kybernetik integriert, die in den Jahren zuvor im *Whole Earth Catalog* Ausdruck gefunden hatte.[99] Am Ende der Tagung wird auf Bestreben der Studierenden eine überaus umstrittene Resolution verabschiedet, die nicht nur die sofortige Beendigung des Vietnam-Kriegs fordert, sondern auch eine Restrukturierung des urbanen Raums: kleinere, ländliche Siedlungen, die auf wissenschaftlichem und bewahrendem Management der lokalen Ressourcen anstatt auf industrieller Ausbeutung beruhen.[100] Pädagogik, Forschung und Politik sollen für diesen Ausgleich mit dem *environment* eng verbunden werden, für den das Auto weiterhin das zentrale Entwicklungsglied darstellt. Eine bessere Welt, so die Hoffnung der Aktivisten und Aktivistinnen, sei nur durch ein dem *environment* angemessenes Verhalten möglich. Den Weg dazu aufzuzeigen oder sanft zu erzwingen sehen sie als Aufgabe von Designern, Stadtplanern und Architekten. Die

98 Der Künstler Martin Beck hat die Aspen Design Conference 2012 zum Gegenstand einer Installation gemacht, die viele der hier beschriebenen Prozesse aufgreift (vgl. Beck, Martin: »Panel 2. ›Nothing Better than a Touch of Ecology and Catastrophe to Unite the Social Classes…‹«. In: ders. (Hg., 2012): *The Aspen Complex*. Berlin, Sternberg Press, S. 8-29).

99 Vgl. zum historischen Kontext des *Whole Earth Catalog* Turner, Fred (2006): *From Counterculture to Cyberculture. Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism*. Chicago, University of Chicago Press sowie Bryant, William (2006): *Whole System, Whole Earth. The Convergence of Technology and Ecology in Twentieth-Century American Culture*. Dissertation, University of Iowa.

100 Die Resolution ist abgedruckt in Beck: »Panel 2«. S. 95f.

Bedeutung des Begriffs *environment* changiert entsprechend zwischen dem gegebenen Hintergrund der Natur und der gestalteten Lebenswelt.

Doch es gibt eine auch heute noch beachtenswerte Gegenstimme, die auf die bereits erwähnten Aporien dieses *environmentalisms* und seine Verschränkung mit dem in Aspen diskutierten Design sowie auf seine Verbindung zu *environmental policy* Nixons hinweist. Wie üblich wird, gesponsert von IBM, eine ausländische Delegation zur Konferenz eingeladen, in diesem Fall eine Gruppe von dreizehn Designern und Theoretikern aus Frankreich. Sie umfasst Teile der linken Bewegung *Utopie*, die von 1967 bis 1978 mit einer gleichnamigen Zeitschrift in Architektur und Stadtplanung interveniert.[101] Noch tief in den Auswirkungen des Mai '68 verankert, fühlt sich die Delegation in Aspen an den Ort ihrer eigenen Widersprüche katapultiert. Doch man will sich nicht zu Komplizen machen lassen. Am Ende der Konferenz wird ein *Statement by the French Group* verlesen, verfasst von Jean Baudrillard, dessen erstes Buch *Le Système des objets* zwei Jahre zuvor erschienen war.

Gleich zu Beginn meldet Baudrillard Zweifel an der in Aspen deklarierten universellen Bedeutung des *environments* an: »In France, the environment issue is a fall-out of May, 1968; more precisely a fall-out of the failure of the May revolutions.«[102] Das Statement versucht anzusprechen, was auf der Konferenz Baudrillard zufolge ausgespart wurde: die sozialen und ökonomischen Bedingungen der Umweltzerstörung, die Involviertheit der Designtheorie in das kapitalistische System und die Mythologie der Ökologie. So wird deutlich, dass die Tagung in einem Widerspruch gefangen bleibt, der vor Ort nicht thematisiert wird: Design wird zugleich die emanzipative Rolle zugesprochen, das Verhalten von Menschen zum Besseren zu verändern, als auch die repressive Rolle, für die missliche Lage der Konsumkultur verantwortlich zu sein. Die Rede vom *environment* ist daher, so Baudrillard, Ausdruck einer Krise, aber nicht im Sinne einer Konsequenz bedrohlicher ökologischer Entwicklungen, sondern im Sinne eines Symptoms der vorherrschenden Ideologie, die eben solche Widersprüche verdecke. Mit der Trumpfkarte der Apokalypse versuche diese Ideologie, ihre politische Macht so zu restrukturieren, dass sie auch unter neuen Bedingungen vorherrschen könne. Ökologische Debatten würden genutzt, um schwelende Klassenkonflikte zu verdecken und stattdessen – wie etwa Nixon in seiner bereits zitierten *State of the Union*-Rede – zu einer politischen Einheit aufzurufen, die de facto nicht existiere. »Once again, this holy

101 Zu der nach Aspen geladenen Gruppe gehören Jean Aubert, Francois Barre, Jean Baudrillard, Claude Braunstein, Françoise Braunstein, Gilles de Bure, Christine Duparc, A. Ficher, Odile Hanappe, Lionel Schein, Nicole Tallon und Roger Tallon (vgl. Scott (2007): *Architecture or Techno-Utopia*. S. 320).

102 Baudrillard, Jean: »The Environmental Witch-Hunt. Statement by the French Group«. In: Banham, Reyner (Hg., 1974): *The Aspen Papers. Twenty Years of Design Theory from the International Design Conference in Aspen*. New York, Praeger, S. 208-210. Hier: S. 208.

union created in the name of environment is nothing but the holy union of the ruling classes of the rich nations.«[103]

Der Kampf für das *environment* vereine nicht die Menschheit, sondern die herrschenden Klassen der reichen Länder. Baudrillard kritisiert, dass die Rede von der individuellen Verantwortung, die aus der Involviertheit eines jeden in die umgebenden Ökosysteme resultiert, verdeckt, dass die zu Recht konstatierten Probleme Effekte der dominanten Produktionsweise sind. Wenn also Individuen angehalten werden, sich *environmentally friendly* zu verhalten, so würde die Lösung für die falsche Produktionsweise im Verhalten des Individuums und nicht im kapitalistischen System verortet, das diese Subjektpositionen hervorgebracht habe. Indem im Namen des *environments* die Menschheit selbst zum Feind des Planeten erklärt wird, könne das kollektive schlechte Gewissen zur Waffe im Klassenkampf werden. Die kapitalistische Strategie besteht aus dieser Sicht darin, das Individuum für die Krise verantwortlich zu machen und ihm zugleich die Aufgabe ihrer Lösung zu übertragen.[104]

Environmentalism erscheint in Baudrillards Darstellung als eine von der politischen Klasse im Namen einer vereinten Menschheit geförderte Verschiebung der Kampfzone von Straßen in Wälder und damit weg von den Brennpunkten. Statt soziale Konflikte in ihrer gesellschaftlichen Tiefe zu überwinden, würden die Umweltschutzbewegungen politisch unbedarft den »boy scout idealism«[105] einer Naturverbundenheit zur Schau stellen, der alle Probleme lösen solle, aber in Wirklichkeit nur von ihnen ablenke. »In the mystique of environment, this blackmail toward apocalypse and toward a mythic enemy who is in us and all around tends to create a false interdependence among individuals. Nothing better than a touch of ecology and catastrophe to unite the social classes, except perhaps a witch hunt (the mystique of antipollution being nothing but a variation of it).«[106]

In dieser stabilisierenden, reaktionären Funktion im Dienste des Kapitals innerhalb der zerfallenden Gesellschaft ähnelt, so Baudrillard, der *environmentalism* sogar dem Krieg: Beide nutzen den Horizont einer permanenten Apokalypse, um den Status Quo zu rechtfertigen. »This enemy that each of us is invited to hunt and destroy is all that pollutes social order and production order.«[107] Ohne direkten Bezug auf Nixon hört man doch dessen Stimme im Hintergrund. In ätzenden Worten fasst Baudrillard zusammen, dass Veranstaltungen wie die in Aspen mit ihren Feinden kollaborierten: »Aspen is the Disneyland of environment and design.

103 Ebd., S. 209.

104 Vgl. Baudrillard, Jean: »Warum Ökologie? Eine Diskussion zwischen *Liberation*, Brice Lalonde, Dominique Simonnet, Laurent Samuel und Jean Baudrillard«. In: ders. (1978): *Kool Killer oder Der Aufstand der Zeichen*. Berlin, Merve, S. 119-127. Hier: S. 123.

105 Baudrillard: »The Environmental Witch-Hunt«. S. 209.

106 Ebd.

107 Ebd.

[…] But the real problem is far beyond Aspen – it is the entire theory of design and environment itself, which constitutes a generalized Utopia, a Utopia produced by a capitalist system that assumes the appearance of a second nature in order to survive and perpetuate itself under the pretext of nature.«[108] Eine noch drastischere Erklärung für den Siegeszug der Ökologie findet Baudrillard 1978 in einem Interview mit der französischen Zeitschrift *Liberation*: »Das ökonomische System fällt auf die Fresse und deshalb erfindet man die Ökologie.«[109]

Auch wenn der Aufruf der französischen Delegation am Ende der Konferenz verhallt, vertieft Baudrillard seine Überlegungen. Anlässlich der geplanten Gründung einer neuartigen Universität für Design findet 1972 das Symposium *Institutions for a Post-Technological Society* am Museum of Modern Art in New York statt, das zunächst unter dem Titel *The Future of the Man-Made Environment* geplant wurde.[110] Unter der Überschrift »Design and Environment: Or, the Inflationary Curve of Political Ecology« erläutert Baudrillards Vortrag das moderne Verhältnis des Menschen zum *environment* auf der Grundlage der Semiotik und aktualisiert zugleich die marxistische Kritik an der politischen Ökonomie im Hinblick auf die Rolle von Design. Seit dem Bauhaus würden, so Baudrillards Ausgangspunkt, Objekte von Gestaltern vornehmlich anhand ihrer Funktion und damit als Zeichen und nicht als Waren verstanden. Beginnend mit dem Bauhaus und in direkter Linie bis zum US-Design, wie es auf der Aspen Design Conference verhandelt wird, verfolgt Baudrillard nach, wie ausschließlich der Gebrauchswert der produzierten Objekte zum Kriterium der Wertschöpfung gemacht wird. Die Ideologie des Designs besteht, so Baudrillards Schlussfolgerung, in der Annahme, die Kreativität des Designers verhelfe der Menschheit zu mehr Freiheit, während sie tatsächlich die bestehenden Produktionsverhältnisse verstärke und dabei der Designer selbst ausgebeutet werde, ohne es zu merken. Fatal daran sei die Blindheit dafür, dass diese Produktion durch Design ein Austauschsystem etabliere, das wiederum keinen anderen Zweck als den der Kapitalakkumulation habe. Es diene keineswegs der dem Design zugesprochenen Befriedigung der Grundbedürfnisse aller Menschen.

Design, so kann man Baudrillards Überlegungen auf die Situation von 1970 beziehen, erweitert den Tauschwert des Zeichens auf alle Ebenen der Kultur, indem es seine Objekte durch den Funktionalismus aus ihrer Gebundenheit in den Alltag des Gebrauchs löst. Gegenstand von Design sind demnach nicht die Objekte, sondern die Kommunikation, zu der diese Objekte dienen. Vergessen werde dabei, dass im Rahmen dieser historischen Entwicklung Zeichen Teil des Kreislaufs der

108 Ebd., S. 210.

109 Baudrillard: »Warum Ökologie?«. S. 119.

110 Vgl. zum Kontext dieser Tagung Scott (2007): *Architecture or Techno-Utopia*. S. 90ff sowie die Beiträge in Ambasz, Emilio (Hg., 2006): *The Universitas Project. Solutions for a Post-Technological Society*. New York, Museum of Modern Art.

Politischen Ökonomie sind, weil sie sich von ihren Referenten lösen. Der Wandel, den Baudrillard beschreibt, besteht darin, dass nicht mehr Waren, sondern Information, also designte Botschaften zirkulieren.

Diesen theoretischen Rahmen seiner Semiotik wendet Baudrillard auf die Debatten des *environmentalism* an. Wenn Design, wie in Aspen, zur Sache eines neuen globalen Humanismus der Ökologie erklärt wird, erscheine die zum Gegenstand von Design gemachte Natur als »network of messages and of signs, and its laws are those of communications.«[111] Da *environmental design* nicht mehr nur Objekte gestaltet, sondern Umgebungen, verändert sich im Zuge dieser Entwicklungen auch das Konzept der Natur hin zur »universal semantization of the environment, with everything judged on the basis of its function and meaning.«[112] Natur werde gemäß des Mottos der Konferenz in ein *environment by design* transformiert, in eine vom Menschen abgelöste, objektivierte Natur, die nur noch in der Zirkulation von Zeichen besteht. Design erscheint so als Produktion von Kommunikation, also von Informationszirkulation. Aus dieser Perspektive gehören der Aufstieg des Designs und der des *environments* als ökologischem wie ökonomischem Gegenstand untrennbar zusammen, weil sie die gleiche semiotische Funktion erfüllen. An die Stelle der Natur als zu beherrschender Produktivkraft trete in der Mitte des 20. Jahrhunderts das *environment* als zu beherrschendes Reich der Zeichen und der Zirkulation von Geld wie von Bedeutung.

Diesen Prozess der Ersetzung von Natur durch *environment* beschreibt Baudrillard als Teil der die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts prägenden Verfallslogik des Signifikaten, die seitdem zentrales Thema seiner Arbeiten ist. Das resultierende »end of a world we were in touch with«[113] geht für Baudrillard mit dem Tod des großen Referenten Natur einher, der die Zirkulation kultureller Zeichen zusammengehalten habe: »The Great Signified, the Great Referent Nature is dead, and what takes its place is the environment, which points out both nature's death and its reconstitution as a simulation model (reconstitution, as of a pre-hashed beefsteak).«[114] Im Konzept des *environments*, das an diese Stelle trete, sei entsprechend durch die basale Zirkulation von Zeichen alle Referenz gelöscht, wenn nicht die Zirkulation gar selbst zur Referenz werde.

111 Baudrillard: »The Environmental Witch-Hunt«. S. 62.

112 Baudrillard, Jean: »Design and Environment. Or, The Inflationary Curve of Political Economy [1972]«. In: Ambasz, Emilio (Hg., 2006): *The Universitas Project. Solutions for a Post-Technological Society*. New York, Museum of Modern Art, S. 50-66. Hier: S. 50. Vgl. zu Baudrillards Verständnis von Design auch Busbea, Larry: »Metadesign. Object and Environment in France, c. 1970«. In: *Design Issues* 25/4 (2009), S. 103-119.

113 Baudrillard: »Design and Environment«. S. 63.

114 Ebd.

Natur werde nunmehr als *environment*, wie Jonathan Beever anhand von Baudrillards weiteren Arbeiten gezeigt hat, als Simulakrum simuliert.[115] Beendet ist mit dem von Baudrillard beschriebenen freien Flottieren der Zeichen die Unmittelbarkeit der Verbundenheit mit der Natur »as vital and as ideal reference«[116], denn *environment* sei das, wovon man getrennt ist und was deshalb zum Zeichen werden könne: »It is this schism, this relationship fundamentally broken and dissociated between man and his environment, just as social relations are, which, whether design likes it or not, is the cause and the *place* of design. […] Upon reflection, the philosophy of design, reverberating through all environmental theory, is at the heart *a doctrine of participation and of public relations extended to all of nature*.«[117] Wenn innerhalb ökologischer Debatten, wie etwa in Aspen, von einem *environmental design* die Rede ist, bedeutet das, so kann man Baudrillard verstehen, nichts anderes, als dass die »*doctrine of participation and public relations*«[118] auf die Natur selbst angewandt wird. Wenn in diesem Sinn das *environment* als Verhältnis von Zeichen durch Design manipulierbar ist, gilt dies ebenso für den Menschen, der in ihm lebt. Nixon aufnehmend schreibt Baudrillard: »If nature, air, water, after having been simple productive forces, become rare goods and enter the field of value, it is because men themselves enter a bit more deeply into the field of political economy.«[119] *Environmental design* ist demnach eine Ausweitung der politischen Ökonomie und ihrer Produktionsverhältnisse einer »rational hyperproductivity«[120] auf die Natur. In der Konsequenz wird, ganz in Nixons Sinne, Natur als *environment* zur tauschbaren Ware. Baudrillards Attacke gilt entsprechend auch einer Ökologie, die Rachel Carson folgend lediglich für einen verantwortungsvolleren Umgang mit Ressourcen plädiert, anstatt die politische Ökonomie zu verändern, in der aus dem *environment* eine Ressource wird.

Baudrillards Hauptthese, dass um 1970 eine Schwelle erreicht ist, an der Zeichen nur noch auf Zeichen verweisen und ihre Zirkulation keine Hindernisse mehr kennt, ist auch das Signum eines weiteren Ereignisses der frühen 1970er Jahre, auf das der Text anspielt: Am 15. August 1971 hebt Nixon zunächst temporär, ab 1973 dann endgültig die Bindung des Dollars an Goldreserven auf und löst damit das Geld als Signifikant vom Gold als Signifikaten. Diese Entscheidung besiegelt das Ende des Abkommens von Bretton Woods, das die internationale Währungsordnung auf die Ankerwährung des Dollars festlegte, der wiederum durch Goldre-

115 Vgl. Beever, Jonathan: »Baudrillard's Simulated Ecology«. In: *Sign Systems Studies* 41/1 (2013), S. 82-92. Hier: S. 85.
116 Baudrillard: »Design and Environment«. S. 63.
117 Ebd., Hervorhebung im Original.
118 Ebd., Hervorhebung im Original.
119 Ebd., S. 64.
120 Ebd., S. 63.

serven gesichert war.[121] Indem Geld durch die »Auflösung von Wertreferenten«[122] nicht mehr an Gold gebunden ist, kann es – wie das von der Natur gelöste *environment*, so könnte man ergänzen – selbst zum Gegenstand von Spekulation werden. In der Folge führen schwankende Wechselkurse und strukturelle Volatilität zu einer neuen Bedeutung des Unvorhersehbaren in der Ökonomie. Im Zuge dieser historischen Entwicklung werden Ökonomie und Ökologie zu Objekten des Managements, wie Melinda Cooper unterstrichen hat: »When the convertibility of the dollar against gold was replaced by floating exchange rates, the unpredictable was, of necessity, factored into the calculus of world economic futures. Henceforth, turbulence could not be prevented, it could only be managed.«[123] Folgerichtig erscheint *environment* als notwendige Einhegung der Unvorhersagbarkeit der Natur und *environmental design* als ein Instrument zu ihrer Wahrscheinlichmachung.

Antonio Negri und Michael Hardt folgend kann man davon sprechen, dass die ökologische Krise dieser Zeit und das mit ihr einhergehende Bewusstsein für die Endlichkeit natürlicher Ressourcen, also die Notwendigkeit einer Begrenzung ihrer Ausbeutung, mit der Loslösung der Zirkulation von Signifikanten – Zeichen, Zahlen und Geld – von den Signifikaten – Bedeutung, Natur und Gold – konvergieren. Diese Bewegung mündet in jenes von Baudrillard beschriebene freie Flottieren der Signifikanten, das Reinhold Martin in folgenden Worten zusammenfasst: »When there is nothing left to consume, capital consumes itself.«[124] Diese ökonomische Auflösung »of the *world* as the real warranty of the sign«[125] spiegelt sich in der Ökologie in der Ersetzung der Natur durch das *environment* und in der Ökonomie in der Dominanz der Spekulation. Wie der Goldstandard habe Natur als objektiver Referent fungiert, der kulturelle Signifikationsprozesse zusammengehalten habe. Die Auflösung des Gold- wie des Naturreferenten – beide unter der Ägide Nixons zur politischen Realität geworden – macht Baudrillard zufolge Platz für ein referenzloses System der Zirkulation, welches einerseits, so kann man retrospektiv ergänzen, in die jüngste Finanzkrise geführt und andererseits Umweltschutz zum kapitalistischen Projekt nachhaltigen Wachstums gemacht hat.

Man mag Baudrillards Abrechnung mit den Motiven des Umweltschutzes für ihre Abstraktion von den konkreten Herausforderungen des Klimawandels kritisieren, wie etwa seine Gesprächspartner im erwähnten Interview mit *Liberation*.[126] Die

121 Vgl. Acheson, A. L. K./Chant, J. F./Prachowny, M. F. J. (Hg., 1972): *Bretton Woods Revisited. Evaluations of the International Monetary Fund and the International Bank for Recontruction and Development*. Toronto, University of Toronto Press

122 Vogl, Joseph (2016): *Das Gespenst des Kapitals*. Berlin, Diaphanes. S. 87.

123 Cooper: »Turbulent Worlds«. S. 167.

124 Martin, Reinhold (2010): *Utopia's Ghost. Architecture and Postmodernism, Again*. Minneapolis, University of Minnesota Press. S. 67.

125 Baudrillard: »Design and Environment«. S. 64.

126 Vgl. Baudrillard: »Warum Ökologie?«. S. 122.

Alternativlosigkeit seiner Darstellung lässt kaum Handlungsperspektiven. Baudrillards Argumentation macht dennoch deutlich, dass die Rede vom *environment* mit jenen ökonomischen Praktiken zusammenhängt oder vielleicht sogar ihr Effekt ist, die Umgebungen als modifizierbare, zu gestaltende Objekte ansehen. Das Motto *Environment by design* steht in diesem Sinne für eine Ausweitung der kapitalistischen Produktionsweise. Der Unterschied zwischen natürlichen und artifiziellen *environments* ist getilgt. Wenn Nixon in seinem Maßnahmenkatalog, so das Argument Reinhold Martins, die Behörden dazu aufruft, nicht nur naturwissenschaftliche und soziologische Ansätze zu beachten, sondern laut Gesetz ebenso »environmental design arts in planning and decision-making«[127] zu konsultieren, dann trifft diese Anordnung, wie Martin zeigt, in Design, Architektur und Stadtplanung auf ein bestelltes Feld.

5.5 *Environmental Bubbles*

Das letzte Panel der Aspen Design Conference, in dem sowohl die studentische Deklaration als auch das Statement der Franzosen verlesen werden, wird vom britischen Architekturtheoretiker Reyner Banham geleitet, der zu den Stammgästen der Konferenz zählt. Retrospektiv unterscheidet Banham 1974 in einem von ihm herausgegebenen Sammelband mit Texten aus den ersten zwanzig Jahren der Konferenz zwei Gruppen innerhalb der Gäste der Konferenz dieses Jahres: jene, die versuchten, Änderungen innerhalb des bestehenden Systems zu erreichen, und jene, die das System selbst ablehnten.[128] Welches seine eigene Position ist, wird jedoch nicht deutlich – vielmehr scheint sich Banham als Beobachter einer historischen Konstellation zu sehen, in welcher der auch für seine Arbeit zentrale Begriff *environment* verhandelt wird.

Banhams Veröffentlichungen dieser Zeit sind Zeugnisse davon, wie der Begriff in die Architekturtheorie wandert und als *environmental design* neue Bedeutung gewinnt. In den weniger traditionsbewussten Teilen der Architekturtheorie liegt seit den 1960er Jahren eine Hinwendung zu einem neuen Umgebungsdenken nahe, die Banham zu beschreiben versucht.[129] Sein Einspruch richtet sich gegen die Archi-

127 United States (1969): *National Environmental Policy Act.*

128 Banham, Reyner (Hg., 1974): *The Aspen Papers. Twenty Years of Design Theory from the International Design Conference in Aspen.* New York, Praeger. S. 205.

129 Zur architekturtheoretischen Beschäftigung mit *environments* vgl. auch Ponte, Alessandra (2012): *House of Light and Entropy*. London, Architectural Association; Martin (2005): *The Organizational Complex;* Scott (2007): *Architecture or Techno-Utopia*; Anker, Peder: »The Closed World of Ecological Architecture«. In: *The Journal of Architecture* 10/5 (2005), S. 527-552. Laurent Stalder hat die architektonischen Mittel dargestellt, mit denen die Konstruktion von Gebäuden diese Vorgaben umsetzt: die Umwandlung starrer Wände in offene Umgrenzungen, Glasar-

tekturtheorie seiner Zeit und lautet, dass gerade die *environmental technologies* wie Beleuchtung, Elektrizität oder Klimatisierung die Entstehung moderner Stile und Ästhetiken bedingen. Damit liefert er avancierten architektonischen Versuchen einer Neubestimmung dessen, was Wohnen heißt, ein Vokabular.[130] Der Weg dorthin führt über eine Auseinandersetzung mit technischen Infrastrukturen, deren Gestaltung von Umgebungen Banham untersuchen möchte. Unter architektonischen *environments* versteht er, wie gezeigt werden soll, nicht nur gebaute Räume, die Innenräume vom Außen abtrennen, sondern darüber hinaus die Aufbereitung dieser Räume in lebenswerte Umgebungen durch »environmental technologies«[131] wie Klimaanlagen, elektrisches Licht oder neuartige Baumaterialien wie Plastikfolien und Glasfronten. Architektur ist in diesem Sinne nicht nur ein Hilfsmittel im Kampf gegen das widrige *environment* der Außenwelt, sondern stellt selbst *environments* her. Banham denkt diese zwar vom Organismus und seinem Bedürfnis nach einem Heim her. Sie sind aber nicht auf natürliche, nicht-technische Lebensräume beschränkt. Eine an der Gestaltung solcher *environments* ausgerichtete Architektur soll entsprechend bei den zugrundeliegenden Infrastrukturen ansetzen, die Banham seit seiner Dissertation *Theory and Design in the First Machine Age* von 1960, vor allem aber in *The Architecture of the Well-Tempered Environment* von 1969 untersucht.

Banhams Beschäftigung mit Fragen des *environments* ist eine Antwort auf den in *Theory and Design in the First Machine Age* formulierten Auftrag an Architekten, Antworten auf die technologischen Herausforderungen seit dem Beginn der Industrialisierung zu finden. Das Ziel dieser Anstrengungen ist es, »a body of theory proper to our own Machine Age«[132] zu entwickeln. In unterschiedlichen Ausprägungen strebt Banham sein Leben lang, bis hin zur Beschäftigung mit brutalistischen *megastructures* wie dem Centre Pompidou in den 1970er Jahren[133], nach einer Integration von Technik und Architektur, in der erstere nicht die Funktionen letzterer determiniert und letztere nicht von den Möglichkeiten ersterer losgelöst existiert. Sein Werk liefert mit seiner ungebrochenen Fortschrittsgläubigkeit und seinem tief im Humanismus verankerten Modernismus eine Geschichte und Theorie der Architektur als Infrastruktur, der Infrastruktur als *environment* und des *environments* als Architektur. Es antwortet einerseits auf die ökologischen Herausforderungen seiner Zeit – ohne jedoch die damit einhergehenden politischen Fragen zu stellen –

chitekturen, Sonnen-, Temperatur- und Lärmschutz. Vgl. Stalder, Laurent: »Air, Light and Air-Conditioning«. In: *Grey Room* 40/Summer (2010), S. 84-99.

130 Für Beispiele dieses Wohnens vgl. Baird, George (2001): *The Architectural Expression of Environmental Control Systems*. London, Spon Press.

131 Etwa Banham (1969): *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. S. 29.

132 Banham, Reyner (1960): *Theory and Design in the First Machine Age*. New York, Praeger. S. 12.

133 Vgl. Banham, Reyner (1976): *Megastructure*. London, Thames and Hudson und Banham, Reyner (1986): *A Concrete Atlantis. U.S. Industrial Building and European Modern Architecture, 1900-1925*. Cambridge, MIT Press.

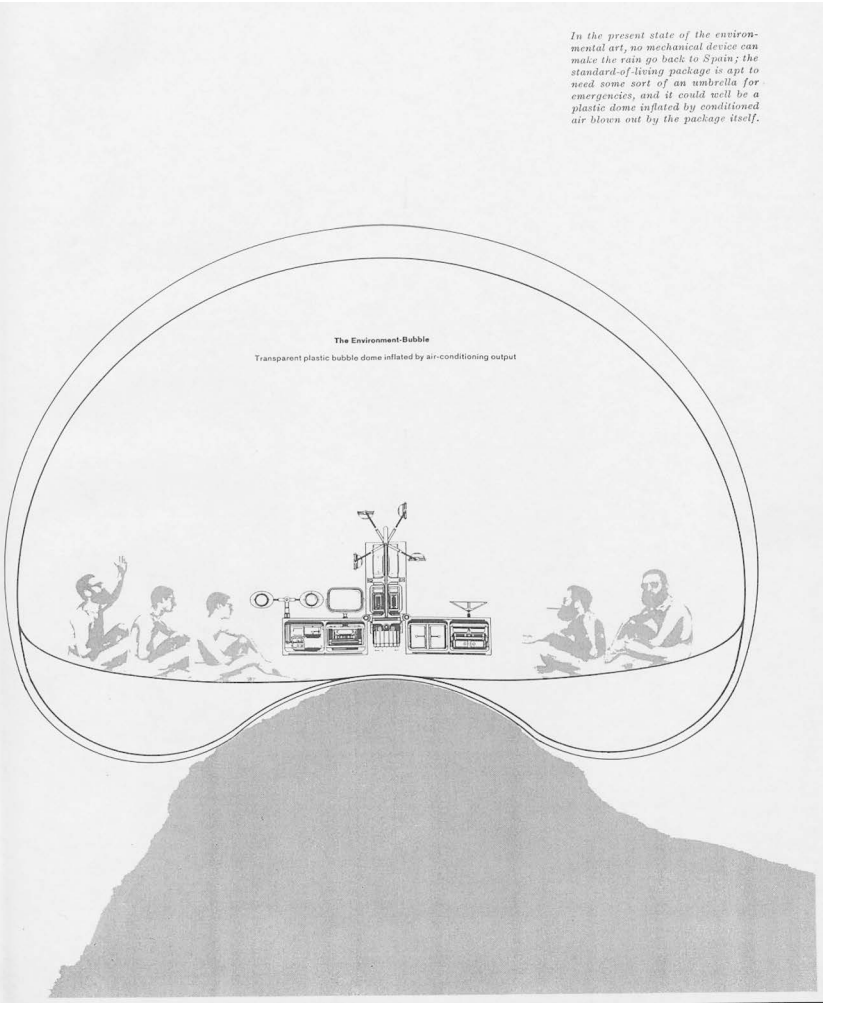
und geht andererseits von der Annahme einer Modifizierbarkeit von *environments* aus, wie sie zu diesem Zeitpunkt sowohl konzeptuell fassbar als auch technisch möglich wird. Technik ist für Banham zutiefst in die Existenz des Menschen eingelassen, darin originär wie historisch und erfordert seit der Industrialisierung, Architektur konzeptuell wie pragmatisch neu zu definieren – als »environmental control«[134].

Besonders deutlich werden diese Überlegungen an einer ikonisch gewordenen Abbildung aus Banhams 1965 veröffentlichtem Aufsatz »A House is not a Home«. Zu sehen ist eine Schnittzeichnung durch ein blob-artiges Gebilde, im Inneren grau unterlegt, von einer Art Membran vom Außen getrennt. Im Inneren sitzen fünf nackte Männer mit Sonnenbrillen im Schneidersitz – dreimal Banham und zweimal der Graphiker und Architekt François Dallegret, welcher sich selbst in das von ihm angefertigte Bild fügt. In der oberen Hälfte steht »The Environment-Bubble. Transparent Plastic Bubble Dome inflated by Air-Conditioning Output«. Flexibel wölbt sich dieses Gehäuse über einen Felsvorsprung. Die transparente Oberfläche gibt den Blick ins Innere frei und schließt es zugleich, wie der Text erläutert, luftdicht vom Außen ab. Temperaturunterschiede, Geräusche und Licht durchdringen die Hülle. Es sind keine tragenden architektonischen Elemente zu sehen – die elastische Plastikfolie scheint allein durch den Luftdruck der integrierten Klimaanlage gehalten zu werden.[135] Wo oben und wo unten ist, hängt von der Orientierung der Blase im Außen ab. In der Mitte, am Ort des Lagerfeuers, steht eine eigentümliche technische Apparatur, laut der *Anatomy of a Dwelling* betitelten begleitenden Abbildung bestehend aus Klimaanlage, Außenbeleuchtung, Fernseher, Radio, Stereosystem, Herd, Kühlschrank und Solarzellen.

134 Etwa Banham (1969): *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. S. 23.

135 Zur Rolle von Plastik vgl. Wigley, Mark (2015): *Buckminster Fuller Inc. Architecture in the Age of Radio*. Zürich, Lars Müller. S. 131f.

Abbildung 5.3 – The Environment Bubble.



Quelle: Banham, Reyner: »A Home is not a House«. In: *Art in America* 2/2 (1965), S. 70-79. Hier: 79.

Diese Illustration Dallegrets begleitet den in der Zeitschrift *Art in America* erscheinenden Essay »A Home is not a House«.[136] Der Text präsentiert die ebenso radikale wie konsequente Idee eines *transportable standard of living-package*, mit dem – polemisch zugespitzt – solche *inflatable bubbles* als mobile Wohnräume zum

136 Vgl. Banham, Reyner: »A Home is not a House«. In: *Art in America* 2/2 (1965), S. 70-79.

Wohnstandard in Nordamerika werden sollen. Banhams utopischer Text stellt *inflatables* als Modelle einer zeitgenössischen Architektur vor und führt als mögliche *environments* neben Muscheln, Wohnwagen, Zelten und Raumstationen architektonische Gehäuse von der Hütte bis zum Wolkenkratzer auf. In den verwendeten Metaphern *case*, *package*, *cubicle*, *housing*, *shell* oder *box* sind entsprechend verschiedene Möglichkeiten des Umgebens versammelt, die der Text durchspielt. Auf diese Weise invertiert er Grundannahmen der Architektur über die Monumentalität von Bauwerken, ihre Fundierung an einem Ort und in einem Grundriss, um so die Möglichkeiten neuer Technologien darzustellen, die von den Architekten seiner Zeit zumeist vernachlässigt würden. Als *enfant terrible* der Architekturtheorie ersetzt Banham Monumentalität durch Mobilität und Mauern durch Membranen, um die Idee des *environmental designs* in der Architektur zu fundieren. Den sozialen und politischen Herausforderungen dieser Zeit, der Bedrohung des Außen durch Atomkrieg und Umweltzerstörung, einem aufstrebenden, in ersten Zügen postfordistischen Hyperindividualismus und der Reorganisation urbaner Räume durch das endlose *suburbia* Nordamerikas soll die Abschottung eines inneren *environments* entgegentreten, das seine reziproke Abhängigkeit vom Außen beibehält. Die aufblasbaren Gehäuse, die Banham und Dallegret imaginieren, sind gleichermaßen Kapseln, die an beliebigen Orten stationiert werden können, wie künstliche Umgebungen, denen verschiedene Techniken der Selbsterhaltung implementiert und die zugleich an die globalen Netze der Unterhaltung angeschlossen sind.

Dieser Entwurf einer vom Ort losgelösten, aber einen eigenen Raum transportierenden Architektur führt vor, was es bedeutet, ein mobiles *environment* in einem äußeren *environment* zu bewohnen. Zu jeder *environmental bubble* gehört ein Auto, das für den Transport verwendet wird und als zusätzliche Energiequelle dienen soll. Auf diese Weise vom *environment* her zu denken, die Abhängigkeiten von Innen und Außen nicht nur als architektonische, sondern als ökologische Relationen zu bestimmen und die technische Kontrolle von Energieströmen in den Mittelpunkt zu rücken, liegt wie gezeigt zu dieser Zeit in unterschiedlichen Kontexten nahe. Banhams Text spielt diese Bewegung auf dem Feld der Architekturtheorie durch und entwirft die Zukunft eines Wohnens in Gehäusen, die für das traditionelle Verständnis einer unbeweglichen, monumentalen und im Lokalen verankerten Architektur ortlos erscheinen, aber ein neues Konzept des Ortes als transportablem *environment* entwerfen. *Environmental bubbles* sollen an die Stelle von Häusern treten, weil sie das Verhältnis von Innen und Außen sowie ihre gegenseitige Abhängigkeit anders, eben ökologisch zu organisieren und technisch umzusetzen erlauben. So werden von Banham Umgebungsdenken und kybernetische Technik durch eine Relationalität des Umgebens verbunden und die Bewohner und Bewohnerinnen dieser Architektur als von einer technischen Umgebung Umgebene gefasst. Will Architektur sich als Gestaltung von Lebensräumen begreifen, muss sie, so Banhams These, die technischen Möglichkeiten ihrer Zeit – von neuen Bausubstanzen über

Techniken der klimatische Kontrolle bis hin zu elektrischen Netzwerken – ausspielen, um Umgebungen zu erzeugen, die gar nicht anders gedacht werden können denn als technisch durchdrungen und reguliert.

Die pneumatische Dematerialisierung der Umhüllung, die organische sowie durch und durch gegenderte Ablösung vom Ort und die damit einhergehende Dezentrierung des *oikos* als Mittelpunkt des Wohnens hin zu einer Ökologie der Umgebung sind Beispiele einer architektonischen Neukonzeption von Gebäuden als *environments*, die in den 1960er Jahren populär wird. Von Buckminster Fullers *Geodesic Domes* und Frederick Kieslers *Environmental Sculptures* über David Greenes *Living Pod* und Hans Holleins *Mobile Office* bis hin zu den Plastikhüllen von Haus-Rucker-Co und der *Inflatable Architecture* von Cedric Price werden ähnliche mobile, blasen- oder schaumartige Architekturen imaginiert, aber nur in wenigen Fällen gebaut.[137] Sie zielen auf die Herstellung künstlicher Umgebungen durch *environmental control*, durch die Modifizierung und Regulation von Faktoren, die bestimmen, wie Umgebendes auf Umgebenes wirkt und das Innen im Außen verschränkt ist. Luft soll an die Stelle der Mauern treten und PVC-Folie das Dach ersetzen. Weil Blasen bei minimaler Oberfläche das maximale Volumen bieten, leicht transportierbar und an jedem Ort verwendbar sind, können sie als Lebensraum die Bedürfnisse der Bewohner und Bewohnerinnen unabhängig von den lokalen Gegebenheiten erfüllen. *Inflatable* heißt auch, dass das Gehäuse seine Größe ändern und modular ergänzt werden kann. So soll, wie Banhams Text exemplarisch vorführt, das Monumentale in das Temporäre, die Permanenz in die Anpassungsfähigkeit und die Siedlung in das Nomadische überführt werden. Zwar hat sich diese Architektur nicht durchgesetzt, doch bereits Ende der 50er Jahre gibt es in den USA fünfzig Hersteller von Luftkissen, die zwar selten für Wohngebäude, stattdessen aber als temporäre Veranstaltungsarchitektur genutzt werden – so etwa auch in Aspen, wo die Aktivisten und Aktivistinnen der eingeladenen Gruppen wie *Ant Farm* oder *Ecology Action* in mitgebrachten Zelten und Domen übernachten.[138]

Die von Banham angestrebte Auflösung der Wand und die Ablösung vom Ort besitzen zur Mitte des 20. Jahrhunderts eine Plausibilität, die sie in unterschiedlichen Kontexten für eine Architektur der Zukunft nahelegt. Pneumatik und Plastik, so hat es die Architekturhistorikerin Hadas Steiner beschrieben, scheinen zu dieser Zeit die Möglichkeit und das Material der Zukunft zu sein. Der gemeinsame Nenner dieser von der konservativen Zunft der Architekten alles andere als wohlwollend aufgenommenen und allesamt prototypischen Projekte liegt in der Betonung technischer Infrastrukturen und der Abkehr vom Monumentalismus, die in

137 Vgl. Steiner, Hadas: »The Forces of Matter«. In: *The Journal of Architecture* 10/1 (2005), S. 91-109. Hier: S. 106.

138 Vgl. ebd.

einem *environmental* genannten Selbstverständnis münden. An die architekturtheoretischen Herausforderungen dieser Zeit ist ein solches Konzept der *environmental control* besonders anschlussfähig. Zur gleichen Zeit wie Banham schreibt Buckminster Fuller, um den es im Anschluss gehen wird, in aller Deutlichkeit, dass »the environment will be completely controlled and the concept of the house will be eliminated.«[139] Fuller kann mit seiner Vereinigung von Architektur und Technologie, manifestiert im nie gebauten Dymaxion House und dem dazugehörigen Auto aus den 1930er Jahren, als primärer Auslöser der Bewegung gelten, der Banhams Text zuarbeitet. In Fullers geodätischen Domen erkennt Banham eine über die oberflächliche Symbolisierung oder Repräsentation der Maschine hinausgehende Integration von Technik und Leben.[140]

Banhams Radikalität besteht darin, dass Architektur für ihn nicht mit einem konstruierenden Akt oder dem Ziehen einer Mauer beginnt, die das Innen vom Außen trennt, sondern mit der Modifizierung eines *environments*: Ein *dwelling* ist für ihn bereits die Höhle, in der ein Feuer brennt, oder ein Windschutz aus Ästen, weil in beiden Fällen durch technische Maßnahmen ein Innen vom Außen abgegrenzt wird und somit die Loslösung von den lokalen Gegebenheiten und Widrigkeiten möglich ist.[141] Entsprechend sollen die Gehäuse des *transportable standard-of-living package* – ein Begriff, den Banham von Fuller übernimmt – alle notwendigen Funktionen beinhalten, Leben unabhängig von der äußeren Umgebung und ohne Brechen und Biegen aufrecht zu erhalten. Als aufblasbare Kugel steht die *environmental bubble* auch dort, wo sonst nichts stehen kann. Aus ihr eine Weltraumkapsel zu machen wäre der nächste Schritt.

In *Theory and Design in the First Machine Age* unterscheidet Banham 1960 das erste Maschinenzeitalter der industrialisierten Fabrik, das von Massenproduktion, Arbeitserleichterung und der Erfüllung basaler Bedürfnisse geprägt war, von dem nach dem Zweiten Weltkrieg anbrechenden zweiten Maschinenalter, dem »age of domestic electronics and synthetic chemistry«[142]. In seiner architektonischen

139 Buckminster Fuller, Vortragmanuskript, abgedruckt in *Megascope* 3 (November 1965), zitiert nach: Whiteley, Nigel (2003): *Reyner Banham. Historian of the Immediate Future*. Cambridge, MIT Press. S. 185.

140 Vgl. Banham (1960): *Theory and Design in the First Machine Age*. S. 325f. Das Verhältnis Banhams zu Fuller, der den Begriff *environment* in der Architektur populär macht, ist ambivalent. So sehr Fullers Programm einer totalen Kontrolle des *environments*, die das klassische Verständnis des Hauses als Vorgabe der Architektur überflüssig machen soll, mit Banhams Ansatz konvergiert, so idiosynkratisch ist dessen Zugriff auf Fullers Arbeit – er zitiert ihn trotz offensichtlicher Bezugnahmen kaum.

141 Vgl. zum thermodynamischen Hintergrund dieses Beispiels Hight, Christopher: »Putting out the Fire with Gasoline. Parables of Entropy and Homoestasis from the Second Machine Age to the Information Age«. In: Lally, Sean/Young, Jessica (Hg., 2007): *Softspace. From a representation of form to a simulation of space*. London, Routledge, S. 10-23. Hier: S. 13.

142 Banham (1960): *Theory and Design in the First Machine Age*. S. 10.

Theorie dieses ersten Maschinenzeitalters, in dem europäische Architekten wie Le Corbusier, Walter Gropius oder Peter Behrens begannen, die Ausdrucksmöglichkeiten einer Maschinenästhetik zu erkunden, geht Banham zwar auf die technisch-industrielle Revolution des Alltagslebens nach dem Zweiten Weltkrieg ein. Er fragt aber noch nicht nach den baulichen Auswirkungen von Waschmaschine, Kühlschrank oder Plattenspieler, geschweige denn den zugrundeliegenden Infrastrukturen aus Kabeln, Wasserleitungen, Heizungsrohren und Klimaanlagen. Vom *environment* ist zu dieser Zeit noch keine Rede. Aus heutiger Sicht kommt Banham der Technik seiner Zeit auch später nur bedingt nahe, weil konkrete Beispiele rar sind und er vor allem die Kybernetik und die Rolle von Rechenmaschinen nicht bedenkt.[143]

Erst zehn Jahre später wendet sich Banham in *The Architecture of the Well-Tempered Environment* einer weniger formalen Diskussion der Technik zu. Während die Verwendung vorfabrizierter Baumaterialien etwa für Buckminster Fuller immer bedeutsamer wird, steigen die Ansprüche an die Durchlässigkeit von Architekturelementen. Und wo die Massenproduktion ein zentrales Thema der klassischen Moderne war, sind es nun die Techniken des *environments*, die im zweiten Maschinenzeitalter in den Mittelpunkt architektonischer Planung treten. Wie Banham an zwei exemplarischen Gebäuden zeigt, Louis Kahns Richards *Medical Research Laboratories* in Philadelphia und Frank Lloyd Wrights Larkin *Administration Building* in Buffalo, verteilen die in sie integrierten infrastrukturellen Techniken Licht, Luft oder Wärme, sie distribuieren Energie- und Materieströme und lassen so den menschlichen Organismus zu einem Teil einer Architektur werden, für die sich der Begriff *environment* aufdrängt.

Folgt man der Perspektive, die Banham in *The Architecture of the Well-Tempered Environment* entwirft, sind die technischen Herausforderungen zwar in der Zeit seit der Industrialisierung geradezu explodiert, aber kein Alleinstellungsmerkmal der Moderne mehr – sie sind ein evolutionäres Phänomen. Jeder Organismus, das ist zehn Jahre später der nunmehr ökologisch gedachte Ausgangspunkt, ist von einem *environment* umgeben, welches durch den Austausch von Materie- und Energieströmen dessen Fortexistenz bedingt. So bezieht sich Banham in seinem Aufsatz »Monumental Wind-Bags« explizit auf das Konzept der Homöostase, um den Ausgleich zwischen der inneren und der äußeren Umgebung eines Gebäudes zu

143 In einer von Banham kuratierten Essayreihe in der Zeitschrift *Architectural Review* erscheinen 1960 auch Texte über Waffensysteme und Computer, deren Kommentierung durch Banham den Rahmen absteckt, in dem die Computertechnik in den kommenden Jahren die gestalterischen Techniken der Architektur prägt. Vgl. Drummond, M.E.: »Computers«. In: *Architectural Review* 126 (1960), S. 186-188 sowie Brothers, A.C.: »Weapons Systems«. In: *Architectural Review* 126 (1960), S. 184-185.

beschreiben: »All architecture has to mediate between an outer and an inner environment in some way, but if you can sense a rigid structure actually doing it (dripping sounds, tiles flying off, windows rattling) it usually means a malfunction. An inflatable, on the other hand, in its state of active homeostasis, trimming adjusting and taking up strains, is malfunctioning if it doesn't squirm and creak.«[144] Auch wenn Banhams idiosynkratischer Umgang mit Quellen einen Nachvollzug seiner Inspirationen schwierig macht, ist seine Beeinflussung durch die Ökologie und die *environmental art* der späten 1960er Jahre offensichtlich.[145] Dennoch ist die von Banham beschriebene Architektur nicht als ökologisch zu verstehen – es geht ihm nur am Rande um nachhaltige, ressourcenschonende Bauweisen im Einklang mit der Natur, sondern um *environmental design*.[146]

Banham erörtert das »environmental management«[147] durch Architektur zu einer Zeit, als die Endlichkeit der Energieressourcen zunehmend ins Bewusstsein rückt und die Debatten um *environmental protection* im Anschluss an Rachel Carson die Öffentlichkeit beherrschen. Indem Banham die Sprache der Ökologie aufnimmt, unterscheidet sich seine Position von den organizistischen Ansätzen, die seit den 1930er Jahren – etwa bei Patrick Geddes oder Lewis Mumford – das Haus oder die Stadt als Organismus beschrieben haben. In *The Architecture of the Well-Tempered Environment* sind Häuser eher Systeme als Organismen, also Konstellationen von *environments* und den Menschen, die in ihnen leben. Das *environment* ist dabei nicht ohne die Organismen zu verstehen, die es beherbergt, so wie diese nicht von jenem isoliert werden können. Parallel zur Entwicklung der Ökologie wendet sich dieser Strang der Architekturtheorie vom Modell einer singulären, geschlossenen Organisation ab und hin zu offenen, komplexen Systemen aus Umgebendem und Umgebenem.

Eine den technischen Möglichkeiten ihrer Zeit angemessene und ihren räumlichen Bedingungen angepasste Architektur muss demnach die Reziprozität der beiden Seiten dieses »man/environment systems«[148] berücksichtigen. Der menschliche Organismus sei auf der Erde verschiedenen »immediate environments«[149] ausgesetzt, in denen sein fragiler Körper nur überleben könne, weil er über »technical resources and social organization«[150] verfüge, mit denen er aus den Kreisläufen der

144 Banham, Reyner: »Monumental Wind-bags«. In: *New Society* 11/290 (1968), S. 569-570. Hier: S. 570.

145 Vgl. zu Banhams Bezug auf die Ökologie auch Osman, Michael: »Banham's Historical Ecology«. In: Crinson, Mark/Zimmerman, Claire (Hg., 2010): *Neo-Avant-Garde and Postmodern. Postwar Architecture in Britain and Beyond*. New Haven, Yale University Press, S. 231-250.

146 Vgl. zum Einfluss der Ökologie auf die Architektur Anker, Peder (2010): *From Bauhaus to Ecohouse. A History of Ecological Design*. Baton Rouge, Louisiana State University Press.

147 Etwa Banham (1969): *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. S. 18.

148 Ebd., S. 278.

149 Ebd., S. 18.

150 Ebd.

Natur ausbrechen und seine eigenen herstellen könne. Architektur ist demnach ein evolutionäres Vermögen des Menschen, sein *environment* zu modifizieren, es mit sich herumzutragen und sich von den äußeren Widrigkeiten loszusagen, um ihnen zugleich begegnen zu können. Architektur muss sich von ihrem Ort lösen, so wie sich der zu dieser Zeit prototypische Astronaut mit seinem *life support system* frei im Raum bewegen kann, weil er im äußeren, lebensfeindlichen *environment* sein eigenes, kontrolliertes *environment* bewohnt.

Den entscheidenden historischen Schritt in der Koevolution von Architektur und Technik verortet Banham am Ende des 19. Jahrhunderts, als die Domestizierung elektrischer Distributionssysteme und erster Klimaanlagen die Kontrolle des gebauten *environments* auf eine bis dahin ungekannte Weise von den lokalen Gegebenheiten entkoppelt. Sein Buch beschreibt ausführlich die architektonischen Folgen dieses Prozesses, in dem die Freiheit der Ästhetik dieser neuen Formen nicht von den technischen Bedingungen ihrer Befreiung gelöst werden kann. Die am Anfang des Buches aufgestellte Unterscheidung von gebauten Strukturen, die Wärme speichern, Geräusche dämpfen und Luftströmungen kanalisieren, sowie infrastrukturellen Techniken der artifiziellen Verteilung von Luft, Wasser und Elektrizität, also von »structural methods of environmental management«[151] und »environmental management by the consumption of power in regenerative installations«[152], wird mithin im Verlauf der Argumentation bewusst unterlaufen. Im zweiten Maschinenzeitalter kann die strukturelle Lösung nicht länger mit der technischen Entwicklung Schritt halten, was für die von Banham herangezogenen Architekten ebenfalls impliziert, den Fokus von der Form auf die Performanz zu verschieben.

Einen Wendepunkt im Verhältnis gebauter Strukturen und infrastruktureller Techniken markiert für Banham das Jahr 1882, als Thomas Edison in New York das erste elektrische Distributionssystem vorstellt, das nicht nur aus der Glühbirne, sondern einem Kraftwerk, Kabelleitungen, Verteilungsstationen, Schaltern, Steckergewinden und geschulten Elektrikern besteht. »It was this revolution that first posed the problem of alternatives to structure as prime control of environment, and introduced the regenerative mode as a serious rival to the conservative and selective modes, rather than their modest hand-maiden.«[153] Banham zeigt, wie mit den technischen Entwicklungen aus der schützenden und trennenden Wand eine funktionale Schwelle für Objekt- und Energieströme wird: mit Klimaanlagen und Glasfronten, mit Schallisolationen und Wandheizungen. Derartige Technologien erfordern ein neues Verständnis von Architektur, weil ihre wichtigsten Variablen nicht länger Baumaterialien und Stile sind, sondern Distributionen von Luft, Licht, Energie, Wasser und schließlich Information. In diesem Sinne versteht Banham,

151 Ebd., S. 20.
152 Ebd., S. 26.
153 Ebd., S. 25.

der *machine à habiter* folgend, von der Le Corbusier in den 1920er Jahren spricht, Gebäude als Infrastrukturen der Verteilung, als Distributionsmaschinen für Wärme, Elektrizität und Wasser, als Kreisläufe, durch die Häuser bis ins Detail kontrollierte Lebensräume werden. Bewohner und Bewohnerinnen werden nicht der Architektur angepasst, sondern mittels dieser Technologien der Zirkulation künstliche *environments* erzeugt, die an die Bedürfnisse der Bewohner und Bewohnerinnen angepasst sind: Die Nacht wird zum Tag, im Winter die tropische Badelandschaften besucht und die Serengeti vom Fernsehsessel aus bereist. Indem Banham von einem wohltemperierten *environment* spricht, das über den »basic life support«[154] gebauter Strukturen hinausgeht, deutet er an, dass dieses *environment* kein natürlicher Zustand eines vorgegebenen Gleichgewichts oder eines stabilen Äquilibriums ist, sondern selbst Gegenstand von technischen Eingriffen, modifizierenden Regulationen und kybernetischer Kontrolle. Architektur dient diesem Verständnis nach nicht dazu, Menschen zu erziehen, Organismen ein Heim oder Bewohnern und Bewohnerinnen Schutz zu bieten. Diese Funktionen sind für Banham Resultate und keine Ziele. Sie sind das Ergebnis einer Architektur, die *environments* modifiziert, damit Menschen in ihnen leben können. Komfort, die Erhöhung des weltweiten Wohnstandards und die Kontrolle aller Variablen sind ihr Ergebnis. In Banhams Ansatz besteht *environmental design* nicht in der Gestaltung von Objekten oder Räumen, sondern von Umgebungsfaktoren wie Temperatur oder Licht, die sich nur auf ökologische Weise beeinflussen lassen.

Diese historisch situierte Perspektive auf Architektur erweitert Banham in eine evolutionäre Theorie des Verhältnisses von Mensch und Technik. Ohne Architektur und ihre Gestaltung von *environments* ist die Evolution des Menschen für Banham schlicht nicht denkbar. Die architektonische Anpassung an die äußere Umgebung und das gegebene *environment* erscheint demnach als ein evolutionärer Akt des adaptiven Überlebens, wenn sich etwa eine Gruppe prähistorischer Nomaden entscheiden muss, aus gesammeltem Holz und einem Fell ein Zelt zur Abschirmung gegen Wind und Regen zu errichten oder aber ein Feuer zum Schutz vor Kälte zu entzünden. Beide Optionen, die strukturelle und die energetische, sind Anpassungen an das äußere *environment* durch Modifizierung des inneren *environments*.[155] Schon das Tragen eines Pelzes ist für Banham eine architektonische Geste: »The word ›fit‹ may be defined in the most generous terms imaginable, but it still does not necessarily imply the erection of buildings. Environments may be made fit for

154 Ebd., S. 11.

155 In dieser Überlegung kann man eine Analogie zu Claude Bernards physiologischem Konzept des *milieu intérieur* erkennen. Bernards überaus folgenreicher Schritt besteht darin, den Organismus selbst als *milieu* in einem äußeren *milieu* zu verstehen. Anstatt den Organismus zu isolieren oder dem *milieu* entgegenzusetzen, fügt er letzteres in den ersteren ein (vgl. Bernard (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*).

human beings by any number of means.«[156] Banham versucht mit diesen Beispielen zu zeigen, dass Architektur immer schon darin bestand, »controlled environments for living organisms«[157] zu erzeugen, dass es also keine Architektur ohne Techniken des *environments* geben kann und dass *environments* auf grundsätzliche Weise Räume technischer Gestaltung sind.

In besagtem Aufsatz »A Home is not a House« stellt Banham konsequenterweise die polemische Frage, ob es angesichts der Fortschritte von *environmental technologies* überhaupt noch nötig sei, Häuser zu bauen, wenn Heime auch ohne Mauern und Grundrisse geschaffen werden könnten und der Herd oder das Dach keine Voraussetzung des Wohnens mehr wären.[158] »When your house contains such a complex of piping, flues, ducts, wires, lights, inlets, outlets, ovens, sinks, refuse disposers, hi-fi re-verberators, antennae, conduits, freezers, heaters – when it contains so many services that the hardware could stand up by itself without any assistance from the house, why have a house to hold it up?«[159] An anderer Stelle wird Banham noch rigoroser: »Far more seditious to the established attitude of architects is the proposition that, far from caravans being sub-standard housing, housing is, for many functions, sub-standard caravans.«[160] Aus dieser Ablösung von den lokalen Gegebenheiten folgt eine formale Freiheit: »In freeing architecture from local climatic contraints, mechanical environmental management techniques have given carte blanche for formal experimentation.«[161] *Environmental control* im Inneren eines Gebäudes führt, dies ist Banhams Ausgangspunkt, zur Unabhängigkeit des technischen *environments* vom äußeren *environment* und seinen klimatischen Herausforderungen. Eben diese Freiheit spielen Banham und die aufsässigen Architekten seiner Zeit mit geodätischen Domen, brutalistischen Infrastrukturen, *inflatable* und *environmental bubbles* durch, indem sie sich von den engen Vorgaben traditioneller Baumaterialien lösen.

Auf diese Weise das monumentale Konzept des Hauses aufzugeben, bedeutet für Banham mithin nichts anderes, als die mit dem klassischen Konzept des Hauses verbundene monumentale Trennung von Innen und Außen durch gebaute Mauern durch ein neues Verhältnis zu ersetzen, in dem es zwar weiterhin eine Grenze zwischen Innen und Außen gibt. Das Innen wird aber selbst als *environment* verstanden. Es ist vom Außen getrennt durch Temperatur, Luft, Licht und Klang, deren Verteilung technische Installationen sowie die Distribution von Energie und Materie zugrundeliegen. Ohne vier Wände soll sich das Gehäuse von seiner Fixierung an einen Ort lösen und ein künstliches *environment* bilden, das in natürlichen

156 Banham, Reyner: »Stocktaking«. In: *Architectural Review* 127 (1960), S. 93-100. Hier: S. 93.
157 Banham, Reyner: »The Environmentalist«. In: *Program* 2 (1962), S. 57-64. Hier: S. 59.
158 Vgl. Banham: »A Home is not a House«.
159 Ebd., S. 70.
160 Banham: »Stocktaking«. S. 96.
161 Banham (1969): *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. S. 239.

environments bewegt werden kann. *Environmental bubbles* fügen durch eine Abtrennung von Innen und Außen in eine Umgebung etwas anderes als diese Umgebung ein. Es handelt sich um Umgebungen, welche die Abhängigkeit ihres Inneren vom Äußeren explizieren und das eine nicht in Opposition zum anderen setzen. Eine *environmental bubble* ist dieser Epistemologie folgend nie allein, weil sie zwar das umgibt, was sich in ihr befindet, sie aber zugleich auch selbst umgeben sein muss. Die ultimative *environmental bubble* ist die Atmosphäre des Planeten, die gleichsam, um ein von der Architekturtheorie dieser Zeit geprägtes Bild Peter Sloterdijks zu verwenden, den Schaum anderer *environments* enthält.[162] Die Frage nach der Umgebung der Umgebung würde Banham, so kann man schlussfolgern, beantworten, ohne auf ein absolutes Außen zu verweisen. Jedes *environment* hat demnach ein anderes *environment* zur Hülle. Der von Banham beschriebene Raum ist radikal relational, so dass jeder Ort einer Umgebung von anderen Umgebungen abhängig ist. Umgebungen gibt es in diesem Sinne nur, weil etwas sie gibt, indem es sie umgibt. Deshalb verwundert es auch nicht, dass die eingangs erwähnten abgebildeten Geräte in der mobilen *environmental bubble* mit sehr rudimentären Gehäusen auskommen. Im Inneren braucht man keine weiteren Gehäuse, weil es schon Gehäuse gibt.

Der *oikos* eines solchen Gebäudes, der Haushalt eines *environments*, besteht in der Distribution von Energie und Materie sowie der Zirkulation von Menschen und Dingen innerhalb der entfalteten Hülle. In diesem Sinn ist die *environmental bubble* durch und durch von kybernetischem Steuerungswissen geprägt. Banham übersieht jedoch in all seinen Schriften, dass all die Infrastrukturen jemand anderem gehören als den Bewohnern und Bewohnerinnen des Hauses und dass die *environmental bubble* von einem extremen Energieverbrauch gekennzeichnet wäre.[163] Seine Abstinenz von politischen Fragen macht sich dort bemerkbar, wo es um die ökonomischen Bedingungen der Ökologie des *environmental designs* geht. Damit wird eine Spannung offensichtlich, die sein Projekt ebenso wie die anderen aufgeführten architektonischen Beispiele dieser Zeit prägt: die Infrastrukturen, welche die Herstellung künstlicher *environments* ermöglichen, sind fest am Boden verankert und ganz und gar unbeweglich. Strom- und Wasseranschlüsse sind nicht mobil. Fraglich ist, warum Banham in seiner Begeisterung für die neuen technischen Möglichkeiten ihre infrastrukturellen Bedingungen übersieht, obwohl er von eben diesen ausgegangen war. Sigfried Giedion, wichtiger Stichwortgeber Banhams, identifiziert bereits 1948 in *Mechanization takes Command* die Wasserversorgung von Häu-

162 Vgl. Sloterdijk (2004): *Sphären*.

163 In der überarbeiteten zweiten Auflage seines Buches von 1984 macht Banham deutlich, dass es seiner Geschichte der Energienutzung nicht, wie seine Kritiker vor allem nach der Ölkrise einwandten, um eine kontinuierliche Erhöhung des Energieverbrauchs, sondern ihren intelligenten Einsatz geht. Als *environmentalist* kann man Banham dennoch nicht bezeichnen.

sern und die sanitären Installationen als Auslöser des Übergangs »from the nomadic to the stable«[164] und deutet damit eine alternative historische Entwicklungslinie an. Entsprechend steht Giedion auch Fullers Dymaxion House kritischer als Banham gegenüber: »Houses do not move.«[165] Zwar ermöglichen die von Giedion erstmals ausführlich kulturhistorisch beschriebenen Infrastrukturen die Distribution von Energie und Materie und damit den Anschluss der lokalen Strukturen eines Gebäudes an globale Ströme der Energieverteilung. Doch damit wird das Haus zugleich stärker als zuvor am Ort der Infrastrukturen verankert und in die Permanenz gezwungen. Der Komfort, der Giedion zufolge nunmehr zum Lebensstandard wird, ist an unbewegliche Anschlüsse gebunden. Selbst die *mobile homes* und *caravans*, die als temporäre oder permanente Wohneinheiten seit dieser Zeit in den USA populär werden und aus denen ganze Städte bestehen, sind auf fest installierte Infrastrukturen angewiesen. Erst diese Anschlüsse an Netzwerke ermöglichen, aus den dünnen Wänden und Decken dieser Transportgehäuse dauerhaft belebbare *environments* zu machen. Banhams Versuch, das Auto nicht nur zum Transport der *environmental bubble*, sondern auch zur mobilen Energieversorgung einzusetzen, verschiebt das Problem ebenfalls nur auf eine andere Ebene, denn auch das Auto benötigt Infrastrukturen zur Bereitstellung von Energie und zur Bewegung.[166] Die Spannung zwischen festen Infrastrukturen und losen *artificial environments* bleibt bei Banham ungelöst. Die Freiheit des *environmental design*, von der Banham spricht, ist an die politische Ökonomie gebunden. Seine Texte sind gekennzeichnet von einer Absetzung von ökonomischen, politischen und sozialen Prozessen, die allenfalls als externe Einflüsse auf die Eigenentwicklung der Architektur gelten gelassen werden. Banhams Ansatz bleibt unpolitisch und entspricht somit genau dem, was Baudrillard ein Jahr nach dem Erscheinen von *The Architecture of the Well-Tempered Environment* kritisiert.

Banhams lebenslange Suche nach einer Architektur für das zweite Maschinenzeitalter ist mithin die Suche nach einem neuen Verhältnis von Mensch und *environment* durch Technik. Mit Banhams Epistemologie des Umgebens verbunden ist eine Infragestellung der Trennung von Natur und Kultur bzw. Technik. Auf die Idee zur *environmental bubble* sei Banham gekommen, als er, an einem Strand in Illinois bis zur Brust im Wasser stehend ein Home-Video drehte – in einem gechlorten See, umgeben von Lifeguards, die auf Eames-Stühlen auf Stelzen im Wasser saßen, den Blick auf einen desinfizierten Strand voller Barbecues gerichtet, am Horizont einen geodätischen Dom nach dem Modell Buckminster Fullers. »And it hit me then,

164 Giedion, Sigfried (1948): *Mechanization Takes Command. A Contribution to Anonymous History*. Oxford, Oxford University Press. S. 628.

165 Ebd., S. 711.

166 Vgl. zum Versuch der Automobilindustrie, Autos als autonome *environments* zu gestalten Leslie, Thomas: »Just What Is It That Makes Capsule Homes So Different, So Appealing?«. In: *Space and Culture* 9/4 (2006), S. 180-194.

that if dirty old nature could be kept under the proper degree of control (sex left in, streptococci taken out) by other means, the United States would be happy to dispense with architecture and buildings altogether.«[167] Wenn es nur noch technisch modifizierte, künstliche *environments* gibt, wenn, wie Banham für die USA andeutet, aller Raum zum technisch modifizierten *environment* wird, dann zeigt dies das Obsoletwerden der für die Moderne konstitutiven Unterscheidung von Natur und Kultur. *Environments* sind nicht mehr anti-artifiziell, sondern natürlich und technisch zugleich.

5.6 Design und *environment* II: Die Effizienz der Architektur

Eine der Stellungnahmen im bereits erwähnten *Special Report* an den Kongress von 1968 sticht besonders hervor, weil sie davon absieht, pragmatisch die wissenschaftlichen Vorzüge der Ökologie hervorzuheben und stattdessen einen größeren Bogen spannt. An dessen Ende erscheint *environmental design* nicht nur als Werkzeug zum Schutz bedrohter Lebensräume, sondern als Erkenntnisinstrument für die weitere menschliche Evolution. Der Text stammt von Buckminster Fuller, einem der zu dieser Zeit prominentesten Designer und Architekten, der aus Zeitgründen nicht am Kolloquium teilnehmen kann und stattdessen seinen Artikel »What Quality of Environment do we want?« einsendet.[168] Der zu diesem Zeitpunkt 73 Jahre alte Fuller erläutert in der für ihn typischen sprunghaften, mündlichen Form – der Text war ursprünglich eine Rede vor der American Medical Association –, dass nur ein generelles Umdenken mit Blick auf das *environment* helfen könne, die Probleme der wachsenden Menschheit zu lösen. Angesprochen sind damit jedoch nicht die ökologischen Maßnahmen der *environmental protection*, um die es den anderen eingeladenen Ökologen geht – also eine gesetzliche Regulation der Ausbeutung von *environments* und ein ökologisches Management ihrer Ressourcen durch vorausschauende Planung. Fullers Projekt, das bereits in den 1930er Jahren unter dem Namen *environmental design* firmiert, folgt vielmehr einem emanzipatorischen und pädagogischen Motiv, das die Menschheit durch die technische Gestaltung von natürlichen wie künstlichen Lebens- und Erfahrungsräumen nach wissenschaftlichen Prinzipien zur vollen Ausformung ihrer Kapazitäten anleiten will. Technik als angewandte Wissenschaft ist dabei das Leitmotiv eines technokratischen und

167 Banham: »A Home is not a House«. S. 75.

168 Fuller, R. Buckminster: »Communication to the Committee«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 189-203. Hier: S. 189.

überaus utopischen Denkens, denn ihr soll die Fähigkeit zukommen, immer wieder neue Lösungen für die Herausforderungen der menschlichen Entwicklung zu finden. Der Text, den Fuller an das Komitee des Kongresses sendet, kann entsprechend als Aufruf zum *environmental design* auf allen Ebenen der Entwicklung von Technologie und der Menschheit verstanden werden. Dieses pädagogische Design will nicht Individuen formen, sondern sie durch ihre Umgebungen und damit als Bevölkerungen beeinflussen: »Assuming that by competently reforming only the environment instead of trying to reform man, a favorably designed environment can be realized which will both permit and induce man to accomplish the same logical degree of physical success in universe as is manifest, for instance, by the hydrogen atom […].«[169]

Dass Fuller vom Kongress zu einer Stellungnahme eingeladen wird, verwundert angesichts seiner beruflichen Vergangenheit bei der US Navy und seiner repräsentativen Rolle seit dem Bau des US-Pavillions auf der Weltausstellung in Montreal im Jahr zuvor nicht. Zwar bleibt der Einfluss dieser Intervention auf den entstehenden Bericht an den Präsidenten marginal, doch nicht nur wegen seiner bedeutenden Rolle als *public intellectual*, sondern auch aufgrund seiner langjährigen Beschäftigung mit *environmental design* nimmt Fuller in diesem Kontext eine Schlüsselposition ein. Er setzt seine Theorie menschlicher *environments* in architektonischen Projekten um und prägt damit eine bedeutende Facette der um 1970 virulenten Verschränkung von *environment* und Technik. In seinen eigenen Worten geht es Fuller um »[…] energy-effective environmental-controlling artifacts that did ever more environment-controlling with ever less pounds of materials, ergs of energy and minutes of time per each realized functioning until we attained the physically realized techno-energetic ability to do so much with so little that we could realize ample good-life for everyone […].«[170]

Bereits in der Zwischenkriegszeit vertritt Fuller angesichts der desolaten Lebens- und Wohnsituation während der Depression die Idee eines technologisch geleiteten ökologischen Managements, um die sozialen Probleme der wachsenden Bevölkerung zu lösen.[171] Ökologie meint in Fullers Texten seitdem die Kontrolle der Energieflüsse in einem *oikos* und ist damit eng mit architektonischen Fragen verbunden. Die Situation der 1930er Jahre, in der auch ein Großteil der Architekten, Fuller eingeschlossen, mit den fehlenden Perspektiven der Arbeitslosigkeit

169 Fuller, R. Buckminster (1972): *Utopia or Oblivion. The Prospects for Humanity*. New York, Viking. S. 26.

170 Fuller, R. Buckminster (1983): *Guinea Pig B. The 56 Year Experiment*. Clayton, Critical Path Publishing. S. 37.

171 Vgl. Massey, Jonathan: »The Sumptuary Ecology of Buckminster Fuller's Designs«. In: Braddock, Alan C./Irmscher, Christoph (Hg., 2009): *A Keener Perception. Ecocritical Studies in American Art History*. Tuscaloosa, University of Alabama Press, S. 189-212.

konfrontiert ist, verträgt sich nicht mit dem technokratischen Sendungsbewusstsein der Annahme, dass sich alle diese Probleme durch den überlegten Einsatz von Technik, von Produktionsmitteln und von Kontrollinstrumenten lösen ließen, wenn man den Designern freie Hand lassen würde. Doch Fuller geht es nicht allein um neue technische Lösungen. Sein Vorgehen umfasst auch eine erkenntnistheoretische Exploration der Gestaltungsmöglichkeiten menschlicher Umgebungen, die jegliche Technologie als Design von *environments* begreift. In dieser Hinsicht erscheint der technische Fortschritt in seinen Arbeiten als das Motiv menschlicher Evolution. Architektur, Stadtplanung, industrielle Produktion und die Aufbereitung von Informationen sind für Fuller Facetten eines gestalterischen Prozesses, der auf das Verhältnis des erkennenden Subjekts zum dynamischen *environment* zielt und diese Relation ständig effizienter macht. Fullers Idealbild des Designers entspricht, wie Fred Turner in seiner Charakterisierung Fullers als »Technocrat for the Counterculture« unterstrichen hat, einer vermittelnden Position: Er ist weder Ingenieur noch Wissenschaftler noch Politiker, also kein Spezialist, sondern als Experte für das Allgemeine ein genauer Beobachter der ihn umgebenden Systeme. Er hat Ressourcen im Blick, gleicht Ungleichgewichte aus, bereitet die von Spezialisten erarbeitete Information auf, entwickelt entsprechende Technologien und übersetzt all dies in »tools for human happiness«[172]. In diesem Sinne ist der Designer auf unterschiedlichen Ebenen mit der Gestaltung von *environments* betraut. In Aufsätzen wie dem besagten Text über die Qualität des *environments* von 1968 tritt Fullers in zahlreichen Vorträgen in ähnlicher Form wiederholter synthetischer Anspruch deutlich hervor. Angesichts dieser Vielschichtigkeit gilt die Konzentration an dieser Stelle Fullers Rolle in der bis hierhin erläuterten Konstellation von 1970, die jedoch nur vor dem Hintergrund der historischen Entwicklung seines Umgebungsdenkens verständlich wird.

Fuller bezeichnet sein architektonisches Schaffen, wie Joachim Krausse sowie Suzanne Strum im Detail geschildert haben, bereits in den 1930er Jahren als *environmental design*. Als Inspiration seiner Überlegungen gilt der kurze Aufsatz »Design for Environmental Control«, den der dänische Emigrant Knut Lönberg-Holm, bis dahin wichtiger Protagonist der europäischen Architektur-Avantgarden, 1936 gemeinsam mit Carl Theodore Larson verfasst. Wie Fuller gehören Lönberg-Holm und Larson zur Anfang der 1930er Jahre aktiven Gruppe der Structural Studies Associates (SSA), die während der Depression als Sammelbecken für technisch avancierte Architekten mit universellem Anspruch, aber wenig Einfluss fungiert. In ihrer Studie dieser Gruppe hat Strum beschrieben, wie vor allem in der Zeitschrift *Shelter – A Correlating Medium for the Forces of Architecture* Konzepte wie *performance*,

172 Turner, Fred: »Technocrat for the Counterculture«. In: Chu, Hsiao-yun/Trujillo, Roberto G. (Hg., 2009): *New Views on R. Buckminster Fuller*. Stanford, Stanford University Press, S. 146-159. Hier: S. 150.

emergence, *information* oder eben *environmental control* diskutiert und zu Maßstäben einer den gesellschaftlichen Fortschritt vorantreibenden Architektur gemacht werden.[173] Dieser Ansatz wiederum stößt aufgrund seiner Ersetzung des kreativen Genius durch vorfabrizierte Bauteile bei den arrivierten Architekten auf wenig Gegenliebe. Die neue Architektur folgt, so zumindest die Utopie, einer industriellen und wissenschaftlichen Emanzipation von der Tradition, weil sie Gebäude nicht als Repräsentationen von Macht, als gemauerte Strukturen oder als unbewegliche Grundrisse begreift, sondern im umfassenden Sinn als *environments*.

Als Redakteur von *Sweet's Catalog*, einem vielbändigen Bestellkatalog für industriell vorgefertigte Bauteile aller Art, ist Lönberg-Holm aufs engste mit den Bedingungen einer reproduzierbaren, standardisierten Architektur vertraut, wie sie auch Fuller vorschwebt.[174] Dieser arbeitet vor der Depression in der Firma seines Schwiegervaters, die ebenfalls Bau-Fertigteile herstellt. Eine mit solchen Elementen operierende Architektur wird entsprechend von Lönberg-Holm und Larson, wie Joachim Krausse nachgezeichnet hat, aus einer »immanenten Logik industrieller Produktion«[175] heraus als »cycle of performances«[176] beschrieben. Damit sind industrielle Herstellungs- und Gebrauchszyklen gemeint, die vom Produktdesign bis hin zur Demontage reichen. Die wissenschaftliche Analyse dieser Zyklen soll dabei helfen, sie zu optimieren. Der Text formuliert damit den Versuch, Produktionsvorgänge im Architekturbereich mit angewandter Wissenschaft zu erneuern. *Environmental control* markiert in diesem Kontext zum einen die Kontrolle der Produktionsvorgänge, aber auch die durch eine von wissenschaftlichen Prinzipien geleitete Kontrolle ermöglichte Verbesserung der resultierenden Produkte – ihre Haltbarkeit, Formbarkeit und Beständigkeit. Indem die Autoren »standards of

173 Strum, Suzanne (2017): *The Ideal of Total Environmental Control. Knud Lönberg-Holm, Buckminster Fuller, and the SSA*. London, Routledge.

174 Strum hat den Katalog wie folgt beschrieben: »*Sweet's* is an unusual marketing tool – a mediator between manufacturers, contractors, architects, engineers, and other construction industry professionals that is updated yearly following the launch of new innovations. This unique one-stop product source is a filing compendium of standardized industrial building components. It formed part of a complex matrix of communication systems owned by F. W. Dodge Corporation that structured the American construction field since its founding in 1906.« Ebd., S. 201.

175 Krausse, Joachim (2011): *Unsichtbare Architektur. Knud Lönberg-Holm und die Structural Study Associates*. Nürnberg, Akademie der bildenden Künste. S. 49. Zu Fullers Architekturverständnis auch Krausse, Joachim: »Denken, Bauen und Leben. Buckminster Fullers Lightful Houses und die Entstehung von Schlüsselkonzepten seines Entwerfens«. In: ders./Miller, Dana/Richter, Markus (Hg., 2011): *Wir sind alle Astronauten. Universum Richard Buckminster Fuller im Spiegel zeitgenössischer Kunst*. Bielefeld, Kerber, S. 16-27.

176 Lönberg-Holm, Knud/Larson, C. Theodore: »Design for Environmental Control«. In: *The Architectural Record* 80/2 (1936), S. 157-159. Hier: S. 157.

minimum subsistence« durch »standards of maximum performance«[177] ersetzen, machen sie eine gänzlich neue Art der Behausung denkbar: »The conception of shelter as a means of protection against nature or society thus changes to a conception of structural design as a means of controlling environmental forces to the advantage of the human organism.«[178] Durch *environmental control* in diesem zweiten Sinn kann der Energiefluss in Gebäuden, der sowohl die *appliances* als auch die *structures* umfasst, optimiert werden. Dies ist allein durch eine Kontrolle der Energie- und Materieflüsse möglich. Entsprechend soll eine avancierte Architektur sich an der Distribution von Energie und Materie orientieren, wozu sie industriell gefertigte Bauteile benötigt, um zugleich kostengünstig zu bleiben und die gesellschaftlichen Probleme zu lösen.

Fullers gesamtes späteres Schaffen einschließlich der prominenten, 1951 patentierten geodätischen Dome, die energieeffizient und ressourcenschonend zu errichten sind und deren sphärische Form durch minimalen Materialaufwand das größtmögliche Volumen verspricht, kann als eine Umsetzung dieser von Lönberg-Holm und Larson formulierten Prinzipien verstanden werden: »Since every productive function or motion has a corresponding structural form, the technical problem becomes the design of a specific structure (›the best possible form‹) for each specific use in accord with desired standards of productivity.«[179] Fullers Dome manifestieren eine holistische Vereinigung von Technik und Natur durch Design. Die Effizienz der Umwandlung von natürlichen Ressourcen in Energie ist für Fuller, so Jonathan Massey, ein Index der gesellschaftlichen Entwicklung, weil die so freigesetzten Ressourcen für andere Zwecke als das Überleben genutzt werden können.[180]

Einen theoretischen Unterbau zu dieser zunächst vor allem auf architektonische Techniken und die Herstellung von Baumaterialien beschränkten These seiner Mitstreiter aus der SSA liefert Fuller 1938 in seinem Buch *Nine Chains to the Moon*.[181] In dieser *Adventure Story of Thought*, so der Untertitel, schildert Fuller, inspiriert von Henry Fords System der Massenproduktion, den Prozess der *ephemeralization*, in dem durch den technischen Fortschritt mit immer weniger Aufwand immer größere Effekte erzielt werden können. Auf diese Weise soll durch den geplanten Einsatz von Technologien die gesellschaftliche Entwicklung so effizient wie möglich gemacht werden. Ineffizienz, der übermäßige Verbrauch von Ressourcen,

177 Ebd., S. 158.

178 Ebd.

179 Ebd.

180 Vgl. Massey, Jonathan: »Necessary Beauty. Fuller's Sumptuary Aesthetic«. In: Chu, Hsiao-yun/Trujillo, Roberto G. (Hg., 2009): *New Views on R. Buckminster Fuller*. Stanford, Stanford University Press, S. 99-124. Hier: S. 108.

181 Der Titel spielt darauf an, dass eine Leiter aller Menschen, aufeinander gestellt, neun Mal bis zum Mond reichen würde.

seien sie materiell oder intellektuell, gefährde die Fortentwicklung des Menschen. Dies betrifft nicht nur die Gestaltung von Objekten oder Gebäuden, sondern auch von Wissen. Trotz endlicher Ressouren wird, so prognostiziert Fuller, mit der Anwendung seinen Methoden der Lebensstandard der wachsenden Menschheit kontinuierlich steigen: »The degree to which we control and are masters of our time and have harnessed our environment to our will and weal, by our time use, determines our numerically specific relative wealth as individuals, or as a social unit comprised of individuals of any number.«[182] Fullers ökologischer Ansatz bleibt, wie Massey unterstrichen hat, der kapitalistischen Moderne verpflichtet, weil er angesichts von Ressourcenknappheit und Umweltzerstörung durch technologische Lösungen gravierende soziale Veränderungen vermeiden will, um den Rahmen der vorherrschenden Ökonomie aufrecht zu erhalten, dabei jedoch Profit durch Effizienz ersetzt.[183] In den Worten Felicity Scotts: »For Fuller, the answer to sheltering unsettled populations did not lie in national governments or intergovernmental institutions adopting policies and technologies to provide fixed housing – he regarded laws, regulatory structures, and land ownership as anachronistic – but rather in developing housing appropriate for the mobility demanded by free-market capitalism.«[184]

In dieser technooptimistischen, technokratischen, mitunter teleologischen Lebens- und Evolutionsphilosophie, die gesellschaftlichen und technischen Fortschritt in eins setzt, wird die Kontrolle von Umgebungen zu einem zentralen Instrument. Vor allem in *Education Automation* von 1962 beschreibt Fuller den Menschen als das einzige Wesen, das in der Lage sei, sein »ecological patterning«[185] aktiv zu verändern. Daraus leitet er einen Imperativ des kreativen, gestaltenden Eingriffs in das *environment* ab, der in diesem Text unter den gleichbedeutenden Titeln *control*, *management* und *design* firmiert. Für die Umsetzung dieser Philosophie nimmt Fuller die jeweils neuesten Technologien in Anspruch. Den Gedanken der *environmental control* setzt er, wie Krausse detailliert beschrieben hat, in seinen architektonischen Prototypen um, die wie etwa das Wichita House, dessen Prototyp Mitte der 1940er Jahre entsteht, als mit der äußeren Umgebung in ständigem Austausch stehende Systeme konzipiert sind. Wie David Nye gezeigt hat, genügt ein Haus mit geraden Mauern und rechtwinkligen Ecken Fullers Effizenzvorstellungen nicht, weil es einer cartesianischen Geometrie gehorcht, die den energetischen Gesetzen des Universums, der Thermodynamik und der Relativitätstheorie widerspricht. Fullers Gebäude sollen auf unterschiedlichen

182 Fuller (1938): *Nine Chains to the Moon*. S. 91.

183 Vgl. Massey, Jonathan: »Buckminster Fuller's Reflexive Modernism«. In: *Design and Culture* 4/3 (2015), S. 325-344. Hier: S. 341.

184 Scott (2016): *Outlaw Territories*. S. 248.

185 Fuller, R. Buckminster (1962): *Education Automation. Freeing the Scholar to Return to His Studies*. Carbondale, Southern Illinois University Press. S. 5.

Maßstabsebenen diesen Regeln der Physik unterliegen.[186] In Fullers Worten: »Man's scientific or intellectual control of his environment is specifically indicated by his progression in tensive cohesive flexibility of adjustment, as directly demonstrated in the ratio of increased tension ability of materials extracted from his environment for that environment's structural encompassment.«[187] Das natürliche *environment* des Menschen enthält demnach bereits jene Formen und Prinzipien, die nachgeahmt werden sollen, damit die vom Menschen hervorgebrachten Strukturen ähnlich effizient werden. Auch in diesem Zitat tritt Fullers holistischer Anspruch einer von den wissenschaftlichen Regeln des Designs angeleiteten Konvergenz von Natur und Technik deutlich hervor. Design besteht in nichts anderem als der Umsetzung der in der Natur bereits angelegten Prinzipien. Architektur ist dazu prädestiniert, diese Prinzipien zu verwirklichen, indem sie aus industriell gefertigten, vorfabrizierten und damit günstigen, allgemein verfügbaren Baumaterialien konstruiert wird – also aus dem, was Lönberg-Holms Katalog anbietet.

Ähnliche Fragen beschäftigen auch den österreichischen Emigranten Frederick Kiesler[188], der ebenfalls Mitglied der SSA ist und mit Lönberg-Holm wie mit Fuller in Austausch steht. Zunächst als Bühnenbildner und Theatertechniker beschäftigt, wendet sich Kiesler nach seiner Emigration 1926 Architektur und Design zu. Nur wenige seiner theoretisch fundierten Entwürfe werden gebaut. Eines der vollendeten Werke ist die 1933 in New York in den Räumen der Modernage Furniture Company als Prototyp errichtete Architekturstudie Space House, mit der Kiesler seinen biotechnischen Ansatz umsetzt: Das Haus besteht aus einer aus Blech geformten, im Inneren mit Gummi beschichteten Schale, verfügt über automatische Türen, Klima- und Lichtanlagen, kann jederzeit umgebaut und den Bedürfnissen der Bewohner angepasst werden. Es bietet unterschiedliche Umgebungen zum Arbeiten, Entspannen und zu sozialen Austausch, hat also, wie auch die nicht umgesetzte Studie Endless House, die über mehrere Jahrzehnte in Form von Modellen, Texte und Zeichnungen entsteht, keine endgültige Form, sondern kann variabel angepasst werden.[189] In diesen Projekten versucht Kiesler, das gebaute *environment* ebenso wie in den 1920er Jahren Theaterbühnen, Ausstellungsräume und Kaufhausschaufenster den Bedürfnissen der umgebenen menschlichen Körper in ei-

186 Nye, David E.: »Energy in the Thought and Design of R. Buckminster Fuller«. In: Chu, Hsiao-yun/Trujillo, Roberto G. (Hg., 2009): *New Views on R. Buckminster Fuller*. Stanford, Stanford University Press, S. 86-98. Hier: S. 88.

187 Fuller (1938): *Nine Chains to the Moon*. S. 187.

188 Nach seiner Emigration änderte Kiesler seinen Vornamen von Friedrich in Frederick.

189 Vgl. Phillips, Stephen: »Toward a Research Practice. Frederick Kiesler's Design-Correlation Laboratory«. In: *Grey Room* 38/Winter (2010), S. 90-120. Hier: S. 98 sowie McGuire, Laura: »Energy, Correalism, and the Endless House«. In: Bollinger, Klaus/Medicus, Florian (Hg., 2015): *Endless Kiesler*. Basel, Birkhäuser, S. 60-88.

nem dynamischen, offenen Prozess anzupassen und diesen Vorgang so weit wie möglich zu automatisieren. Die Formen, die er dafür verwendet, sind in zweierlei Hinsicht organisch: erstens bilden sie Organe des Körpers nach und zweitens basiert ihre Organisation auf dem Verhältnis von Umgebenem und Umgebendem, aus dem heraus ihre Form entsteht.

Unter dem Titel *Correalism*, einer Ableitung von *correlation* und *realism* entwickelt Kiesler in den 1930er Jahren im Kontext der SSA sowie von 1937 bis 1941 im von ihm gegründeten Laboratory for Design Correlation an der Columbia University in New York eine wissenschaftliche Grundlage, auf der Architekten und Designer technologische *environments* herstellen können. In seinem Aufsatz »On Correalism and Biotechnique: A Definition and Test of a New Approach to Building Design« entwirft Kiesler einen Rahmen für seine architektonischen Arbeiten und formuliert eine Theorie der Wechselwirkungen zwischen Menschen und ihren natürlichen wie künstlichen *environments*. Er beschäftigt sich insbesondere mit dem *technological environment*, das den Menschen von anderen Lebewesen unterscheidet: »In its simplest terms it is made up of a whole system of tools, which man has developed for better control of nature.«[190] Dieses *environment* sei jedoch weniger als Effekt der Technikentwicklung denn als Antwort auf menschliche Bedürfnisse zu verstehen, die durch Hilfsmittel aller Art befriedigt werden können. In diesem Sinne dient alles, was der Mensch im Überlebenskampf anwendet, der *environmental control*: »from shirts to shelter, from cannons to poetry, from telephones to painting«[191]. Entsprechend formuliert Kiesler die Aufgabe, die Bedürfnisse des Menschen, insbesondere die fundamentalen Bedingungen seiner Gesundheit, genau zu erforschen, um das *technological environment* zu reorganisieren und Architektur auf neue Grundlagen zu stellen. Zu diesem Zweck definiert er Design als »not the circumscription of a solid but a deliberate polarization of natural forces towards a specific human purpose.«[192] Ein solches Design, das die dem Menschen dienenden Kräfte der Natur nutzbar macht, nennt Kiesler *Biotechnique*. Während Patrick Geddes, auf den Kiesler verweist, mit *Biotechnics* allein die Konstruktionsweise der Natur gemeint habe – was mit Blick auf Geddes' Werk nicht ganz korrekt ist –, umfasst *Biotechnique* in Kieslers Verständnis ausschließlich menschliche Konstruktionsprinzipien: »Nature builds by cell division with the aim of continuity; man can only build by joining parts together into a unique structure without continuity.«[193]

190 Kiesler, Frederick J.: »On Correalism and Biotechnique. A Definition and Test of a New Approach to Building Design (1939)«. In: Braham, William W./Hale, Jonathan A./Sadar, John Stanislav (Hg., 2007): *Rethinking Technology. A Reader in Architectural Theory*. New York, Routledge, S. 61-74. Hier: S. 66.

191 Ebd.

192 Ebd., S. 71.

193 Ebd.

Kieslers Ziel ist es, ähnlich wie Fuller das Haus und den Metabolismus der Bewohner und Bewohnerinnen aneinander zu koppeln. Diese Biomorphologie, die ein organisches Verhältnis der Form von Gebäuden sowie ihrer äußeren *environments* anstrebt, soll Formbildungsprozesse aus der Natur zum Vorbild nehmen und architektonisch nutzbar machen. Stephen Philipps hat entsprechend erörtert, wie Kiesler aus seiner Beschäftigung mit Bühnendesign und den Räumen des Theaters eine Architektur entwirft, die Gebäude nicht durch Wände definiert, sondern als *environments*. Zu diesem Zweck entwickelt Kiesler multimediale Installationen aus Film, Licht und Sound, um die Bewohnerinnen und Bewohner durch ihre verkörperte Wahrnehmung zu einem organischen Bestandteil der bewohnten Gehäuse zu machen. In den Worten Phillips geht es Kieslers Ansatz jedoch nicht nur um ästhetische und sensorische Formen, sondern, ganz im Sinne Lönberg-Holms und Fullers, um Produktivität: »Kiesler sought a healthy coordination between the body and its environment that would improve mass productivity by finetuning the body-machine complex to work to its greatest capacity. He promoted, in effect, a society of perpetual work in the service of mass markets for the ›ultimate purpose‹ of enabling man to construct higher levels of continuous productivity.«[194]

Fuller steht Kieslers eklektischem Ansatz und seinen vielen unvollendeten Arbeiten zwar kritisch gegenüber, die Nähe ihrer Überlegungen zur Gestaltung von *environments* ist aber unübersehbar. Während Kiesler nach dem Krieg vor allem im Kunstbereich tätig ist und Lönberg-Holm mit dem *Sweet's Catalog* seine Überlegungen auf praktische Weise in den Bereich des *information design* fortführt, strebt Fuller nach globaler Umsetzung.[195] Aufbauend auf den Arbeiten der SSA ist sein Ziel, so hat es Krausse formuliert, eine »Philosophie der menschlichen Behausung im Zeitalter ihrer technischen Reproduzierbarkeit«[196], zu deren Durchführung ein »Durchdenken der Entwurfsbedingungen für einen Minimalstandard des industriell reproduzierbaren Hauses«[197] nötig sei. Fuller sucht Antworten auf die Herausforderungen der Industrialisierung und die mit ihr einhergehende ökonomische, politische und soziale Umstrukturierung. In dieser Hinsicht gewinnt die Ökologie für ihn Evidenz, weil sie alternative Konzepte anbietet, zugleich aber mit dem Ansatz der *environmental control* eng an Technik gekoppelt werden kann.[198] Technik ist für Fuller Bestandteil eines »rekreative[n] Potential[s] des Lebens«[199], das diese zu eigenen Zwecken nutzt. Die »strukturell-funktionale Gemeinsamkeit von Organismen und technischen Artefakten«[200] führt Fuller zu einer Architektur, die

194 Phillips: »Toward a Research Practice«. S. 107.
195 Vgl. ebd., S. 113.
196 Krausse (2011): *Unsichtbare Architektur*. S. 15.
197 Ebd., S. 16.
198 Zu Fullers ökologischer Rhetorik vgl. Massey: »The Sumptuary Ecology«.
199 Krausse (2011): *Unsichtbare Architektur*. S. 17.
200 Ebd.

wie bei Kiesler organische Funktionen im Verhältnis zum *environment* modelliert – eine Architektur also, die das Zusammenwirken unterschiedlicher Systeme ermöglichen soll. Diese Verbindung einer systemtheoretischen Perspektive mit neuen Technologien und angewandter Wissenschaft zum Zweck der Gestaltung von Lebensräumen führt konsequenterweise zum *environmental design*, denn die Dynamik von Systemen, in denen Menschen leben, kann nur durch Eingriffe in ihre *environments* gestaltet werden. Entsprechend sieht Reyner Banham in Fullers Arbeiten keine Repräsentation des Maschinenzeitalters, sondern eine einzigartige Antwort auf dessen Herausforderungen.[201] Das wohl bekannteste Beispiel dafür ist der geodätische Dom, den Fuller gemeinsam mit John McHale und Shoji Sadao als US-Pavillion für die Weltausstellung von 1967 errichtet und der weltweit Aufmerksamkeit erregt.[202] Das responsive, computergesteuerte Design reguliert das innere Klima des Doms durch eine adaptive, membranartige Außenhülle, um den Energieverbrauch zu verbessern und eine lebenswerte Atmosphäre zu schaffen.[203] Die Auflösung massiver, zusammenhängender Gebäude durch solche Netzwerke modularer Zellen und Verbände soll zur Anpassungsfähigkeit und Kontrolle einzelner Faktoren führen, analog zur Veränderbarkeit von Faktoren im *environment*. Für Fuller wird, so hat es Krausse ausgedrückt, der »lebende menschliche Organismus als ein seine Umwelt modifizierender Akteur gedacht […], der es mit den internen und externen Zustandsänderungen, den Kräften und Bewegungen zu tun hat, deren Wirken in Grenzen zu halten ist, also nach ›control‹ verlangt.«[204]

Zur gleichen Zeit entwirft Fuller in seinem Text »Education in Comprehensivity« eine Anthropologie der menschlichen Gestaltung von *environments*, die das Verhältnis des Menschen zur Technik genauer fasst.[205] Im Unterschied zu anderen Säugetieren, die wie alle Lebewesen ihre Umgebungen modifizieren, verfüge der Mensch zu diesem Zweck über Werkzeuge, mit denen er Funktionen des *environments* auf technische Weise umzugestalten oder neu zu erschaffen vermöge. Damit könne der Mensch als überaus unspezialisiertes Wesen spezielle Fähigkeiten unterschiedlicher Art erwerben. *Environmental control* durch solche Werkzeuge

201 Vgl. Banham (1960): *Theory and Design in the First Machine Age*. S. 325.

202 Zu Fullers Zusammenarbeit mit John McHale bei der Konstruktion von *learning environments* vgl. Vagt, Christina: »Education Automation. Verhaltensdesign als ästhetische Erziehung«. In: Moser, Jeannie/dies. (Hg., 2018): *Verhaltensdesign. Technologische und ästhetische Programme der 1960er und 1970er Jahre*. Bielefeld, transcript, S. 57-74.

203 Wie Christina Vagt geschildert hat, umfasst Fullers erster Entwurf ein *World Resource Simulation Center*, in dessen »total environment for planning« die ganze Welt simuliert werden sollte. Beauftragt wird Fuller aber letztlich nur mit der Umsetzung der äußeren Architektur des Expo Domes (vgl. Vagt, Christina: »Fiktion und Simulation. Buckminster Fullers ›World Game‹«. In: *Archiv für Mediengeschichte: : Mediengeschichte nach Friedrich Kittler* 13 (2013), S. 51-68).

204 Krausse (2011): *Unsichtbare Architektur*. S. 49.

205 Vgl. Fuller, R. Buckminster/Walker, Eric A./Killian, James A. (Hg., 1970): *Approaching the Benign Environment*. London, Collier.

ist entsprechend als eine Spezialisierung im Allgemeinen zu verstehen. Die entscheidende Neuerung an *environmental control* sei nicht der Versuch, Systeme durch technische Eingriffe zu kontrollieren. Vielmehr gehe es darum, durch den Eingriff in Umgebungen auf das Umgebene einzuwirken.

In seinem in den *Special Report* aufgenommenen Aufsatz von 1968 macht Fuller vor dem Hintergrund dieser Überlegungen deutlich, dass das *environment* als Komplement des erkennenden Menschen nicht nur ein Hilfsmittel, sondern ein Medium seiner Entwicklung darstellt. Der Mensch ist dabei als ein seine Umgebungen verändernder Akteur gefasst, der über Technologien verfügt, um die Kreisläufe und Dynamiken dieser Umgebungen zu seinen Gunsten zu kontrollieren. Fuller spricht von einem »ever evolving environment«[206], das für die vom Menschen erkannte Welt steht, aber auch für alles, was bislang unerkannt darüber hinausgeht, aber mit den von Fuller vorgeschlagenen neuen Methoden erkannt werden kann. »Environment is all else of universe but self.«[207] *Environment* ist also zugleich die uns umgebende Welt sowie ihre Abhängigkeit von unserer Erkenntnis und somit das, was es zu erkennen und zu beanspruchen gilt. Folgerichtig führt Fuller eine doppelte Definition an: erstens eine physikalisch orientierte: »[…] the environment itself always consisting of a complex interaction of different energy phase events«[208]; zweitens eine erkenntnistheoretische: »The environment is entirely dynamic that is to say it is a complex interaction of physical and metaphysical experiences of varying frequencies and quantam magnitudes. To each of us the environment is *everything that is not ›me‹*«[209] In anderen Worten: Das *environment* umfasst »the continually changing sum of all our external experience.«[210] Aus dieser sowohl biologisch-physikalischen wie erkenntnistheoretischen Perspektive schließt Fuller, dass *environmental design* nicht nur die Gestaltung von Umgebungen durch Architektur oder Landschaftspflege umfassen muss, sondern auch den Rückbezug auf das erkennende Subjekt zu leisten und so dessen evolutionärer Fortentwicklung zu dienen habe. Insofern *environmental design* eine technologische Praxis darstellt, ist es für Fuller auch eine pädagogische. Die Möglichkeit der Verbesserung der angeborenen kognitiven Fähigkeiten des Menschen und die damit einhergehende Erweiterung des *environments* durch Erkenntnis liegen in einer Reformation der Wissenschaften des Designs, der Fullers Arbeiten seit der Zwischenkriegszeit gelten. Die Anstrengungen sollten dem *environment* und nicht der Anpassung des Menschen an die äußeren Bedingungen dienen, also dem, was Menschen miteinander verbindet und ihren Ort in der Welt bestimmt. Seine eigene Aufgabe als Gestalter benennt er

206 Fuller, R. Buckminster: »What Quality of Environment Do We Want?«. In: *Archives of Environmental Health* 16/5 (1968), S. 685-699. Hier: S. 688.
207 Ebd., S. 685.
208 Ebd., S. 691.
209 Ebd., S. 692. Hervorhebungen und Kommafehler im Original.
210 Ebd., S. 685.

entsprechend als »reforming the environment – instead of trying to reform man – intent thereby to accomodate and protect humanity's probably much higher intellectual and productive potentials.«[211] Mit den Verfahren des Designs könnten, so Fullers an den Kongress übermittelte Schätzung, auf diese Weise neunzig Prozent der Probleme der Menschheit gelöst werden.[212]

Entsprechend schildert Fuller am Ende seines Beitrags zum *Special Report* auf ähnliche Weise wie der mit ihm befreundete McLuhan, wie die Jugend dieser Zeit als erste Fernseh-Generation einen Sinn für das Globale und die Gesamtheit der Menschheit gewonnen habe, die durch das Fernsehen zu einem Teil ihres *environments* geworden sei.[213] Bei einer genauen Lektüre dieser Passagen wird zugleich deutlich, dass Fuller den Begriff *environment* in unterschiedlichen Funktionen verwendet. In den Jugendlichen seiner Zeit sieht er das menschheitsgeschichtliche Potential, ihre Kapazitäten voll auszuspielen und zu einer umfassenden Erkenntnis des *environments* zu gelangen, um es auf neue Weise zu gestalten: »The young people see clearly that we cannot control our environment until we gain enough confidence both in ourselves and others to permit us to use both our physical resources and our higher faculties to induce each one of us to deal as intelligently with all the world and all people as we would with our most trusted and beloved friends.«[214] *Environment* meint hier zunächst die global geteilte Umgebung: Dass die Menschheit auf dem *spaceship earth* lebt, kann sie, so Fuller, erst erkennen, seitdem das *environment* ihrer Erkenntnis nicht nur die unmittelbare Umgebung umfasst, sondern durch Kommunikationstechnologien den ganzen Planeten, der damit wiederum zum globalen *environment* wird, das es zu schützen gilt.[215] *Environmental pollution*, der Gegenstand des *Special Reports*, erscheint in diesem Kontext als Effekt eines falschen Bewusstseins von den ökologischen Zusammenhängen in einem *environment*, das bestimmt, was gedacht werden kann: »We are cerebrally booby-trapped by yesterday's misinformation-polluted mental stimulus environment.«[216] Verschmutzung betrifft nicht nur die natürliche Umgebung, sondern auch, wie Fuller betont, die mentalen, spirituellen und emotionalen *environments* des Menschen. »The so-called ›natural‹ environment is constantly changing and consists not only of constantly accelerating rates of performance of man's ever changing everyday tool functions but consists also of progessively occuring, inadvertently negative by-products of the change – such as the pollutions not only of air and water, but of the whole mental, spiritual and emotional environment which deteriorates the meanings of

211 Ebd., S. 692.
212 Ebd., S. 696.
213 Zu McLuhans und Fullers Beziehung vgl. Wigley, Mark: »Network Fever«. In: *Grey Room* 4/Summer (2001), S. 82-122.
214 Fuller: »What Quality of Environment Do We Want?«. S. 690.
215 Vgl. Fuller, R. Buckminster (1968): *Operating Manual for Spaceship Earth*. Mattituck, Amereon.
216 Fuller: »What Quality of Environment Do We Want?«. S. 692.

our expendiently abused vocabularies.«[217] Durch technische Maßnahmen sei dieses Problem aber in den Griff zu bekommen. Zu erkennen, dass man auf dem Raumschiff Erde lebt, wäre ein erster Schritt in diese Richtung. Den Beginn dieser »improved environmental control«[218], die all diese Funktionen des Begriffs umfasst, habe Fuller selbst in fünftausend nicht näher spezifizierten, als geodätische Dome lizensierten Bauten in fünfzig Ländern in den letzten fünfzig Jahren gelegt. Damit habe er gezeigt, dass seine »environmental reformation strategy now seems to be both scientifically feasible as well as economically desirable«[219]. Dass der Begriff *environment* in Fullers Text so unterschiedliche Funktionen übernimmt – von der Kennzeichnung des Globalen bis hin zur Desinformation des Individuums –, kann als eine rhetorische Strategie verstanden werden. Sie setzt die Offenheit des Begriffs ein, um *environmental design* sowohl erkenntnistheoretisch zu fundieren wie zur angewandten technologischen Methode zu machen. Umgebungen sind in diesem Kontext nicht nur gestaltbare Lebensräume, sondern auch Räume des Wissens über die Welt. Dieses Wissen wie dieses Leben können jedoch nur durch Technik vermittelt sein.

5.7 Ökologie und Ökonomie

Seit Biopolitik im auslaufenden 18. Jahrhundert, wie von Michel Foucault Ende der 1970er Jahre beschrieben, mit den Herausforderungen der Urbanisierung und dem damit einhergehenden Auftauchen der Bevölkerung als Objekt der Regierung entsteht, sind Stadtplaner und Architekten mit der Gestaltung von Umgebungen zum Zweck der Regulation von Zirkulation betraut. So werden, wie Foucault zeigt, in den einschlägigen Traktaten dieser Zeit Epidemien oder Hungersnöte auf gestaute und gestörte Zirkulation zurückgeführt: »Anders gesagt, es handelte sich darum, die Zirkulation zu organisieren, das, was daran gefährlich war, zu eliminieren, eine Aufteilung zwischen guter und schlechter Zirkulation vorzunehmen und, indem man die schlechte Zirkulation verminderte, die gute zu maximieren.«[220] Um Benjamin Bühlers Formulierung nochmals aufzunehmen: Regulation wird in diesem Kontext Regierung.[221] Als Etappe dieser bis in die Gegenwart anhaltenden historischen Entwicklung dient auch *environmental design* der Vermeidung von Störungen und Stockungen in der Zirkulation und folgt der Intention der Beeinflussung des Umgebenen durch das Umgebene: »The purpose of environmental control is the increase of life for the human organism – the elimination of waste in metabolism.

217 Ebd., S. 689.
218 Ebd., S. 696.
219 Ebd., S. 697.
220 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 37.
221 Bühler (2018): *Ökologische Gouvernementalität*. S. 12.

This is expressed in an increasing surplus of human energy which is released from drudgery and the destructive forces of an uncontrolled environment and becomes available for the promotion of human culture.«[222] *Environmental design* bedeutet jedoch nicht, Zirkulation durch den Einsatz äußerer Kräfte zu steuern, sondern durch kleine Eingriffe auf ökologischer Grundlage, d.h. in die Wechselwirkungen und Kreisläufe eines Systems, die Bedingungen von Zirkulation zu optimieren. Banham, Fuller, Lönberg-Holm und Kiesler bringen, so könnte man sagen, diese Verfahren auf den aktuellen Stand der Technik, reflektieren sie auf epistemologischer Ebene und setzen sie in den zeithistorischen Kontext ihrer Gegenwart.[223]

Von den genannten Autoren, die den Abschluss dieses Kapitels bilden, wird Architektur als Möglichkeit der Gestaltung von Zirkulation gedacht. Als Verteilung von Energie, Menschen und Dingen ist Zirkulation stets an gebaute, den Raum erschließende Strukturen und Infrastrukturen gebunden. Denkt man Architektur auf diese Weise als Umgebungsraum, in dem sich Bewohnerinnen und Bewohner aufhalten, dann erlaubt der Eingriff in die Zirkulation von Energie und Materie, etwa durch Wärme, Luft oder Licht, ganz in Foucaults Sinn die Regulation der Lebensbedingungen der umgebenen Menschen. Da das *environment* eines Gebäudes nur auf eine Weise gestaltet werden kann – etwa durch einen Wert der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit –, es aber eine Vielzahl von Individuen umgibt, übt es zugleich einen normalisierenden Effekt auf die Umgebenen aus. Dies zeigt sich besonders deutlich in den Standards, die unter dem Titel *ANSI/ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* bzw. durch die ISO Norm 7730 für ›thermische Behaglichkeit‹ die Gestaltung der Atmosphäre und des Mikroklimas von Innenräumen etwa in Büros, öffentlichen Gebäuden oder Universitäten regeln. Die Temperatur, die Definition von Komfort und die Luftzirkulation, die von diesen Standards reguliert werden, orientieren sich an den von Povl Ove Fenger 1970 formalisierten Werten des *predicted mean vote* und des *predicted percentage dissatisfied*.[224] Diese durch den Standard festgelegten Durchschnittswerte determinieren den optimalen Metabolismus der umgebenen Körper, die reziprok mit ihrem zu gestaltenden *environment* verbunden sind. Diesen Durchschnittswerten

222 Lönberg-Holm/Larson: »Design for Environmental Control«. S. 159.

223 Zu Foucaults ambivalentem Verhältnis zur Architektur vgl. Wallenstein, Sven-Olov (2009): *Biopolitics and the Emergence of Modern Architecture*. New York, Princeton Architectural Press. Zur Verwandlung architektonischer Räume in Distributionsräume und ihre Infrastrukturen vgl. Gleich, Moritz: »Vom Speichern zum Übertragen. Architektur und die Kommunikation der Wärme«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (2015), S. 19-32.

224 Vgl. dazu Fanger, Povl Ove (1970): *Thermal Comfort-Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Kopenhagen, Danish Technical Press. Vgl. auch Cooper, Gail (1998): *Air-Conditioning America. Engineers and the Controlled Environment, 1900-1960*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

wiederum ist die Normierung der Körper eingeschrieben: sie unterliegen Vorannahmen über die einzubeziehenden Körper, die abweichende Metabolismen ausschließen – die Berechnung der Durchschnittswerte beispielsweise übergeht die in nicht im Durchschnitt abbildbaren Bedürfnisse vieler weiblicher Körper, deren Metabolismus eine höhere Außentemperatur benötigt.[225] Jeder Körper hat spezifische Bedürfnisse, die von Alter, Konstitution, Geschlecht, Kleidung, Statur und Vorlieben abhängen. Die von den genannten Standards des *environmental designs* bedienten Körper entsprechen dem konstruierten Durchschnitt männlicher, westlicher Subjekte, vorzugsweise männlichen Brokern, Ingenieuren oder Wissenschaftlern. Alle davon abweichenden Organismen sind entsprechend gezwungen, sich dieser Norm anzupassen.

Die Ausrichtung von Architektur und Technik auf die Gewährleistung von Zirkulation ist für die thematisierten Architektur- und Designtheoretiker, so kann abschließend zugespitzt werden, ein Umgang mit Umgebungen, ein Wissen um Lebensbedingungen, ein Verfahren der Adaption, eine Herstellung von Belebbarkeit, mithin eine Biopolitik. Indem sie das, was eine modifizierte Umgebung umgibt, indirekt beeinflusst, kann die Biopolitik der Umgebungsgestaltung durch indirekte Maßnahmen Populationen durch die Modifizierung von *environments* regieren, die durch ökologische Relationen mit dem Umgebenen zusammenhängen. Dieses *environmental design* auf den Stand der aktuellen Technik zu bringen, ist das Ziel der behandelten Autoren. Sie begreifen dies zugleich als emanzipatorisches, aufklärerisches, modernes Projekt, weil Technik viel zu lange ohne Berücksichtigung ihrer Umgebungsfunktion verwendet worden sei. Derart modifizierte Umgebungen können nicht länger einer der Seiten der Unterscheidung in artifizielle und natürliche Umgebungen zugeordnet werden, weil sie als Grundlage menschlicher Existenz originär technisch sind.

Im Zuge dieser Umformung vom *environment* als natürlichem Raum des Lebendigen hin zu gestaltbaren, modifizierbaren, kontrollierbaren *environments* verschiebt sich das Verhältnis dieser Räume zur Technik. Das Leben in Umgebungen ist für Banham und Fuller stets an deren Gestaltung gebunden. Sie nehmen die Inspirationen neuer Technologien und Fertigungsweisen auf: von pneumatischen

225 Vgl. Kingma, Boris/van Marken Lichtenbelt, Wouter: »Energy Consumption in Buildings and Female Thermal Demand«. In: *Nature Climate Change* 5/12 (2015), S. 1054-1056. Die Autoren zeigen, dass zwar die durchschnittliche bevorzugte Körpertemperatur von – vermutlich weißen – Männern und Frauen um etwa drei Grad abweicht, die Hauttemperatur aber sehr ähnlich ist. Diese Diskrepanz erklären sie dadurch, dass in der Berechnung von *thermal comfort* die Stoffwechselrate von – weißen – Männern als Variable herangezogen wird, jene von Frauen aber 35 Prozent niedriger sei. Die Körper von Männern erzeugen im Durchschnitt also bei gleicher Tätigkeit und Raumtemperatur viel mehr Wärme als die von Frauen. Die Kategorien von Mann und Frau werden in diesem Aufsatz nicht weiter analysiert, müssten aber ebenfalls auf die zugrundeliegende Selektion hin befragt werden.

Hüllen über Wohnmobile und Klimaanlagen bis hin zu industriellen Produktionsverfahren. Während Banham auf theoretischer Ebene die Auswirkungen technischer Infrastrukturen der Distribution von Elektrizität, Wasser, Luft und Licht auf die Gestaltung von Umgebungen beschreibt, erhebt Fuller den Anspruch, durch seine architektonischen und planerischen Projekte das *environment* des Planeten zu verbessern. Seinem technokratischen Verständnis nach zielt *environmental design* auf jene »Zirkulationsfreiheit«[226], die für Foucault eng mit der Entstehung des Sicherheitsdispositivs verbunden ist und deren Gewährleistung durch Sicherheitstechnologien die »Kehrseite und Bedingung des Liberalismus«[227] darstellt. Die zu Nixons Regierungszeit begonnene *environmental policy*, aber auch die Wirtschaftspolitik der Ablösung des Goldstandards kann ebenfalls als Schritt in Richtung »Zirkulationsfreiheit«[228], verstanden werden.

Wie die Lektüre Nixons und Baudrillards gezeigt hat, vollzieht sich der Aufstieg der Ökologie um 1970 in Korrespondenz zu einer tiefgreifenden Ökonomisierung, in der *environments* quantifiziert und kommodifiziert werden.[229] Die schlichte Ausbeutung von natürlichen Ressourcen wird in dieser durchaus ambivalenten, weil innovativen Umweltschutzpolitik durch die Nutzbarmachung ihres Nachwachsens, ihrer regenerativen Funktion etwa in Form des Erholungswerts von Naturparks für Arbeitskräfte sowie umfassenden Maßnahmen quantifizierender Erfassung ersetzt. Um die Brisanz der Transformationen um 1970 zu erfassen, ist es wichtig, diese Verquickung von Ökologie und Ökonomie in Verbindung mit der Entwicklung des *environmentalism* wie des *environmental designs* zu sehen. Erst in diesem Kräftefeld wird deutlich, welche Funktionen dem Begriff seitdem zugeschrieben werden und welche Ambivalenzen damit verbunden sind.

Der vorgeschlagene Blick auf die Rolle der Ökologie in diesen Entwicklungen macht deutlich, dass die in der Gesetzgebung Nixons beispielhaft manifestierte Verquickung der US-amerikanischen Umweltpolitik mit der Kommodifizierung von *environments* durch *environmental management* und die zu dieser Zeit verhandelten Verfahren des *environmental design* einem ähnlichen Motiv folgen. Stockende Zirkulation in Ökosystemen wird in beiden Kontexten als Ursache von Problemen identifiziert. Das Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem wird sowohl in Nixons Umweltpolitik als auch im *environmental design* als synthetisierbar, d.h. auf künstliche Weise modifizierbar und damit quantifizierbar gedacht. »Zirkulationsfreiheit«[230] in ökologischer wie ökonomischer Hinsicht ist das Ziel dieser Politik.

226 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 78.

227 Foucault (2009): *Die Geburt der Biopolitik*. S. 100.

228 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 78.

229 Vgl. für Beispiele dieser Prozesse Luke, Timothy W.: »Developing Planetarian Accountancy. Fabricating Nature as Stock, Service, and System for Green Governmentality«. In: Dahms, Harry F. (Hg., 2009): *Nature, Knowledge and Negation*, Emerald Group, S. 129-159.

230 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 78.

Als Gegenstand von Design werden *environments* selbst Variablen. Eben dies weist Baudrillard nicht einfach zugunsten einer Rückkehr zu einer natürlichen Natur zurück, sondern begreift diese Entwicklung als historischen Effekt einer neuen Signifikantenlogik sowie als weitere Eskalationsstufe kapitalistischer Inwertsetzung. Ökologie erscheint dem Baudrillard dieser Jahre als Symptom der Loslösung des Signifikanten vom Signifikat. Quantifizierbarkeit, Kommodifizierbarkeit und Modifizierbarkeit können demzufolge als Auswirkungen dieser Ablösung verstanden werden, weil Werte ebenso frei flottieren wie Zeichen.

In diesem Sinne zeigt der Blick auf die Situation um 1970, auf die dreifache Ausweitung hin zu einer sozialen Bewegung, zu einer (bio-)politischen Praxis und zu einer Technologie der Umgebungsmodifikation, wie in diesem historischen Moment ökologisches Wissen, die Gestaltung von *environments*, der *environmentalism* und die Ökonomisierung von Ressourcen ein komplexes Kräftefeld bilden. Der Begriff gewinnt seine Plausibilität zu dieser Zeit gerade dadurch, dass *environments* geschützt werden sollen, technisch gestaltet werden können und deshalb als quantifizierbare Variablen zum Gegenstand von Politik werden. Das systemische Wissen der kybernetischen Ökologie wird durch Technologien der *environmental control* zum Instrument der Herstellung von Lebensräumen – zur Biopolitik.

In ihren unterschiedlichen Erscheinungsformen von populären Aneignungen bis hin zur akademischen Wissenschaft wird Ökologie im Zuge dieser Entwicklungen um 1970 zum zentralen Austauschpunkt von Wissen und Macht. Mit Hilfe des von Timothy Luke anhand eben dieser Entwicklungen erarbeiteten Konzepts der *ecogovernmentality* kann nachvollzogen werden, wie die akademisch erforschte *environmental protection* zur Staatsaufgabe wird und welche Konsequenzen dies mit sich bringt.[231] Die schon von Baudrillard bei der *International Design Conference* in Aspen eindringlich kritisierte kapitalistische Ausbeutung nicht nur des *environments*, sondern auch des *environmentalisms*, die historisch im Kontext von Nixons protoneoliberaler *environmental policy* steht, kann mit Lukes Ansatz in einem umfassenderen Zusammenhang situiert werden. Seine Ausgangsthese lautet, dass sich Regierungspraktiken im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts zunehmend dem *environment* als Raum der Machtausübung zuwenden. Im Hintergrund der von Luke geschilderten Entwicklung stehen vor allem die Folgen der Ölkrise 1973 und die Auswirkungen des Kalten Krieges, in denen Ressourcenknappheit, globale Verbundenheit und Wettrüsten aufeinandertreffen – bis hin zur Rechtfertigung eines ›ökologischen Ausnahmezustands‹ in der Gegenwart.[232] Ökologie sei, so Lukes zugespitz-

231 Vgl. Luke, Timothy W.: »The (un)wise (ab)use of Nature. Environmentalism as Globalized Consumerism?«. In: *Alternatives* 23/2 (1998), S. 175-212. Vgl. zu einer gouvernementalen Interpretation des *environments* in Anlehnung an Foucault Luke: »On Environmentality«.

232 Zu diesem Ausnahmezustand vgl. Smith, Mick (2011): *Against Ecological Sovereignty. Ethics, Biopolitics, and Saving the Natural World*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

te These, als Ordnung eines Wissensgebietes wie als Praxis der Machtausübung eine Anpassungsleistung des Kapitalismus an mangelnde Ressourcen und somit der Rahmen einer neuen, eben ökologisch ausgerichteten Gouvernementalität.[233] An den Schauplätzen biopolitischer Auseinandersetzungen führe die Ausrichtung auf *environments* zu einer Übernahme ökologischer Werkzeuge in das Inventar des Neoliberalismus, das zugleich die technischen Möglichkeiten zur Kontrolle von *environments* erschließt. Über Lukes politikwissenschaftlichen Ansatz hinaus ist es jedoch wichtig, diesen Prozess auch epistemologisch zu lesen und mithin Umgebungsverhältnisse selbst – und nicht nur den Umgang mit Ressourcen – als Machtverhältnisse zu verstehen.

Die sowohl von Nixon als auch von den Designern in Aspen vorgeschlagenen Lösungen eines *environment by design* lassen jene Spannungen hervortreten, die noch heute die Debatten um das Anthropozän beherrschen. Wie deutlich geworden ist, bildet die *environmental policy* seit der Regierung Nixons einerseits die Grundlage für eine Manifestation des *environments* auf dem Feld der Politik – und seine sofortige Vereinnahmung – als auch den Ausgangspunkt einer Neuausrichtung von Verwertungsmechanismen. Entsprechend kann diese Konstellation auch auf die Gegenwart bezogen werden. Der Historiker Jason W. Moore hat in seinem Buch *Capitalism and the Web of Life* systematisch die Verbundenheit von Ökonomie und Ökologie aufgezeigt. Seine Überlegungen erlauben, die am diskursiven Kreuzungspunkt um 1970 vollzogenen Transformationen in einem breiteren Rahmen zu verorten: »Capitalism is not an economic system; it is not a social system; it is a way of organizing nature.«[234] Während Theorien des Kapitalismus häufig den Anschein erwecken, die Natur sei etwas dem Kapitalismus äußerliches und ein Gegenstand seiner Ausbeutungsinstrumente qua Rationalisierung, Quantifizierung und Kommodifizierung, zeigt Moore darüber hinaus die Angewiesenheit des Kapitalismus auf Natur als Ko-Produktion von Macht, Kapital und Ressourcen: »[…] Capitalism has survived not by destroying nature (whatever that might mean), but through projects that compel nature-as-oikos to work harder and harder – for free, and at very low cost.«[235] Diese Organisation besteht in der Inwertsetzung und Abhängigkeit von den sogenannten *four cheaps*: Arbeitskraft, Nahrung, Energie und Rohstoffe. Kapitalakkumulation als Inwertsetzung der Natur durch Anverwandlung der *four cheaps* wird mit Moore als beständige Transformation des Planeten

233 Vgl. Luke, Timothy W.: »Environmental Governmentality«. In: Gabrielson, Teena/Hall, Cheryl/Meyer, John M. et al. (Hg., 2016): *The Oxford Handbook of Environmental Political Theory*. Oxford, Oxford University Press, S. 460-474.

234 Moore, Jason W. (2015): *Capitalism in the Web of Life. Ecology and the Accumulation of Capital*. London, Verso. S. 2.

235 Ebd., S. 13.

verständlich.[236] Eine zeitgemäße Kritik kapitalistischer Verfahren kann demnach nicht einfach darin bestehen, die Natur vor dem kapitalistischen Zugriff zu bewahren. Vielmehr muss die enge Verflochtenheit der kapitalistischen Weltordnung mit der durch sie organisierten Natur bedacht werden. Die Verfahren des *environmental design*, des *environmental managements* und des *environmental engineerings* bilden in dieser Hinsicht eine Möglichkeit der ökologischen Organisation von Natur durch die Sicherstellung ihrer Reproduktion, also etwa das Nachwachsen von Ressourcen, die Verfügbarkeit von Nahrung oder die Nutzbarmachung vorhandener Energiequellen.

Die Organisation der Natur geschieht Moore zufolge durch die Relationalität von *species* und *environments*. Die Dyade bildet den Ankerpunkt, an dem Moore seine Thesen ausrichtet: »Humanity is a species-environment-relation.«[237] Alle menschlichen Gesellschaften organisieren durch die Relationen zum *environment* notwendigerweise Natur. Diese kann nicht mehr als Substanz begriffen werden: »Our concern is human relations as always already interpenetrated with the rest of nature, and therefore always already both producers and products of change in the web of life.«[238] In kapitalistischen Gesellschaften sind diese Prozesse auf endlose Akkumulation ausgerichtet. Als menschliche Aktivität ist der Kapitalismus ökologisch mit der Natur verflochten: »Such a perspective would situate the creative and generative relation of species and environment as the ontological pivot – *and methodological premise* – of historical change.«[239] Moore erweitert diese Reziprozität hin auf die den Menschen als Lebewesen charakterisierende Fähigkeit des »environment-making«[240], das über die Prozesse der Landwirtschaft, der Urbanisierung und des Rohstoffabbaus hinaus auch symbolische und wissenschaftliche Prozesse, mithin Ideen der Natur umfasst. Letztere trennen in den seit der Aufklärung dominanten Formen Kultur und Natur voneinander und rechtfertigen durch diese Externalisierung der Natur ihre Ausbeutung. In diesem Verhältnis liegt zugleich die Möglichkeit von Veränderungen, weil Kapitalismus nur als eine Ausprägung dieser Relation unter anderen erscheint und andere, non-dualistische Konzepte von Natur möglich seien.

Moore diagnostiziert jedoch eine Krise, weil der Zyklus der Kapitalisierung mit dem Versiegen der für den fossilen Kapitalismus essentiellen Rohstoffe und dem aus ihrem Verbrauch resultierenden Klimawandel unter Druck gerate. Die ökologische Krise, die eine geopolitische Phase globaler Unsicherheit seit den 1960er Jahren fortsetzt, wird, das zeigen die Gesetzgebung Nixons und die Intensität der

236 Vgl. für eine ähnliche Perspektive Wark, McKenzie (2016): *Molecular Red. Theory for the Anthropocene*. London, Verso.
237 Moore (2015): *Capitalism in the Web of Life*. S. 11.
238 Ebd., S. 42.
239 Ebd., S. 35. Hervorhebungen im Original.
240 Ebd., S. 3.

Debatten in Aspen, auf planetarischer Ebene beschrieben und öffentlich rezipiert. Versteht man die in diesem Kontext entstehenden Verfahren des *environmental designs* als Biopolitik, dann ist es sinnvoll, diese Biopolitik nicht nur auf Bevölkerungen, sondern auf planetarischen Maßstab zu beziehen – auch Moores Argumentation macht diese Ausweitung deutlich. Das *environment*, um das es den verschiedenen Ausprägungen des *environmental designs* wie den späteren Verfahren des Resilienz-Trainings geht, ist immer auch das *environment* des Planeten. In den in diesem Kapitel zitierten Texten wird der Planet als ganzer angesprochen und im Lokalen das Globale gesucht. Das Leben der Bevölkerung steht als das Überleben des Planeten in Frage. Im letzten Kapitel sollen nun die bei diesen Prozessen im Hintergrund stehenden Fragen nach Innen und Außen, nach der Umgebung des Umgebenden sowie nach den Kreisläufen der Kausalität anhand von Beispielen aus verschiedenen Kontexten dieses Buches nochmals gestellt werden. Die Geschlossenheit des globalen Ökosystems und die Konstruktion von ökologisch organisierten *closed worlds* werden dabei als ein Umgang mit knappen Ressourcen und als ein Versuch der Schließung lesbar, die Zirkulation in einen unendlichen Kreis verwandeln soll.

6 Genealogien der Zirkulation: Kreise und Kreisläufe der Geschlossenheit

Ökologisches Wissen ist, so kann man an dieser Stelle festhalten, ein Wissen von Kreisläufen und Kreisen, von Zirkulationen und ihren Regulationen. Die Geschichte dieses Wissens ist durchzogen von Denkmodellen, Metaphern, Bildern und Schemata, die auf Symbole sowie Geometrien des Kreisförmigen zur Darstellung von Zirkulationen zurückgreifen. In ihrer historischen Breite erfassen sie nicht nur, wie etwas auf etwas anderes wirkt, sondern auch, wie jenes auf dieses zurückwirkt und dabei eine kausale Kette von Wechselwirkungen in Gang setzt – Rekursion, Reziprozität und Relationalität sind in der Ökologie häufig an Figuren des Kreises gebunden. Solche Ketten der Wechselwirkung werden zwar im Verlauf der Geschichte ökologischen Wissens unterschiedlich interpretiert – Modelle der Balance wechseln ab mit Modellen der Dynamik, während Konzepte wie Biozönose, Holocoen, Ökosystem oder Autopoiesis vom Wandel dessen zeugen, was unter der Verschränkung des *environments* mit dem Organismus verstanden wird. Im Mittelpunkt stehen jedoch durchgehend Figuren der Zirkulation. Wie sich diese Figuren der Zirkulation und die Figuren des Kreises zueinander verhalten und wie sie operationalisiert werden, darum geht es in diesem Kapitel.

Die Wissensbestände der Kybernetik sind in der Nachkriegszeit eine Inspirationsquelle für die Institutionalisierung der Ökologie als Wissenschaft, weil sie eine Reihe von Instrumenten und Regelhaftigkeiten an die Hand geben, um Zirkulation als Rekursion zu formalisieren und zu modellieren. Für die erste Macy-Konferenz über *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems* bereitet George Evelyn Hutchinson 1948 sein für die kybernetische Ökologie maßgebliches Paper über »Circular Causal Systems in Ecology« vor. Hutchinson zufolge besteht Zirkulation darin, dass Faktoren in einem System derart aufeinander wirken, dass sie Ursache und Wirkung von anderen Faktoren des Systems sind: »It is, therefore, usual to find in natural circular systems various mechanisms acting to damp oszillations, and self-correcting mechanisms may be introduced at several points in the circular path«.[1] Raymond Lindeman nimmt diesen Ansatz der Rekursion in seiner

1 Hutchinson: »Circular Causal Systems in Ecology«. S. 221.

limnologischen Arbeit ebenso auf wie Eugene Odum in seiner wirkmächtigen Definition des Ökosystems von 1953: »Any entity or natural unit that includes living and nonliving parts interacting to produce a stable system in which the exchange of materials between the living and the nonliving parts follows circular paths is an ecological system or ecosystem.«[2] Ausgehend von diesen beiden prägnanten Beispielen kann man die Geschichte der Ökologie als den Versuch beschreiben, Zirkulationen zu identifizieren, Darstellungsweisen für Kreisläufe zu finden und schließlich Instrumente zu ihrer Kontrolle zu entwickeln. Es geht ökologischem Wissen, mit Foucault gesprochen, über die Beschreibung ökologischer Zustände hinaus darum »Zirkulation zuzulassen, zu gewährleisten, sicherzustellen«[3].

Doch das Interesse der Ökologie an Kreisläufen und ihre historische Gebundenheit an Figuren der Zirkulation erklärt noch nicht die Prävalenz des Kreises in den Darstellungen, Diagrammen und Modellen der Ökologie. Ein Kreislauf muss kein Kreis sein. Es gibt keine sachliche Notwendigkeit, auf die Symbolik des Kreises zurückzugreifen. Diese Symbolik und die Instrumentalisierung der geometrischen Form bilden vielmehr einen Überschuss, der aus der Darstellung ökologischer Sachverhalte nicht zu erklären ist. Stattdessen gibt er einen Hinweis auf die Bedeutung von Ideen der Ganzheit, Geschlossenheit und Harmonie für ökologisches Wissen. Im Folgenden soll es darum gehen, anhand unterschiedlicher Beispiele die Bedeutung von Kreisläufen in der Ökologie, in ihrer Diagrammatik, ihrer Popularisierung und den Wissensformen geschlossener Systeme auf die Rolle des Kreises zu beziehen. So werden einige der historischen Spannungen deutlich, in denen die Ökologie insbesondere im Zeitraum zwischen 1948 und 1970 befangen ist. Die Prävalenz des Kreises führt die Dominanz von Stabilitäts- und Gleichgewichtsmodellen sowie schließlich auch holistischer Denkfiguren in der Ökologie vor, die auf die kosmologische Ikonographie des Kreises zurückgreifen. In dieser antiken und mittelalterlichen Tradition ist der Kreis ein vormodernes Symbol für eine harmonische, rationale Weltordnung, das mit dem Beginn der Frühen Neuzeit und der Entstehung der modernen Astronomie an Evidenz verliert.[4] Dass die Ökologie trotz aller Versuche, Dynamik und Komplexität beobachtbar zu machen, immer wieder – mitunter mit offenen Widersprüchen zwischen der Kreisform und ihrer Unterbrechung – auf diese Symbolik zurückgreift, zeigt ihre Involviertheit in die kosmologischen Aushandlungen von Weltbildern der Ganzheitlichkeit. So verwundert es nicht, dass mit Theorien der Resilienz, der Unvorhersagbarkeit und Multistabilität, die um 1970 entstehen und explizit gegen Modelle der Balance und

2 Odum (1953): *Fundamentals of Ecology*. S. 9.

3 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 52.

4 Zur Diagrammatik des Kreises in kosmologischen Traktaten des Mittelalters vgl. Müller, Kathrin (2008): *Visuelle Weltaneignung. Astronomische und kosmologische Diagramme in Handschriften des Mittelalters*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.

des Gleichgewichts argumentieren, die Kreisform zumindest in der akademischen Ökologie drastisch an Einfluss verliert. Diese Ansätze verzichten auf den Anspruch, Ökosysteme als Ganze oder ihre Zirkulationen als geschlossene Kreise darzustellen. Sie benötigen diese Symbolik nicht mehr, weil sie nicht nach Harmonie und einer rationalen Ordnung streben.

Das ökologische Wissen um Kreisläufe und die Symbolik des Kreises konvergieren nicht nur in der Diagrammatik der Ökologie und der Symbolik der ersten Fotografien der Erde aus dem Weltall, um die es im zweiten Teil dieses Kapitels gehen wird. Auch in den Versuchen der Konstruktion geschlossener Ökosysteme werden Kreise und Kreisläufe verbunden. Solche im dritten Teil vorgestellten Projekte sind nicht nur Höhepunkte des *environmental design*, sondern als unabschließbare Versuche zu verstehen, die Geschlossenheit des Kreises auf die Kreisläufe künstlicher Ökosysteme zu projizieren und diese als *closed worlds* hermetisch vom Außen abzutrennen.

Im vierten Teil des Kapitels werden diese Beobachtungen schließlich anhand der von James Lovelock und Lynn Margulis im Kontext der Forschung an Lebensbedingungen auf fremden Planeten entworfenen Gaia-Hypothese fortgeführt und dann auf die Gegenwart übertragen. Bruno Latours Aneignung des Gaia-Konzepts, um die es dabei geht, stellt das Fortleben einer holistischen Ganzheitsmetaphysik dar, die ebenfalls auf Kreise und Kreisläufe zurückgreift. Latour nimmt die um 1970 entwickelte Gaia-Hypothese seit etwa 2010 zum Ausgangspunkt einer ökologischen Reformulierung seiner Philosophie, die sich von der Moderne abgrenzt und daher nicht zufällig zu Bildern des Kreises und der Sphäre zurückkehrt: Modernekritiker sind Kreistheoretiker. Mit diesem Sprung in die Gegenwart kann das Nachleben holistischer Figuren in aktuellen Fragestellungen weiterverfolgt und so der Bogen dieses Buches geschlossen werden.

Insofern in der Ökologie Wissensformen des Zirkulären und Darstellungsformen des Runden einander wechselseitig hervorbringen und das eine nicht einfach das andere repräsentiert, korrelieren in diesem Kontext – im Sinne einer Poetologie des Wissens – »das Auftauchen neuer Wissensobjekte und Erkenntnisbereiche mit den Formen ihrer Darstellung«[5]. Eine solche Poetologie, deren Verfahrensweisen Joseph Vogl umrissen hat, geht davon aus, dass »jede Wissensordnung bestimmte Darstellungsoptionen ausbildet, dass in ihrem Inneren besondere Verfahren wirksam sind, die über die Möglichkeit, über die Sichtbarkeit, über die Konsistenz und die Korrelation ihrer Gegenstände entscheiden«[6]. Entsprechend soll in diesem ab-

5 Vogl (2004): *Kalkül und Leidenschaft*. S. 13.

6 Ebd. In der Ökologie werden ähnliche Kreislaufmodelle verhandelt wie in der Entstehung der Poetik des ökonomischen Menschen im 17. und 18. Jahrhundert, um die es Vogl geht. Ökonomische und ökologische Kreisläufe unterscheiden sich jedoch in einigen zentralen Punkten: In der Ökonomie ist Zirkulation an die repräsentative Funktion von Zeichen gebunden und wird vom Verhältnis von Schuld und Gegen-Schuld angetrieben. In der Ökologie geht es nicht um Schuld

schließenden Kapitel die Poetologie ökologischen Wissens anhand von Kreisen und Kreisläufen in den Mittelpunkt rücken. Die Betrachtung von Epistemologien des Umgebens, die in der Diagrammatik von Kreisläufen sowie der Ikonographie von Kreisen artikuliert werden, findet in dieser poetologischen Betrachtungsweise eine Möglichkeit, Ästhetik und Wissen zu verschränken.

6.1 Das Verschwinden des Außen

Die Transformation von einer Konzeption des *environments* als anti-artifiziell hin zur Möglichkeit seiner technischen Gestaltung kulminiert, wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, in den 1960er und 1970er Jahren in unterschiedlichen Gebieten darin, das Umgebende als konstitutiven Bestandteil eines Ganzen zu begreifen. Dieses Wiederaufleben holistischer Denkfiguren geht, so kann man die Entwicklung abstrahierend zusammenfassen, mit einer Rekonfiguration der Grenze zwischen Innen und Außen einher. Wie an den bisherigen Beispielen bereits deutlich wurde, wird im Zuge der Durchsetzung ökologischer Reziprozität und kybernetischer Rekursion als Erklärungsmodellen die Grenze von Innen und Außen durch das dyadische Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem ersetzt. Die Unterscheidung von Innen und Außen wird dabei nicht aufgelöst, sondern in die Unterscheidung von Umgebendem und Umgebenem integriert. Dadurch verschwindet die Äußerlichkeit des Außen, weil das Umgebende je nach Erklärungsansatz reziprok oder rekursiv auf das Umgebene bezogen ist. Als Umgebendes ist das *environment* nicht mehr das nur durch seine Äußerlichkeit definierte Gegenteil des Inneren, sondern so mit diesem verschränkt, dass es im Ganzen kein Außen mehr gibt. Die exkludierende Trennung in Innen und Außen wird durch eine Relation ersetzt, in der das Äußere als Umgebung stets Teil des Inneren ist und es kein Außen außerhalb der Umgebung gibt.

Entsprechend kann man in den ökologisch geprägten Debatten dieser Zeit beobachten, wie parallel zur Durchsetzung der Annahme einer ökologischen Verbundenheit aller Faktoren der Horizont des Außen an Bedeutung verliert. Wenn alles miteinander verbunden ist, wie die Ökologien dieser Zeit, vor allem in ihrer populären Fassung, nicht müde werden zu betonen, dann ist nichts mehr ausgeschlossen, weil alles aufeinander verweist. So schreibt der einflussreiche Ökologe Gar-

---

oder Besitz, sondern um Prozesse des Verbrauchs, die letztlich auf die durch die Sonne zur Verfügung gestellte Energie zurückgeführt werden können. In der Ökologie gibt es Verbrauch, aber keine Zahlungen. Die Gleichgewichtsmodelle der Ökonomie sollten daher trotz konzeptueller Übertragungen und der im vorangehenden Kapitel dargestellten historischen Koinzidenz von ökologischem und ökonomischem Wissen nicht mit jenen der Ökologie gleichgesetzt werden.

rett Hardin 1972: »We can never do merely one thing.«[7] Wenn alles miteinander verbunden ist, dann gibt es ebenfalls nichts und niemanden, der einen Ort außerhalb der Umgebung beanspruchen könnte. Alles erscheint als Teil des Ganzen und die Ökologie als entsprechendes Orientierungswissen. Dies betrifft auch das Problem des Beobachters, das tief in die Experimentalanordnungen der Erforschung von Ökosystemen eingelassen ist, weil nur ein externer Beobachter Umgebenes und Umgebendes zugleich beobachten kann bzw. mit seiner Beobachtung diese Unterscheidung hervorbringt. Doch mit dem Verschwinden des Außen wird auch eine unbeteiligte Beobachterposition unmöglich. Der lokale Kontext spiegelt sich im globalen Ökosystem. Dies hat Konsequenzen für den Ort des Beobachters, die Kausalitäten der Wechselwirkung und die Verbundenheit aller Faktoren, die im Folgenden beschrieben werden sollen.

Schon Patrick Geddes hat 1915 in *Cities in Evolution* das Verhältnis des Lokalen zum Globalen hervorgehoben und auf seine Bedeutung für eine Praxis des Umgebungsdenkens hingewiesen: »›Local character‹ is thus no mere accidental old-world quaintness, as its mimics think and say. It is attained only in course of adequate grasp and treatment of the whole environment, and in active sympathy with the essential and characteristic life of the place concerned.«[8] Nur in seinem Bezug auf das Ganze könne das Lokale adäquat und ohne Hierarchie zwischen den Polen des Großen und des Kleinen verstanden werden. Der lokale Charakter eines Ortes – d.h. der Verhältnisse von Bewohnern und Bewohnerinnen zu ihren lokalen Umgebungen aus Stadtteilen, Häuserblöcken oder Wohnungen – ist ein notwendiger Teil des Ganzen, das bezeichnenderweise von Geddes nicht näher bestimmt wird. So wie dieses Ganze nur aus der Zusammensetzung der Einzelteile und ihrem Mehrwert verstanden werden kann, so müssen die Teile in ein Verhältnis zum Ganzen gesetzt werden. Der aus Geddes' Formulierung und ihrer ökologischen Fortentwicklung abgeleitete Wahlspruch von Hippies und *environmentalists*, ›think globally, act locally‹, verdichtet, dass *environment* sowohl die konkrete Umgebung als auch das große Ganze meint, weil beides durch ökologische Relationen miteinander verknüpft ist. Jede lokale Handlung hat globale Auswirkungen, die wiederum alles Lokale beeinflussen. Das Lokale ist Teil des Globalen, dessen Veränderungen in jedem lokalen Bestandteil hervortreten, weil lokale *environments* im Plural in einem globalen *environment* im Singular zusammenhängen, das als Umgebendes Umgebungen umgibt. Erst in dieser Doppelung von Lokalem und Globalem gewinnt der *environmentalism* seinen Status als Orientierungswissen, weil sie sinnstiftend für jede noch so unbedeutend erscheinende Handlung vor Ort wirkt und eine externe Position unmöglich erscheint.

7 Hardin, Garrett (1972): *Exploring new Ethics for Survival. The Voyage of the Spaceship Beagle*. London, Penguin. S. 38.

8 Geddes (1915): *Cities in Evolution*. S. 397.

Die Zirkularität der ökologischen Allverbundenheit konstituiert, wie Dieter Mersch schreibt, einen »Modus der Schließung«[9], in dem gilt: *everything is connected to everything else*. Mit dieser Prämisse des *environmentalism* sind Annahmen über das Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem verbunden, die in der Geschichte der Ökologie in einer Reihe von Symbolen, Metaphern und Denkbildern durchgespielt werden. Das *environment*, das dem traditionellen Verständnis von Natur, von dem sich der *environmentalism* absetzen will, als unverbundenes (und damit ausbeutbares) Außen erschien, wird nunmehr ins Innere geholt, um es dort zu reflektieren. Im Zuge dieser um 1970 ihren Höhepunkt erreichenden Bewegung, die von der von Anselm Franke kuratierten Ausstellung *The Whole Earth* nachgezeichnet wurde, verschwindet das Außen als regulative Instanz wie als Projektionsfläche zugunsten einer ökologischen Epistemologie des Umgebens, die immer wieder auf Kreisformen und entsprechende Symboliken zurückgreift.

In dieser theoretischen Bewegung wird das Außen durch Integration bearbeitet, um es als inneres Äußeres im Sinne eines *environments* fortleben zu lassen und als äußeres Außen aufzuheben. Es wird, in anderen Worten, die Umgebung des *environments* als Umgebende in die verschobene Unterscheidung von Innen und Außen integriert. Dies führt zu einer Suche nach der ›einen Welt‹ oder dem ›großen Ganzen‹, das alles zusammenhält.[10] In den Holismen der Gegenkultur, der Künste sowie der Ökologie der 1960er und 1970er Jahre hat dieses Ganze seinen Ort und in den von der Apollo 8-Mission der NASA übermittelten Fotografien sein erstes Bild. In den Aufnahmen der Erde aus dem Außen des Weltalls gerinnt 1968 die ins Innere gerichtete Bewegung. Sie kündigen die neue Bedeutung von Umgebungsverhältnissen an, die wiederum ein Aufleben holistischer Denkfiguren katalysiert, wie es sich in den bereits beschriebenen populären Aneignungen der Ökologie etwa im *Whole Earth Catalog* oder am *Earth Day* ausprägt. Im Kontext der Entwicklung des *environmentalisms* tritt das *environment* als etwas Umgebendes im Inneren in Erscheinung – in den Worten Frankes als »Re-Import dessen […], was im Zuge der Expansion der Moderne zunächst ausgeschlossen und alterisiert worden war: das Fremde, Affektive, Spielerische, Irrationale, Exotisierte.«[11] Während die Expansion der westlichen Kultur an ihre äußersten Grenzen mit der Mondlandung einen finalen Moment erlebt, treten mit der komplementären Suche nach neuen Grenzerfahrungen im Inneren, für welche die Gegenkultur der 1960er Jahre mit Drogenexperimenten und der Aneignungen östlicher Philosophien der Innerlichkeit steht,

9 Mersch: »Ökologie und Ökologisierung«. S. 188.

10 Vgl. zur Geschichte der Bezugnahme auf die ›eine Welt‹ Kuchenbuch: »›Eine Welt‹ im Bild« sowie die Beiträge in van Munster, Rens/Sylvest, Casper (Hg., 2016): *The Politics of Globality since 1945. Assembling the Planet*. London, Routledge.

11 Franke, Anselm: »Earthrise und das Verschwinden des Außen«. In: Diedrichsen, Diedrich/ders. (Hg., 2013): *The Whole Earth. Kalifornien und das Verschwinden des Außen*. Berlin, Sternberg Press, S. 12-20. Hier: S. 13.

neue Umgebungsräume hervor. Auch sie müssen gestaltet, gemanagt und geplant werden. Frédéric Neyrat hat betont, dass dieser Blick ins Innere, den er als *reversal of the frontier* beschreibt, mit der Annahme der technischen Kontrollierbarkeit der neuen Umgebungsräume einhergeht: »The psychophysical investment of the conquest of space during the Space Age was transformed into an investment regarding the conquest of the Earth: a hypermodern conquest in search of an Earth 2.0 that is not outside of geostationary orbit but rather resides on the workshop table of geoengineers.«[12] Es geht nunmehr jedoch um ein planetarisches Ganzes, das nur ganz oder gar nicht vor dem Untergang gerettet werden kann.

Die »grenzenlose Einschließung«[13] durch das Verschwinden des Außen, also die Herstellung einer Geschlossenheit, deren Form der Kreis ist, hat Franke anhand der kalifornischen Counterculture herausgearbeitet und zugleich die methodischen Probleme benannt, die bei der Auseinandersetzung mit dieser »alle Differenz und Ideologie scheinbar transzendierenden und grenzenlosen Konsens produzierenden Vereinheitlichungsmaschine«[14] des globalen Ganzen auftauchen. Dieser Überlegung folgend geht es in diesem Kapitel darum, die »historischen und strukturellen Bedingungen dieser Einschließung«[15] herauszuarbeiten und schließlich auf die epistemologischen, experimentellen wie architektonischen Verfahren zu beziehen, die Grenzen eines künstlichen *environments* als un-umgebene Umgebung zu definieren. In den Projekten der Herstellung geschlossener Welten, die im Folgenden thematisiert werden, sollen künstliche Umgebungen von ihren äußeren Umgebungen durch umfangreiche Maßnahmen der Schließung losgelöst werden – also Umgebungen geschaffen werden, die selbst nicht umgeben sind.

Die Neubestimmung der Grenze zwischen Innen und Außen, die sowohl ökologische Texte dieser Zeit als auch den *environmentalism* beschäftigt und die von Bruno Latour erneut aufgenommen wird, impliziert vier Konsequenzen:

- erstens, dass *environments* nicht länger als unbedeutende Hintergründe eines eigentlichen Geschehens betrachtet werden können;
- zweitens, dass das Verhältnis von Umgebendem und Umgebenem als konstitutiv für beide Seiten verstanden wird;
- drittens, dass angesichts ihrer Verknüpfung und Abhängigkeit Eingriffe auf der einen Seite Resultate auf der anderen Seite mit sich bringen;
- was schließlich viertens die ökologische Relationalität, Reziprozität und Rekursivität von allem (oder zumindest von vielem) mit allem (oder zumindest mit vielem) voraussetzt.

12 Neyrat (2018): *The Unconstructable Earth*. S. 49.
13 Franke: »Earthrise und das Verschwinden des Außen«. S. 14.
14 Ebd.
15 Ebd.

Diese Voraussetzungen konvergieren in einer Umkehrung der Blickrichtung auf das *environment*, das nunmehr kein als Gegenüber zu betrachtendes Außen mehr bildet. In den ganzheitlich orientierten Texten dieser Zeit wird diese Veränderung häufig als Inauguration eines ›neuen Denkens‹ beschrieben, das ökologisch vorgehe und diesen Verhältnissen gerecht werde. Wie anhand von Latours Aneignung der Gaia-Hypothese deutlich werden wird, geht es damit um ein nicht-westliches, nicht-rationalistisches, vor allem nicht-dualistisches Denken, das von der Tradition der Moderne und der wissenschaftlichen Revolution Abschied nimmt, die für die Ausbeutung der als Außen begriffenen Natur verantwortlich sei. Nicht nur bei Latour, sondern auch bei ökofeministischen Autorinnen wie Carolyn Merchant und Val Plumwood wird der Begriff mit der Hoffnung aufgeladen, die binären Grundunterscheidungen des abendländischen Denkens zu unterlaufen, weil er stattdessen die Verbundenheit von allem mit allem zu erfassen verspricht.[16] Als Wissenschaft von ökologischen Relationen könne die Ökologie, so diese Autorinnen, die Mängel jener Naturwissenschaften beheben, die Objekte nur isoliert von ihren Umgebungen betrachte. Dass die Figur des Kreises in diesem Kontext eine große Rolle spielt, ist nur folgerichtig. Als Wissenschaft von den Beziehungen der Lebewesen zu ihren Umgebungen, als Lehre vom Haushalt der Stoffe und Ströme und im speziellen als systemische Theorie von Kreisläufen verfüge die Ökologie, so die Annahme nicht nur Latours, über die Kapazitäten anders gelagerter Kausalitäten und Komplexitäten, die für eine solche Abkehr von der Tradition wichtig seien.

Die Inanspruchnahme der Ökologie erlaubt, wie sich zeigen wird, bis in die Gegenwart eine Absetzbewegung von einem Denken, das die Unterscheidung von Kultur und Natur mit der Unterscheidung von Innen und Außen gleichsetzt und so Umgebungsverhältnisse zu ignorieren scheint. Mit ihrer Metaphysik der Schließung impliziert sie jedoch zugleich einen unreflektierten Ausschluss. Was in den Versuchen der Schließung des Kreises unsichtbar bleibt, ist die Unmöglichkeit einer vollständigen Kontrolle dessen, was vom Kreis umgeben und eingeschlossen wird. Die technischen Verfahren des *environmental designs*, *environmental engineerings* und *environmental managements*, die in den Kontexten der Ökosystem-Ökologie der Sicherstellung reibungsloser Zirkulation dienen, zielen auf die Herstellung ›runder Kreise‹, die nicht mit den Kreisläufen, die sie darstellen sollen, übereinstimmen, sondern dort rund dargestellt werden, wo die Kreisläufe unabschließbar sind.

16 Vgl. Merchant (1980): *The Death of Nature*. S. 76 sowie Plumwood, Val (2002): *Environmental Culture. The Ecological Crisis of Reason*. London, Routledge. Die zahlreichen Beispiele für diese Ganzheitsmetaphysik eines ›neuen Denkens‹ können hier nicht weiter vertieft werden, vgl. aus unterschiedlichen historischen Zusammenhängen etwa Reiser, Oliver L. (1940): *The Promise of Scientific Humanism*. New York, Piest; Bateson, Gregory: »Form, Substance, and Difference«. In: Bateson, Gregory (Hg., 1972): *Steps to an Ecology of Mind*. Chicago, University of Chicago Press, S. 448-464 und Capra (1996): *The Web of Life*.

6.2 Figuren des Kreislaufs – Zur Diagrammatik der Ökologie

Die Verhältnisse von Innen und Außen sowie von Lokalem und Globalem treten dort besonders deutlich hervor, wo sich die Ökologie mit Kreisläufen beschäftigt und auf Kreismetaphern oder bilder zurückgreift. Dies ist insbesondere in der Ökologie der Nachkriegszeit der Fall, als ökologisches Wissen popularisiert wird und schließlich um 1970 in den NASA-Fotografien der Erde von außen eine neue Ikone findet. Zwar enthalten auch außerhalb dieser Zeitspanne ökologische Abbildungen Kreise zur Darstellung von Kreisläufen, doch die Dominanz dieser Figur hängt, wie gezeigt werden soll, eng mit den Stabilitätsvorstellungen sowie den Gestaltungsversuchen der Ökosystem-Ökologie zusammen. Dort entfaltet der Kreis sein volles Potential, geht aber ebenfalls mit einer eigentümlichen Spannung zwischen den holistischen Implikationen von Ganzheit und Harmonie sowie der Operationalisierung dieses Wissens im *environmental design* einher. Als ästhetische Modellierungen des Ganzen nehmen diese Abbildungen von Ökosystemen eine Setzung dieser Ganzheit vor.

Illustrationen von Ökosystemen, Nahrungsketten oder den Verhältnissen zwischen bzw. innerhalb von Organismen reflektieren Umgebungsverhältnisse und visualisieren dabei ihre Epistemologien. Sie reichen von den zahlreichen Kreislaufmodellen, welche die Zirkulation von Energie und Materie durch Ökosysteme erklären, bis hin zu Abbildungen und Diagrammen, mit denen ökologische Texte die Verbundenheit kausaler Faktoren innerhalb eines Systems zu verdeutlichen versuchen. Die geometrische Form des Kreises trägt ein enormes Suggestionspotential in sich, das über die von ihm implizierte Harmonie und die Stabilität der Geschlossenheit sowie die Dynamik des Kreisenden hinaus auf die Form des Planeten projiziert werden kann. Anhand dieser Ikonographie und der mit ihr einhergehenden Diagrammatik lassen sich die bisherigen Beobachtungen konzentrieren und zusammenfassen.[17]

Die kreisförmige Darstellung greift vergangene Vorstellungen des Kosmos auf, die ebenfalls runde Formen präfigurieren und in Bezug auf Umgebungskonzepte bis zu Platons Kosmogonie im *Timaios* reichen, in der der Kreis aufgrund seiner Symmetrie die vollkommenste geometrische Form darstellt und am Ursprung des Kosmos steht.[18] Bis in die Frühe Neuzeit hinein gilt der Kreis als Manifestation

17 Auch Jakob von Uexkülls Beschreibung der *Umwelt* als das Lebewesen umgebende Seifenblase bedient sich bei diesem Bild, was andeutet, dass *environment* und *Umwelt* in dieser Hinsicht mehr Gemeinsamkeiten aufweisen als *environment* und *milieu* (vgl. Uexküll/Kriszat (1934): *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*. S. IX).

18 Vgl. Platon: »Timaios«. In: Platon (1994): *Sämtliche Werke. Band 4*. Reinbek, Rowohlt. Hier: 33b. Auf die normative Funktion des Kreislaufmodells seit antiken Schöpfungszyklen hat Engelbert Schramm hingewiesen und gezeigt, wie kosmische Ordnungsstrukturen noch in der Rede von ökologischen Kreisläufen fortleben: Schramm, Engelbert (1997): *Im Namen des Kreislaufs. Ideen-*

göttlicher Vollkommenheit und der mit ihr einhergehenden rationalen Ordnung des Universums, das weder Anfang noch Ende kennt, auch wenn kein gezeichneter Kreis so vollkommen sein kann wie die Harmonie, die er symbolisiert. Konzentrische Darstellungen von Weltbildern nicht nur aus westlichen Kulturen geben von der kosmologischen Bedeutung des Kreises Aufschluss.[19] Zahlreiche Kosmologien zeigen den Mittelpunkt einer Kugel als Welt aus Sphären, die kreisförmige Umgebungen bilden wie die Umlaufbahnen der Sterne. Sie sollen die Perfektion des Schöpfergottes symbolisieren, wie etwa in der in Abbildung 6.1 präsentierten vorkopernikanischen Darstellung des Universums von Peter Apian von 1539, auf die Alexandre Koyré in seinem Buch *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum* hingewiesen hat.[20] Innerhalb dieses zunächst mythologischen, dann im Neuplatonismus mathematisch reformulierten Wissens ist die Ordnung der Welt an die Vollkommenheit des Kreises gebunden – ein Motiv, das mit der Entstehung der neuzeitlichen Wissenschaft und ihren exakten Messverfahren zunehmend problematisch wird. Der von den astronomischen Beobachtungen Kopernikus', Galileis, Keplers, Brahes und Newtons ausgelöste Streit um das Weltbild dieser Epoche kann als Streit um die Perfektion der Kreisläufe der Planeten gelesen werden: »the breaking of the circle«.[21]

Deutet man diese historische Etappe als Versuch, den Kreis aufzubrechen, werden die vielen Brüche dieser Geschichte deutlich. So argumentiert Nikolaus Kopernikus an einer vielzitierten Stelle seines *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, dass die Welt nicht nur aufgrund der Vollkommenheit des Kreises kugelförmig sein müsse, sondern auch, »weil sie [die Kugel] die geräumigste Form bildet, welche am meisten dazu geeignet ist, Alles zu enthalten und zu bewirken«.[22] Die runde Kugel ist als Behältnis geeignet, weil sie einerseits ein optimales Verhältnis von

geschichte der Modelle vom ökologischen Kreislauf. Frankfurt/Main, IKO. Zur Vielfalt der Kreis- und Sphärensymbolik vgl Mahnke, Dietrich (1937): *Unendliche Sphäre und Allmittelpunkt. Beiträge zur Genealogie der mathematischen Mystik*. Halle, Niemeyer. Zur Poetik des Kreises vgl. Poulet, Georges (1966): *Metamorphosen des Kreises in der Dichtung*. Frankfurt/Main, Fischer.

19 Vgl. für diese Vielfalt Wullen, Moritz (Hg., 2006): *Der Ball ist rund. Kreis, Kugel, Kosmos*. Berlin, Staatliche Museen zu Berlin.

20 Koyré, Alexandre (1980): *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 15.

21 Vgl. Nicolson, Marjorie Hope (1950): *The Breaking of the Circle. Studies in the Effect of the New Science upon Seventeenth Century Poetry*. Evanston, Northwestern University Press. Ich danke Horst Bredekamp für den Hinweis auf die vormoderne Ikonographie des Kreises. Zu Versuchen, das System der Lebewesen als Ordnung der Natur vor der Evolutionstheorie als kreisförmig darzustellen vgl. Bredekamp, Horst (2005): *Darwins Korallen. Die frühen Evolutionsdiagramme und die Tradition der Naturgeschichte*. Berlin, Wagenbach. S. 30f.

22 Kopernikus, Nikolaus (1543/1879): *Über die Kreisbewegungen der Sternenkörper/De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Übersetzt von A. Bickenmajer. Thorn, Lambeck. S. 11.

Form und Fläche bietet und andererseits als Umrundung das Umrundete zusammenhält. Außerhalb der Kugel gibt es nichts, und diese Welt ist daher endlich und geschlossen.[23] Der Kreis impliziert also ein spezifisches Umgebungsverhältnis, das eine Symbolik der Harmonie nahelegt.

Abbildung 6.1 – Peter Apians Cosmographia.

Quelle: Apian, Peter (1574): *Cosmographia*. Antwerpen, Ioannem Vithagium. Folio 3.

Die kosmologischen Ordnungen und ihre Kreise, die der von Hans Blumenberg benannten »metaphysische […] Vorrang der Kreisbewegung«[24] entspricht, sind mit den instrumentengestützten Beobachtungen der Frühen Neuzeit jedoch

23 Vgl. Koyré (1980): *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum*. S. 39.

24 Blumenberg, Hans (1981): *Die Genesis der kopernikanischen Welt*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 333.

nicht mehr vereinbar. Gerade an der Frage des Kreises scheiden sich Weltbilder: Johannes Kepler zeigt Anfang des 17. Jahrhunderts, indem er das kopernikanische, heliozentrische System des Weltalls mit den astronomischen Messungen Tycho Brahes zusammenbringt, dass sich Planeten nicht auf runden Kreisbahnen, sondern auf Ellipsen und in wechselnder Geschwindigkeit bewegen. Mit Blumenberg kann man davon sprechen, dass »Keplers Deformation des Kreises, genauer noch: seine Degradierung des Kreises zum Grenzfall der deformierten Ellipse«[25] sich vom platonischen Dogma abwendet, demzufolge die Planeten sich auf gleichförmigen und vollkommenen Kreisbahnen drehen. Die geometrische Ordnung des Kreises und die Symbolik seiner Harmonie können mit dem Beginn der Moderne nicht länger das Fundament der Kosmologie bilden, auch wenn beispielsweise Galilei lange Zeit mit dieser Vorstellung ringt und den Beobachtungen und Berechnungen zum Trotz die Kreisförmigkeit retten will, obwohl er mit seinen astronomischen Beobachtungen zeigt, dass Planeten nicht rund, sondern zerklüftet sind.[26]

Vor dem Hintergrund dieser hier nur grob skizzierten Geschichte gewinnen die Abbildungen der Ökologie ihre Brisanz, denn sie offenbaren einen Widerstreit: es gibt keine sachliche Notwendigkeit, die von ihr untersuchten Kreisläufe als Kreise darzustellen. Die Kreise in den folgenden Abbildungen sind häufig unterbrochen, verschoben, geöffnet oder geteilt. Sie sind nicht immer rund. Dennoch ist die Kreissymbolik in diesen Abbildungen über einen langen Zeitraum dominant. Aus dem der Ökologie zugesprochenen Holismus zieht diese Symbolik eine nicht zuletzt politisch wirksame Evidenz, die bis zu den Apollo-Fotografien reicht. Spätestens mit der Popularisierung ökologischen Wissens um 1970 wird der Kreis zum omnipräsenten Symbol eines vermeintlich neuen, vom ›kalten‹ Rationalismus Abschied nehmenden Weltbilds der ökologischen Verknüpftheit von allem mit allem.

Die Öffnungen und Unterbrechungen, die in den ökologischen Kreisdiagrammen immer wieder zu finden sind, zeugen von einem Ringen der Ökologie mit der Symbolik des Kreises – einem Ringen um ein Gleichgewicht und eine Harmonie, welche der Kreis anbietet, die aber mit dem Wissen um die Beobachterabhängigkeit und die Unvollkommenheit von Kreisläufen, ihre Komplexität und *messiness*

25 Ebd., S. 595. Vgl. dazu auch Siebert, Harald (2006): *Die große kosmologische Kontroverse. Rekonstruktionsversuche anhand des Itinerarium exstaticum von Athanasius Kircher*. Stuttgart, Franz Steiner. Zu den Verwerfungen zwischen Keplers astronomischem Frühwerk, das der Annahme folgt, dass die »Proportionen der Himmelsbahnen […] in harmonischer Folge der vollkommenen Voraussicht des Weltschöpfers entsprechen«, und dem »frühneuzeitlichen Denker der Kontingenz« sowie zur Figur der Ellipse vgl. Rössler, Reto: »Hypothese, Abweichung und Traum. Keplers Ellipsen«. In: ders./Sparenberg, Tim/Weber, Philipp (Hg., 2016): *Kosmos & Kontingenz. Eine Gegengeschichte*. Paderborn, Fink, S. 65-77. Hier: S. 65 und 67.

26 Vgl. zum Ringen Galileis mit der Kreisform Panofsky, Erwin (2012): *Galileo Galilei und die Bildkünste. Vorgestellt von Horst Bredekamp*. Berlin, Diaphanes. S. 45f.

nicht vereinbar sind. Diese Harmonie konvergiert mit den Ganzheitsvorstellungen der holistischen, systemischen Ansätze, die zu dieser Zeit dominieren. Man könnte, um eine Formulierung Jacques Derridas aufzunehmen, in diesen Abbildungen eine »Kohärenz im Widerspruch« verorten, die »einer Begierde Ausdruck«[27] gibt. Der Widerspruch besteht zwischen der Harmonie des ›runden Kreises‹, die den Gegenstand eines metaphysischen Begehrens darstellt, und den Unterbrechungen der dargestellten Kreise. In einigen der im Folgenden beschriebenen Fälle ist die Kreisform nur angedacht und unterbrochen – aber sie ist angedeutet und entspringt einer ästhetischen Entscheidung, auch wenn es dafür keinen sachlichen Grund gibt. Die Kohärenz liegt darin, dass trotz dieses Widerspruchs Formen des Kreises verwendet werden. Und das Begehren, dem all dies Ausdruck gibt, liegt in der Schließung des harmonischen Gleichgewichts, das in der vormodernen Ikonographie des Kreises enthalten ist.

Die von kybernetischen Vorstellungen, Feedback-Konzepten und Regelkreisen inspirierte Ökologie der Nachkriegszeit versucht, so könnte man sagen, aus der nunmehr als statisch erscheinenden Harmonie des Kreises auszubrechen und andere Darstellungsformen für die dynamische Stabilität von Ökosystemen zu finden. Dieses dynamische Konzept von Stabilität, das aus ständigen Prozessen der Wiederherstellung besteht, beinhaltet nicht zwangsläufig eine Harmonie. Doch das Nachleben holistischer Vorstellungen lässt diese Harmonie in Form der Kreissymbolik zurückkehren. Ihre Harmonie besteht in der Geschlossenheit der Form und einem Gleichgewicht, das die kausale Äquivalenz von Ursachen und Wirkungen auf der Kreisbahn manifestiert. Zum Kreis in diesem Sinn kehrt die Ökologie zurück, um die Stabilität der Faktoren eines Ökosystems durch die Harmonie des Kreises zu gewährleisten. Die Ökosystem-Ökologie spielt, so könnte man sagen, den in der Frühen Neuzeit durchlaufenen Verlust der harmonischen Ordnung des Universums erneut durch, indem sie einerseits versucht, den Kreis zu schließen und andererseits gezwungen ist, aus ihm auszubrechen. Diese Spannung tritt in dem Moment besonders deutlich hervor, als die Ökologie um 1970 zur Orientierungswissenschaft wird. Mit der gesellschaftlichen Erwartung, die Stellung des Menschen im Kosmos auf neue, nunmehr ökologische Weise zu bestimmen, wird die Kreissymbolik erneut wichtig – bis hin zum Re-Cycling verbrauchter Stoffe, also der Rückgabe von Substanzen in den Kreislauf.[28]

Um herauszuarbeiten, wie die historische Dimension der Kreissymbolik und der zyklischen Kosmologie in die Ökologie hineinwirkt, ist es wichtig, Kreise und

27 Derrida, Jacques: »Die Struktur, das Zeichen und das Spiel im Diskurs der Wissenschaften vom Menschen«. In: Derrida, Jacques (1976): *Die Schrift und die Differenz*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 422-442. Hier: S. 423.

28 Vgl. Weber, Heike: »Den Stoffkreislauf am Laufen halten. Restearbeit und Resteökonomien des 20. Jahrhunderts«. In: Espahangizi, Kijan Malte/Orland, Barbara (Hg., 2014): *Stoffe in Bewegung. Beiträge zu einer Wissensgeschichte der materiellen Welt*. Zürich, Diaphanes, S. 145-172.

Kreisläufe deutlich voneinander zu unterscheiden. Während erstere rund sind, implizieren letztere anhaltende Zirkulationen – und damit den Gegenstand der Ökologie. Spätestens mit William Harveys Theorie des Blutkreislaufs von 1628 setzt sich die Zirkulationsmetaphorik in der Biologie durch.[29] Wie bereits im Kontext von Foucaults Aneignung des ZirkulationsBegriffs erwähnt, bedeutet Zirkulation nicht einfach die Kreislaufbewegung von Objekten, sondern eine endlose, zirkuläre Verkettung der bewegten Objekte – wo etwas zirkuliert, ist der gesamte Zusammenhang in Bewegung, weil wie bei einer Kette jede Bewegung eines Elements die Bewegung des nachfolgenden Elements nach sich zieht.[30] Das flüssige Blut hat keine Lücken oder Leerstellen; sein kontinuierlicher Fluss sorgt für Beständigkeit. In diesem Sinne wird Harveys Theorie zum Einsatzpunkt des Wissens von einer inneren Ökonomie des Körpers, die vom Außen abgeschlossen ist. Ende des 18. Jahrhunderts führt die Entdeckung von Stoffwechselprozessen und Metabolismen im Körper, wie Barbara Orland gezeigt hat, zur Entstehung einer noch naturhistorisch orientierten Zirkulationsphysiologie, in deren Schatten auch John Scott Haldane steht.[31]

Diese Figur des Kreislaufs wird im 18. und 19. Jahrhundert in unterschiedliche Wissensgebiete exportiert – neben der Biologie und der Medizin auch in die Ökonomie, die Physik (dort insbesondere in die Elektrizitätsforschung) und schließlich die Ökologie. Im Anschluss an Harveys Modell wird die Zirkulation von Blut im Körper auf andere biologische Sachverhalte übertragen und schließlich Leben selbst zum Inbegriff von Zirkulation. Stockungen und Stauungen erscheinen entsprechend als das, was vermieden werden muss. Krankheit besteht in der Folge in einer Unregelmäßigkeit des Kreislaufs. Das Optimum der Zirkulation in einem geschlossenen Körper ist entsprechend der beständige und kontinuierliche Umlauf im Gleichgewicht, in dem alles im Kreis läuft und so seinen Ort erreicht.

Der Kreis (lat. *circulus*, engl. *circle*) wird in diesem Kontext in den Kreislauf (lat. *cyclus*; engl. *cycle* oder *circuit*) einer Zirkulation (lat. *circulatio*, ursprünglich aus der Musik; engl. *circulation*) transformiert, um die Prozessualität des Geschehens zu kennzeichnen. Auch dem Begriff *environment* ist etymologisch das Umkreisende eingeschrieben, heißt doch das altfranzösische *viron* so viel wie *Kreis* oder *Drehung* und *virer* bedeutet *drehen*. Ein Kreislauf als Wiederholung eines Bewegungs- oder Verursachungsablaufs hat jedoch nicht notwendigerweise die runde Form eines Kreises. Es gibt keine sachliche Notwendigkeit, einen Kreislauf als Kreis darzustellen. Dass Kreisläufe in der Ökologie dennoch als Kreise dargestellt werden, zeigt

29 Vgl. Vogl, Joseph: »Kreisläufe«. In: Lauper, Anja (Hg., 2005): *Transfusionen. 1550-1640*. Berlin, Diaphanes, S. 99-118.

30 Vgl. Forty: »Spatial Mechanics«.

31 Vgl. Orland, Barbara: »Die Erfindung des Stoffwechsels. Wandel der Stoffwahrnehmung in der Naturforschung des 18. Jahrhunderts«. In: Espahangizi, Kijan Malte/dies. (Hg., 2014): *Stoffe in Bewegung. Beiträge zu einer Wissensgeschichte der materiellen Welt*. Zürich, Diaphanes.

den imaginären Überschuss dieser Symbolik und wirft die angedeuteten Fragen nach deren diagrammatischen Funktionen auf.

Innerhalb der Biologie haben der Kreis bzw. der Kreislauf als Modelle vielfältige Funktionen, die Georg Toepfer ausführlich dargestellt hat. Ihre basale Aufgabe liegt Toepfer zufolge – in Abgrenzung von Modellen der Linie, des Baums und des Netzes – in der Überkreuzung der beiden Momente Dynamik und Geschlossenheit, die auch für das Konzept des Organismus charakteristisch sei.[32] Dass dynamische Systeme geschlossen sein können, dass sie also nur in bestimmten Hinsichten (etwa Energieverbrauch und Wärmeverlust) mit ihrer Umgebung in Austausch stehen, wird spätestens in der Nachkriegsökologie zu einem zentralen ökologischen Ansatz. Mit diesem Ansatz verbunden ist bereits eine Trennung in Innen und Außen, die als epistemologisches Umgebungsverhältnis reformuliert wird und sich in Abbildungen, Metaphern und schließlich den Architekturen geschlossener Systeme wiederfindet. Als Grenze von Innen und Außen, als Schnittfläche des Umgebens, erlaubt der Kreis gleichermaßen eine Orientierung ins Innere und in die Außenwelt. Der Kreis wird dabei zum Zeichen für eine Geschlossenheit und eine unüberwindbare Trennung von Innen und Außen, die von den Versuchen der Schließung geschlossener Systeme, die später thematisiert werden, nie erreicht werden kann. Auch hier tritt der Widerstreit zwischen dem Holismus des Kreises und den ständigen Unterbrechungen seiner Umsetzung hervor.

Darstellungen von Innen/Außen-Verhältnissen oder Umgebungsrelationen implizieren darüber hinaus eine Positionierung des Beobachters, die im Folgenden stets mitbedacht werden soll. Der Beobachter ökologischer Darstellungen steht dem in ihnen abgebildeten Verhältnis gegenüber und kann so von einer externen Position aus Umgebenes und Umgebendes zugleich betrachten. In Darstellungen wird diese Position insofern wichtig, als die Repräsentation eines Kreises oder eines Globus zwar dessen holistische Geschlossenheit zur Anschauung bringt, diese in ihrer Ganzheit aber nur von außen beobachtet werden kann und damit eine privilegierte Position impliziert.[33] Die Fotografien der Erde aus dem Weltall demonstrieren dies besonders deutlich: Sie entstehen, weil eine kleine Gruppe Astronauten mit massiver technischer Unterstützung über dem Rest der Menschheit schwebt. Der Blick von außen hebt, so bezeugen die Berichte dieser Zeit, das Reflexionsniveau auf eine Beobachtungsebene zweiter Ordnung.

In dieser Hinsicht ist die Diagrammatik der Ökologie bislang kaum erforscht. Zu den Ausnahmen zählt eine ethnographische Arbeit Tim Ingolds über die Wahrnehmung des *environments*, in der die Popularität des runden Bildes des Globus

32 Toepfer, Georg: »Kreislauf«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 302-340. Hier: S. 302.

33 So auch Peder Anker: »The ability to see the Earth as a whole […] presupposes a priviledged point of view from space.« Anker (2010): *From Bauhaus to Ecohouse*. S. 103.

für den *environmentalism* als Symptom einer Ausschließung des Beobachters aus dem gedeutet wird, was ihn umgibt: »My idea is that what may be called the global outlook may tell us something important about the modern conception of the environment as a world which, far from being the ambience of our dwelling, is turned in upon itself, so that we who once stood at its centre become first circumferential and are finally expelled from it altogether. In other words, I am suggesting that the notion of the global environment, far from marking humanity's reintegration into the world, signals the culmination of a process of separation.«[34] Ingold macht auf die Ambivalenz dieser Blickachsenverschiebung aufmerksam: Das Ganze zu betrachten bedeutet, in der Darstellungsform der Erde oder ihrer Ökosysteme als Kreise und Kugeln, die Unterscheidung von Innen und Außen in der Blickachse zu reinstallieren. Weil der Globus nur von außen als Kugel sichtbar wird – sei es für den Astronauten im All oder für den Schüler, der den Schulglobus betrachtet –, stelle dieses Bild den Menschen nicht in den Mittelpunkt, sondern vielmehr der Erde gegenüber. Das Bild des Globus oder des globalen *environments*, des von außen gesehenen Planeten, abstrahiert Ingold zufolge von der Eingebundenheit des Beobachters in seine Umgebung und ist damit ambivalent. Es steigere zwar das Bewusstsein für die eigene Position, schwäche aber das Bewusstsein von deren Involviertheit in die Welt jenseits der modernen Unterscheidung von Natur und Kultur. Das *environment* des Beobachters bleibt diesem stets als Ganzes verborgen, weil er nicht aus ihm heraustreten kann. Das Ganze nimmt Form nur in den Teilen an, auch wenn sie symbolisch auf das Ganze verweisen. In Globen und Kreisen kann die Erde nur dadurch als Ganze in Erscheinung treten, dass man ihr von außen begegnet, distanziert, aber allwissend. Als alternative Darstellungsform (und zugleich als dialektische Umkehrung) schlägt Ingold die Sphäre vor, die ähnlich wie ein Planetarium, welches das Außen auf die Hülle der eigenen Halbkugel projiziert, von Innen betrachtet wird. In ihr sei jede Beobachtung vom Standpunkt des Beobachters bedingt, der nicht aus seiner Umgebung aussteigen könne und daher seiner Ökologie verpflichtet sei.[35]

34 Ingold (2000): *The Perception of the Environment*. S. 209.

35 Entsprechend entwirft auch Ingold eine Ökologie des Lebens, die Organismen als Akteure in ihren *environments* betrachtet und dabei strikt relational vorgeht (vgl. Ingold: »Toward an Ecology of Materials«).

Abbildung 6.2 – Wahrnehmung des environments.

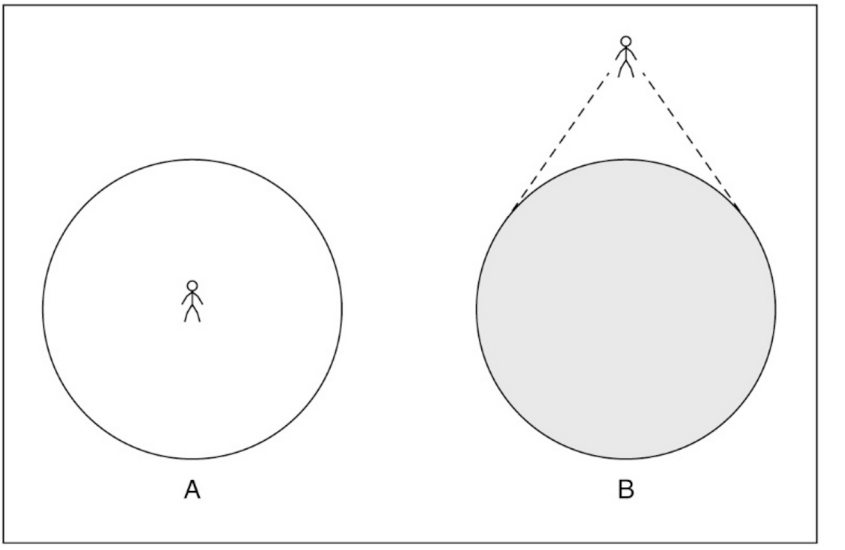


Figure 12.1 Two views of the environment: (A) as a lifeworld; (B) as a globe.

Quelle: Ingold, Tim (2000): *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London, Routledge. S. 209.

Ingolds Text ist Abbildung 6.2 beigefügt, die diesen Unterschied darstellt, dabei aber auf die ikonographische Evidenz des Kreises zurückgreift. Sie zeigt die beiden Beobachterpositionen, die eine innerhalb des *environments*, die andere ihm gegenüber. Das *environment* hat in beiden Fällen – vom Beobachter der Abbildung von außen betrachtet – die gleiche Form, den Kreis. Lediglich der Beobachter innerhalb der Abbildung nimmt es je nach Standpunkt anders wahr. Dass das *environment* kreisförmig dargestellt wird, scheint hier selbstverständlich und nicht erklärungsbedürftig. Der Kreis hat neben seiner Ikonographie eine diagrammatische Funktion, die unterschiedliche Verhältnisse darzustellen erlaubt und ihm eine Evidenz verschafft, die noch in Ingolds Reflexion über die Kreisform am Werk ist.

An anderer Stelle kritisiert Ingold die mit der Darstellung des Organismus als Kreis einhergehende Simplifizierung der ökologischen Involviertheit in ein Innen/Außen-Schema. Als Kreis dargestellt, werde der Organismus von seiner Umgebung getrennt, anstatt seine Offenheit zu betonen, zu deren Darstellung Ingold einen geschwungenen Pfeil vorschlägt, der kein Innen und Außen hat, sondern einen prozessualen Ablauf kennzeichnet: »The organism is ›here‹, the environment

›out there‹.«[36] Erich Hörl hat daran anschließend dieses Schema als historischen Bestandteil der Systemtheorie dargestellt.[37] Doch in den im folgenden Abschnitt erläuterten Diagrammen der Ökologie werden zumindest in diesem Kontext gerade keine Organismen als Kreise dargestellt, sondern deren Umgebungen bzw. Ökosysteme. Ingolds und Hörls Kritik an der anti-relationalen Epistemologie des Organismus-als-Kreis zielt daher an der Entwicklung der ökologischen Diagrammatik vorbei, obwohl sie deren wunden Punkt trifft. Sie versucht gerade, Relationalität abzubilden, scheitert aber dort, wo sie auf den Kreis zurückgreift.

6.2.1 Kreisläufe der Kausalität

Ihre Dominanz in der Geschichte der Ökologie verankert die Evidenz der Kreisform im ökologischen Imaginären. Als Symbol koppelt der Kreis Totalität an Vollständigkeit und Endlosigkeit, bindet widerstrebende Kräfte, zeigt die Überwindung von Gegensätzen auf graphische Weise, impliziert eine regelmäßige Wiederkehr in prozessualer Verkettung und erklärt damit eine Verbundenheit, in der ein einzelner Faktor ohne den Einfluss anderer Faktoren wirkungslos wäre. Ein Kreis hat keine Richtung. Alle seine Teile bestehen simultan. Das, was sich in seiner Mitte befindet, ist von jedem seiner Punkte gleichweit entfernt. Als Modell erlaubt der Kreis, die Vielfalt und Komplexität des repräsentierten Gegenstandes und seiner Relationen zu reduzieren, überschaubar zu machen und so einer Beschreibungssprache zu öffnen, die Anleihen an der tradierten Symbolik nimmt.

Die Produktivität der Kreisform für ökologisches Denken tritt in einer Reihe von Darstellungen von *environments* und Ökosystemen hervor, die im ersten Schritt näher betrachtet werden sollen. Um die wissensgenerierende Funktion der Darstellungen der Ökologie zu verstehen, ist ein Blick auf ihre diagrammatischen Hilfsmittel nötig, zu denen neben Symbolsprachen und Kausalitätsmodellen auch die Form des Kreises gehört. Zwar gibt es Beispiele von Darstellungen, in denen *environments* oder Ökosysteme nicht kreisförmig sind. Diese Form ist also keineswegs die einzig denkbare. Es gibt, wie bereits erwähnt, keinen sachlichen Grund, Kreisläufe als Kreise darzustellen. Dass dennoch Kreisformen – in mehr oder weniger geschlossener Form – verwendet werden, ist ein Indiz dafür, dass in den im Folgenden vorgestellten, größtenteils aus der Ökosystem-Ökologie stammenden Abbildungen nicht nur ökologisches Wissen, sondern das kosmologische Verhältnis von Innen und Außen, von Subjekt und Welt sowie die ökologische Ordnung

36 Ingold, Tim (2011): *Being Alive. Essays on Movement, Knowledge and Description*. New York, Routledge. S. 69.

37 Vgl. Hörl, Erich: »Ökologien des Machens. Zur allgemein-ökologischen Kritik der Welterzeugung bei Tim Ingold«. In: Doll, Nikola/Bredekamp, Horst/Schäffner, Wolfgang (Hg., 2016): *+Ultra. Gestaltung schafft Wissen*. Leipzig, E.A. Seemann, S. 49-58. Hier: S. 53.

des Universums reflektiert werden. Als Kosmogramme gelesen, geben diese Darstellungen der Ökologie Aufschluss über die an ihnen sichtbar werdenden Epistemologien des Umgebens.[38] Die Diagramme zeigen stets Ausschnitte aus einem Ganzen, das aber, gemäß des impliziten Holismus, eine vereinheitlichende Funktion für die Teile hat und deshalb mit der Symbolik des Kreises ins Bild geholt wird, um die Partialität des Beobachtungsausschnitts zu umgehen.

Die hier thematisierten Abbildungen sind jedoch mehr als Verweise auf die ikonographische Tradition. Vielmehr werden in ihnen häufig geometrische Formen des Runden operationalisiert und instrumentalisiert, um der Symbolik des Kreises auch dort zu entsprechen, wo die Formen nicht rund genug sind. Es handelt sich in den meisten Fällen um operative Bilder, die ökologisches Wissen anzuwenden erlauben und als Instrumente des *environmental designs* dienen können, indem sie die Zirkulation innerhalb eines Systems und ihre rekursiven Schleifen ohne Rückbezug auf die Sprache anschaulich machen.[39] Dadurch werden Maßnahmen der Modifikation evident. In dieser Verquickung von Ikonographie und Operativität wird der Holismus der systemischen Ökologie zum biopolitischen Instrument.

Es geht an dieser Stelle methodisch entsprechend nicht darum, den Ursprung dieser Ikonographie zu identifizieren – angesichts der überbordenden Fülle an historischen Kreisbildern eine nahezu unmögliche Aufgabe –, sondern die epistemologische Funktion der mit ihr einhergehenden Diagrammatik durch die Geschichte der Ökologie hindurch anhand einiger repräsentativer, aus der bis hierhin rekonstruierten Geschichte stammender Beispiele für ihre unterschiedlichen Funktionen zu skizzieren. Die Operativität von Diagrammen liegt in ihrer Fähigkeit zur Problemlösung, zur Komposition und Konstruktion von Wissenszusammenhängen. Sie bilden dabei nicht einfach nur ab, sondern stellen her.

Ökologische Kreisläufe, um es noch einmal zu wiederholen, sind nicht rund. Vielmehr verweist die Kreisform einerseits auf die holistischen Grundannahmen systemischer Ökologien und andererseits auf die ökologischen Verfahren des Umgangs mit der Zirkulation von Stoff- und Energieströmen, der Modifikation und Gestaltung von Kreisläufen. Dieses Wissen wiederum kann als biopolitisches verstanden werden. Sie verhandeln nicht nur implizit ganzheitliche Kosmologien, sondern die biopolitische Regulation des Lebendigen durch die Gestaltung seiner Umgebungen. Das Wissen über die Regulation von Zirkulationen wird in den systemischen, von der Kybernetik geprägten Ansätzen der Ökosystem-Ökologie in

38 Zum Begriff des Kosmogramms vgl. Tresch, John: »Technological World-Pictures. Cosmic Things and Cosmograms«. In: *Isis* 98/1 (2007), S. 84-99.

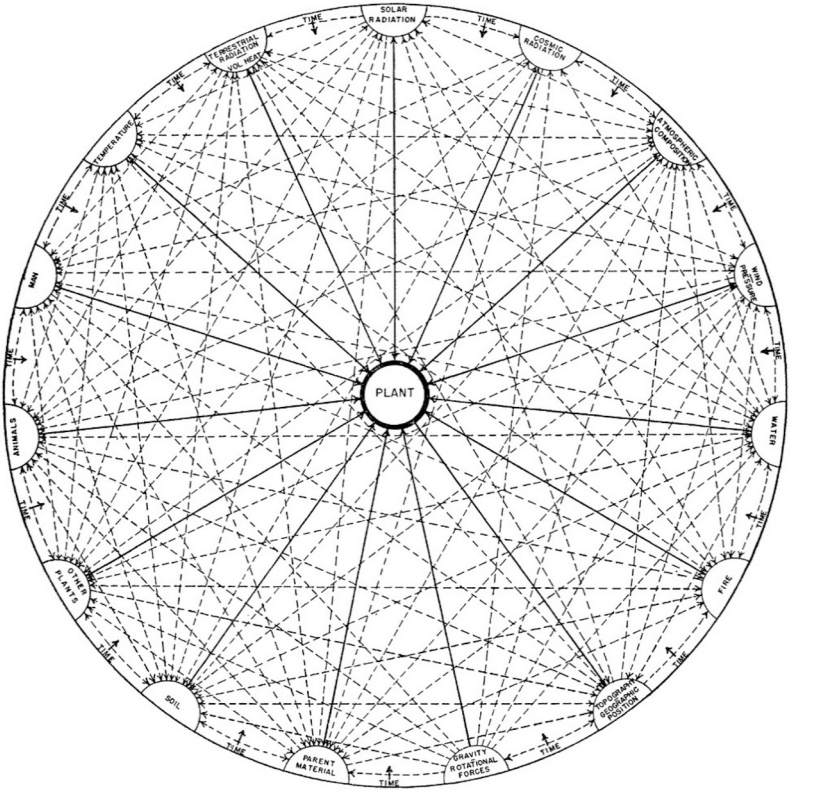
39 Kreise haben auch für Buckminster Fuller eine besondere Bedeutung, die Sarah Bonnemaison und Christine Macy ausführlich dargestellt haben: Macy, Christine/Bonnemaison, Sarah (2003): *Architecture and Nature. Creating the American Landscape*. London, Routledge. S. 293–344.

den 1950er, 1960er und 1970er Jahren mit dem Holismus einer systemischen Ganzheit verquickt. Diese wiederum umfasst im ökologischen Sinne Umgebendes und Umgebenes. Ihre Reziprozität oder Rekursion wird zum Instrument biopolitischer Regulationen, wie sie in den zu dieser Zeit entwickelten Verfahren des *environmental designs*, *environmental managements* und *environmental engineerings* hervortreten. Die Ikonographie und Symbolik des Kreises, seiner Totalität und Allverbundenheit, stehen dieser biopolitischen Dimension nicht konträr entgegen, sondern sind als diagrammatische Wissensformen intrinsisch mit ihr verbunden. Der ununterbrochene Kreislauf der Zirkulation ist zu dieser Zeit das Ziel einer ökologisch informierten Biopolitik, die sich, mit Foucault gesprochen, auf die Vermeidung von Stauungen und Stockungen richtet. Es geht ihr darum, »Zirkulation zuzulassen, zu gewährleisten, sicherzustellen«[40]. Der Kreis ist in seiner Geschlossenheit nicht nur das Bild dieser Zirkulation, sondern als operatives Element der ökosystemischen Diagrammatik ein Instrument der Herstellung ungestörter Kreisläufe – auch dort, wo er symbolisch für eine ungestörte Harmonie der Welt steht.

Mit Georg Toepfer lassen sich vier Typen von Kreisläufen innerhalb der biologischen Wissenschaften unterscheiden, die jeweils unterschiedliche Darstellungsoptionen in sich bergen: Stoffkreisläufe (etwa von Blut im Körper), Entwicklungskreisläufe (etwa die zyklische Veränderung eines Organismus im Verlauf der Jahreszeiten), Wirkungskreisläufe (etwa Regelkreise) und Bedingungskreisläufe (etwa die Reziprozität eines Ökosystems, in dem sich Faktoren gegenseitig bedingen).[41] Diese vier Typen befinden sich zwar auf unterschiedlichen Abstraktions- und Beschreibungsebenen, sind aber in Abbildungen mitunter parallel aufzufinden und ergänzen einander. Mit dieser Heuristik sollen die diagrammatischen Funktionen des Kreises im Folgenden genauer charakterisiert werden. Im Verlauf der bisherigen Argumentation dieses Buches sind bereits verschiedene Beispiele für kreisförmige Abbildungen aus der Geschichte der Ökologie angesprochen worden, die zwar unterschiedliche Wissensbestände abbilden, aber auf die Kreisform zurückgreifen. Sie werden im Anschluss rekapituliert und um weitere, ebenfalls aufgrund ihrer zentralen Stellung in der Geschichte ökologischen Wissens ausgewählte Beispiele ergänzt. So können unterschiedliche Diagrammatiken des Kreises in ihren Differenzen, aber auch in ihren Gemeinsamkeiten skizziert werden.

40 Foucault (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*. S. 52.
41 Toepfer: »Kreislauf«.

Abbildung 6.3 – Environmental Complex.



A HOLOCOENOTIC ENVIRONMENTAL COMPLEX

FIG. 1. DIAGRAMMATIC REPRESENTATION OF AN ENVIRONMENTAL COMPLEX

Solid lines show factor-plant relationships. Dashed lines show relations between factors. Arrows show the general direction of the effect. If the effect is reciprocal, arrows are placed at both ends of the line. Time is indicated by short inward-pointing arrows just inside the border of the diagram. The only group of factors not affecting the plant directly is that of topography and geographic position. These affect the plant only through other factors.

Quelle: Billings, W. Dwight: »The Environmental Complex in Relation to Plant Growth and Distribution«. In: *Quarterly Review of Biology* 27/3 (1952), S. 251-265. Hier: S. 256.

Besonders prägnant ist die ökologische Verbundenheit in Abbildung 6.3 aus einem »The Environmental Complex« betitelten, vielzitierten Text des Ökologen W. Dwight Billings von 1952 über die Faktoren des Pflanzenwachstums. Aufgrund ihrer häufigen Wiederverwendung soll sie hier als erstes Beispiel dienen. In ihr treten mehrere Funktionen des Kreises für die Ökologie hervor. Sie zeigt das sogenannte

holocoenotic environment, in dem alle Faktoren untereinander verbunden sind.[42] Als Sammelbegriff für die Vielfalt ökologischer Faktoren in einem Beobachtungszusammenhang wird der Begriff *Holocoen* in den 1930er Jahren vom deutschen Ökologen Karl Friederichs geprägt: »Das Holocoen wird also durch ein äußerst verwickeltes Gewebe von Beziehungen zusammengehalten und in seinem Sosein erhalten; alles darin steht zu allem in Beziehung, alles wirkt auf alles direkt oder indirekt ein und zugleich findet sich alles in ständiger rhythmischer, dem Rhythmus der Tages- und Jahreszeiten entsprechender Bewegung.«[43] Eben diese Allverbundenheit von ökologischen Relationen soll Billings Abbildung darstellen. Sie zeigt im Inneren eines ununterbrochenen Kreises, auf dessen Rand die vom Beobachter ausgewählten relevanten Faktoren angeordnet sind, ein engmaschiges Netz, das alle Faktoren mit dem Organismus in der Mitte sowie je nach Wechselwirkung Faktoren untereinander verbindet. Dieses Ganze bildet der Kreis, dessen inneres Netz alle Bestandteile an ihrem Platz hält. In seinem 1964 erschienenen Buch *Plants, Man, and the Ecosystem*, dessen zweite Auflage von 1970 auf dem Cover eine Zeichnung der vom All aus gesehenen, wolkenbedeckten Erde ohne Kontinente zeigt, definiert Billings das *environment* konsequenterweise als »the sum of all external forces or influences (for example, heat) that affect the life of an organism«[44].

Billings will mit dieser Abbildung darstellen, wie die unterschiedlichen Faktoren, die ein *environment* ausmachen, auf den in der Mitte befindlichen Organismus wirken. Im Falle einer direkten Einwirkung sind in der Abbildung Zentrum und Peripherie durch eine durchgehende Linie zwischen dem Organismus und seinem *environment* und im Fall einer indirekten Einwirkung die umgebenden Faktoren durch eine gestrichelte Linie verbunden. Lediglich beim Faktor der Topographie fehlt der direkte Einfluss, was durch eine fehlende Pfeilspitze angezeigt wird, welche ansonsten die Richtung der Beeinflussung angibt. Reziproke Relationen zeigen in beide Richtungen. Vom Kreis aus weist ebenfalls ein Zeitpfeil nach innen. Die Pfeile sind nicht nur auf ein Ziel ausgerichtet, sondern bringen ein Element der Linearität in die Zirkularität. Sie deuten abstrahierend die Stoffkreisläufe und die mit ihnen einhergehenden Bedingungskreisläufe an. Der Kreis selbst hat in dieser Abbildung zunächst eine begrenzende, den *environmental complex* definierende Funktion. Indem er diesem eine runde Form gibt, schließt er an die genannte Ikonographie an. Diese Form ist keineswegs einer sachlichen Notwendigkeit geschuldet, denn aufgrund ihrer Lage auf dem Kreis sind alle Faktoren gleich weit

42 Vgl. Billings, W. Dwight: »The Environmental Complex in Relation to Plant Growth and Distribution«. In: *Quarterly Review of Biology* 27/3 (1952), S. 251-265.

43 Friederichs (1937): *Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung*. S. 19. Vgl. zu diesem Begriff auch Jax: »Holocoen and Ecosystem«. Friederichs Konzept ist zugleich als Abbildung menschlicher Gemeinschaften gedacht, deren Erforschung sich 1937, analog zur politischen Raumforschung, die ökologische Raumforschung zu widmen habe.

44 Billings, W. Dwight (1964): *Plants, Man, and the Ecosystem*. Belmont, Wadsworth. S. 1.

vom Organismus in der Mitte entfernt, obwohl, wie Billings betont, innerhalb eines Ökosystems keineswegs alle Faktoren gleichrangig sind.

Die Vernetzung der Faktoren untereinander macht evident, dass eine Veränderung an einer Stelle überall Auswirkungen hat. In Billings Worten bedeutet *holocoenotic* »that there are no ›walls‹ or barriers between the factors of an environment or between an environment and the organism or biotic community. The ecosystem reacts as a whole […].«[45] Der Kreis umrandet ein Netz und verweist alle Faktoren aufeinander. Damit fügt er mit seiner Harmonie eine Stabilität in die Abbildung, die allein als diagrammatisches Hilfsmittel dient, aber nicht von den ökologischen Beobachtungen getragen wird. Sie weisen zwar auf Interdependenzen hin, diese bilden aber keinen Kreis. Billings betont die Abstraktionsleistung dieser Abbildung, denn die Allverbundenheit aller Faktoren eines *environments* mache es schwierig, einzelne Elemente zu isolieren. Heuristisch sei eine Unterteilung jedoch nötig: »It is difficult to isolate one part of the environment and change it without affecting other parts of the environment. Nevertheless, if we are to understand the structure and operation of an environment, we must subdivide it, at least in an abstract way, in order to know what to measure and what to study.«[46] In einem lückenlosen und kreisförmigen Netz wie in der Abbildung erscheinen zwar alle Relationen gleichrangig, die Anwendung des Schemas auf ein konkretes Ökosystem mit einer spezifischen Gewichtung der Faktoren zeigt jedoch dessen Komplexität. Wenn alles mit allem verbunden ist und es keinen isolierten, externen Beobachter gibt, dann kann ein Ökosystem nur noch als kaum überschaubare Masse an Relationen beobachtet werden. Der Kreis um den *environmental complex* hat die Funktion, diese Komplexität ein- und sie damit vom Außen abzuschließen, indem er eine Grenze zwischen Innen und Außen zieht. Diese Grenze ist zugleich Ausgangspunkt aller Vernetzungen und verweist allein auf das Innere des Kreises, das durch ihn stabilisiert wird. Die Linie des Kreises gehört aber weder zum Inneren noch zum Äußeren. Der vom Kreis umgebene Mittelpunkt bildet das Zentrum, um das Zirkulation als *environment* kreist. Diese Grenzziehung und Zentrierung durch den Kreis impliziert also nicht nur eine beobachterabhängige Schließung eines *environmental complex*, sondern damit auch, dass das *environment* selbst nicht von einem anderen *environment* umgeben ist. Diese basale umgebungsepistemologische Funktion des Kreises, die in den beiden Relationen Mittelpunkt/Rand und Innen/Außen besteht, ist in Varianten in den im Folgenden dargestellten Abbildungen nachweisbar.

Diese Abbildung ist ein frühes Beispiel für eine überaus beliebte, in Modifikationen vielfach in Lehrbüchern und Lexika reproduzierte kreisförmige Schema-

45 Ebd., S. 36.
46 Ebd., S. 8.

zeichnung des *environments*.[47] Billings Abbildung ist mithin ein exemplarischer Fall einer Diagrammatik, die innerhalb der Ökologie großen Einfluss gewonnen hat. In ihr treten der Anspruch, ökologische Kausalitäten abzubilden und die Aufladung der Kreissymbolik zusammen. In dieser und den abgeleiteten Abbildungen kommt der Wissenskontext zum Vorschein, in dem das *environment* als Kreis ein Zentrum umgibt und Kreisläufe umfasst, deren Prozesse keineswegs rund sind. Die um den in Frage stehenden Organismus angeordneten Faktoren bilden einen Kreis und entsprechen damit der von Canguilhems Beschreibung des *milieus* inspirierten Beobachtung, dass das *environment* als Kreis um einen zentrierten Mittelpunkt gedacht wird (und nicht wie das *milieu* als Ebene, in der sich etwas befindet).[48] Das Wissen um das dyadische und reziproke Verhältnis von Organismus und *environment* wird in dieser Diagrammatik umgesetzt.

Die begrenzende Funktion des Kreises kann nicht nur zur Repräsentation der kausalen Vernetzung von Faktoren dienen, sondern auch zur Darstellung sphärischer Skalierungsebenen. Im Kontext ihres Buchs *Life – Outlines of General Biology* von 1931 – also noch vor der Formulierung des Ökosystem-Konzepts – zeigen Patrick Geddes und Arthur Thomson in Abbildung 6.4 eine linear gedachte Kausalität von Aktion und Reaktion zwischen Organismus und *environment*, welches als vierfacher Kreis mit unterschiedlichen Sphären für belebte, physikalische, chemische und mechanische Faktoren dargestellt ist. Zur Erläuterung schreiben sie: »Suppose we draw a circle, place the organism in the middle, and try to see in what different ways the organism may influence the environment, and how in its turn the environment may play upon the organism.«[49] Die herausgehobenen Faktoren wirken auf den ebenfalls als dreifachen Kreis dargestellten Organismus und erreichen dabei unterschiedliche Zellebenen. Ikonographisch verweist diese Abbildung auf kosmologische Sphärendarstellungen. Die einzelnen Kreise sind verschieden markiert, um spezifische Eigenschaften etwa des Zusammenhangs von physikalischem und chemischem *environment* oder die Durchlässigkeit des mechanischen *environments* anzuzeigen. Die Abbildung setzt das Umgebungsverhältnis auch innerhalb des Organismus fort, in dessen innerer Mitte sich vier kreisförmige Keimzellen befinden, die selbst nichts mehr umgeben. Die verschiedenen Kreise sind als gegenseitige Umgebungen aufeinander bezogen und zeigen durch ihre Größe ihren

47 Schematisch aufgenommen wird die Zeichnung etwa in Stugren, Bogdan (1986): *Grundlagen der allgemeinen Ökologie*. Stuttgart, Fischer. S. 18; Schubert, Rudolf (Hg., 1984): *Lehrbuch der Ökologie*. Jena, Fischer. Hier: S. 15; Andrewartha, H. G./Birch, Charles (1984): *The Ecological Web. More on the Distribution and Abundance of Animals*. Chicago, University of Chicago Press. S. 4 sowie auf dem Cover von Peters, Robert Henry (1991): *A Critique for Ecology*. Cambridge, Cambridge University Press.

48 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 236.

49 Geddes/Thomson (1931): *Life*. S. 1255.

Maßstab. Die Kreise fungieren hier nicht nur als Grenze zwischen Innen und Außen, sondern stellen selbst Umgebungsfaktoren dar. So werden in der Abbildung Umgebungsverhältnisse ineinander verschachtelt und hierarchisch geordnet. Die Kausalität von Aktion und Reaktion, um die es in der Abbildung geht, wird von Geddes und Thomson jedoch noch nicht ökologisch gedacht. Die Pfeile, welche die vier äußeren und die drei inneren Kreise verbinden, sind nicht reziprok und bilden keine Zirkulation.

Abbildung 6.4 – Kreise des environments.

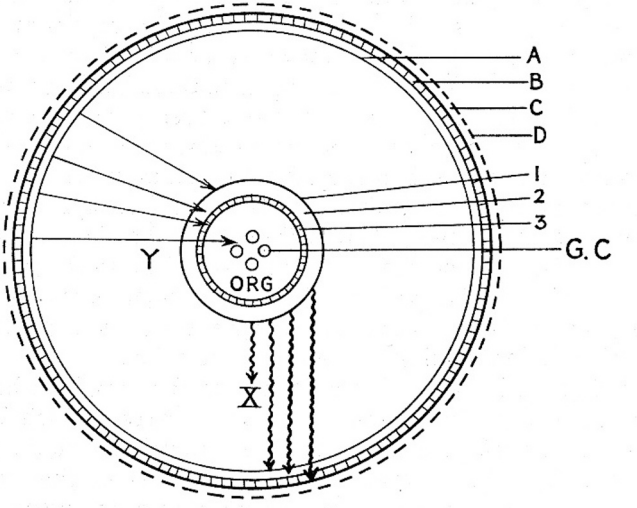
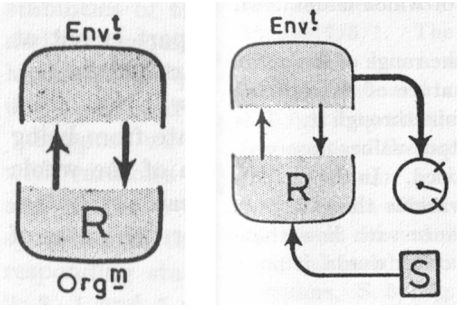


FIG. 201

Action and Reaction between Organism and Environment. The outer circles (the Environment) include (A) animate, (B) Physical, (C) Chemical, and (D) Mechanical influences. As the arrows (Y) show, these may penetrate to different depths of the organism, to the ectodern (1), to the mesoderm (2), to the endoderm (3), and even to the germ-cells (G.C.). From the organism there may be influences (X arrows) reaching various zones of the environment.

Quelle: Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1931): *Life. Outline of General Biology. Volume 1.* London, Williams & Norgate. S. 1255.

Abbildung 6.5 und 6.6 – Regelkreis zwischen Organismus und environment.

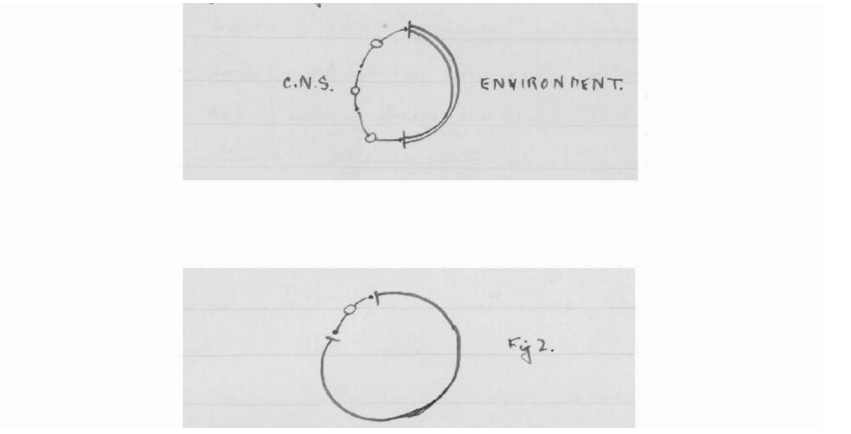


Quelle: Ashby, W. Ross (1954): *Design for a Brain*. New York, Wiley. S. 80 und 81.

Zugespitzt wird die Funktion von Diagrammen, die Reziprozität von *environments* und Organismen darzustellen, in den insgesamt vier kleinen Schemazeichnungen aus Ross Ashbys *Design for a Brain*, die wie im dritten Kapitel erläutert das Verhältnis einer jungen Katze zu ihrem *environment* darstellen, genauer ihre Reaktion auf heiße Kohlen. Ashby interessiert die Verarbeitung von Impulsen aus dem *environment* im zentralen Nervensystem. *R* ist hier das Nervensystem der Katze, das in einem Regelkreis zur Umgebung steht. In diesen Abbildungen wird die kreisläufige, allerdings nicht runde Darstellung in das kybernetische Konzept der Rückkopplung überführt und damit Rekursivität zum Gestaltungselement. Die Abbildung zeigt keinen Kreis, sondern zwei durch Pfeile verbundene, halbrunde, einseitig geöffnete Formen, die sich gegenüberliegen. Der Kreislauf wird dadurch suggeriert, dass der nach oben in den schraffierten Bereich zeigende Pfeil dort an der Rundung entlang imaginär verlängert wird und im nach unten zeigenden Pfeil weiterläuft. Diese angedeutete, im Text eindeutig benannte zirkuläre Bewegung setzt sich fort, solange das Nervensystem mit seinem *environment* interagiert.

In der nächsten Abbildung wird zur Darstellung der Reaktion des Organismus auf Veränderungen des *environments* zusätzlich ein zweiter Regelkreis angefügt, der aus dem *environment* über eine Messskala mit Soll- und Ist-Werten und einem mit *S* markierten Parameter, der das Verhalten der Katze beeinflusst, zurück in den Organismus verläuft. Auch hier stellt die angedeutete Kreisform, die kein Ende und keinen Anfang kennt, selbst eine Kausalität dar. Es handelt sich jedoch nur um einen einfachen Regelkreis mit zyklischer Wirkung, bei der die aufeinander wirkenden Komponenten sich gegenseitig stabilisieren, aber nicht bedingen. In Ashbys Text haben diese Abbildungen die Funktion, das Prinzip der Rekursion zu visualisieren, welches er zu formalisieren versucht.

Abbildung 6.7 und 6.8



Quelle: Skizzen aus Ross Ashbys Tagebuch, Notebook 3, 1932, http://www.ashby.de/rossashby.info/journal/page/images/wrac0263.jpg, letzter Zugriff am 3. Dezember 2018.

Anhand eines Eintrags in Ashbys Labortagebuch lässt sich die diesem Diagramm zugrundeliegende Überlegung rekonstruieren. Am 23. Mai 1932, mehr als zwanzig Jahre vor der Veröffentlichung von *Design for a Brain*, schreibt Ashby: »It has occurred to me that a vast simplification in the concepts of reactions, environment, adaptation + so on, may be effected by noticing that the organism and its environment together form a sort of circle. The environment affects the receptors, impulses go round & come out at the effectors. The effectors affect the environment, which may then reaffect the receptors & so on. Consequently, the interactions of an organism with its environment is [sic] much better shown as a vicious circle, than in the other metaphors one hears (fighting one's environment, pushing back a wall etc).«[50] Interessant ist an dieser Stelle nicht nur die frühe Formulierung eines reziproken Feedback-Modells zur Erklärung der Umgebungsrelation, sondern auch die Bedeutung des Kreises für die Herleitung dieser Relation. Auch hier gibt es keinen sachlichen Grund, den beschriebenen Kreislauf als ›runden Kreis‹ darzustellen. Ashby greift dennoch auf das Bild des *circulus vitiosus* zurück, also des Teufelskreises, in dem sich Faktoren durch positive Rückkopplung – wie im später gebauten, im dritten Kapitel ausführlich dargestellten Homöostaten – gegenseitig verstärken.

50 Journal von William Ross Ashby, Notebook 3, Eintrag vom 23. Mai 1932, Seite 425, *The W. Ross Ashby Digital Archive*, http://www.ashby.de/rossashby.info/journal/page/images/wrac0263.jpg, letzter Zugriff am 10. März 2019.

Es folgt eine handgefertigte Zeichnung (Abbildung 6.7), die dieses Verhältnis darstellen soll. Der angedeutete Kreis ist oben und unten geteilt. Die linke Hälfte besteht aus drei Teilen mit kleinen Kreisen in der Mitte und von ihnen ausgehenden Pfeilen, die sich gegenseitig annähern. Sie stellen unterschiedliche neuronale Instanzen des Nervensystems dar. Die rechte Hälfte des Kreises besteht aus zwei parallelen Linien. Der Übergang zwischen den beiden Hälften ist durch zwei senkrechte Striche gekennzeichnet. Im folgenden Absatz schließt Ashby an die Schönheit der Harmonie des Kreises an, zeichnet einen ›runden Kreis‹ und schreibt: »Now the beauty of this concept of a circle is that we may draw it without specifying which is C.N.S. [Central Nervous System] + which is environment.«[51] Entscheidend ist für Ashby also die formale Austauschbarkeit beider Seiten: Was jeweils *environment* und was Organismus ist, hängt vom Beobachter ab. In der anschließenden Zeichnung eines Kreises sind die Unterbrechungen und Öffnungen verschwunden. Das Verhältnis von *environment* und Organismus, das Ashby hier als rekursiv kennzeichnen will – im Gegensatz zu einer konfrontativen Determination des Organismus durch das *environment* – bildet einen Kreis, in dem schließlich auch die Unterscheidung in die Hälfte des *environments* und die Hälfte des Organismus verschwindet. An ihre Stelle tritt der Regelkreis der Reziprozität. Ashby spezifiziert diesen Gedanken noch weiter, indem er schreibt, dass für ein Neuron der Rest des Kreises als *environment* erscheine. Entsprechend zeichnet er in Abbildung 6.8 einen ein Neuron umgebenen Kreis, allerdings nicht mit dem Neuron als Mittelpunkt, sondern als Teil des Kreises. Für jedes Neuron besteht das *environment*, in dessen Umgebung es sich befindet, somit aus dem Rest des Nervensystems sowie dem *environment* außerhalb des Organismus.

Die Plausibilität, die der Kreis für die zyklische Kausalität von *environment* und Organismus bereits vor dem Beginn der Kybernetik bereitstellt, ist unabhängig von holistischen Vorstellungen wirksam und keineswegs an die Vorstellung einer natürlichen Harmonie gebunden. Für Ashby ist der Kreis kein Symbol einer unhintergehbaren Ganzheit, sondern steht für eine zirkuläre Verkettung, welche die Hierarchie zwischen Umgebenem und Umgebendem aufhebt: »The organism, then, with its effectors and receptors, forms, with the environment, *a system with feedback*.«[52] Dieses Feedback besteht in der Wechselwirkung von *environment* und Nervensystem.

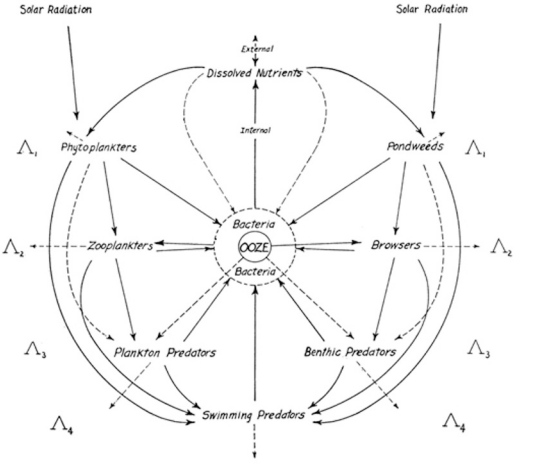
In Raymond Lindemans Darstellung der trophischen Ebenen von Nahrungszyklen in seinen um 1940 entstandenen Arbeiten zu ökosystemischen Kreisläufen

51 Journal von William Ross Ashby, Notebook 3, Eintrag vom 23. Mai 1932, Seite 425, *The W. Ross Ashby Digital Archive*, http://www.ashby.de/rossashby.info/journal/page/images/wrac0263.jpg, letzter Zugriff am 10. März 2019.

52 Ashby: »Homeostasis (1956)«, in: Pias (Hg., 2005): *Kybernetik - Cybernetics*. S. 594.

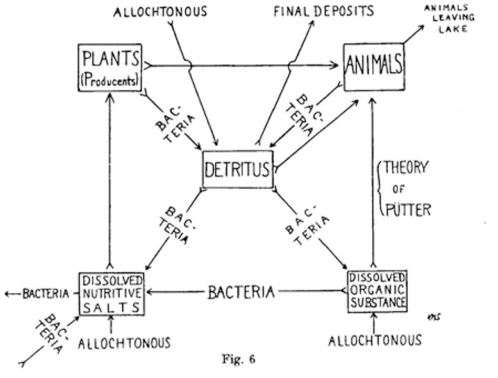
in Seen dient die kreisförmige Darstellung, ähnlich wie bei Billings, der Visualisierung rückgekoppelter Kausalität. Lindeman führt jedoch eine Diagrammatik von Energieströmen ein. Die Abbildung verquickt damit auf exemplarische Weise Wirkungskreisläufe zu einem Gefüge von Bedingungskreisläufen und stellt ein Ökosystem als Ganzes dar. Abgebildet sind die den Schlick umgebenden Faktoren, die von oben nach unten in mit Lambda (Λ) gekennzeichnete trophische Ebenen der Verbrauchs- und Produktivitätsraten geordnet sind. Diese reichen von der Sonneneinstrahlung über die Photosynthese bis hin zur Nahrungsaufnahme auf primärer, sekundärer und tertiärer Ebene. Sie umfassen, wie der Text erläutert, gelöste Nährstoffe, Pflanzen, Herbivore und Karnivore bis hin zu Bakterien und schließlich wieder gelösten Nährstoffen. Die Pfeile markieren den jeweiligen Fluss von Energie zwischen diesen Ebenen. Setzt man die umrandenden Pfeile fort und verbindet sie miteinander, bilden sie einen ökotrophischen Kreis, der nicht geschlossen ist, sondern als Form die energetische Kausalität zwischen Nährstoffen und Verbrauchern darstellt. Die Abbildung erlaubt, das Ökosystem als Ganzes zu repräsentieren – als Abstraktion, welche die Quantifizierbarkeit der zyklischen Energieströme zum Maßstab nimmt. Indem die Komplexität des Ökosystems eines Sees in die zyklische Darstellung übersetzt wird, kann die Vielfalt möglicher Relationen als Bild stillgestellt und formalisiert werden. Die offene Kreisform entsteht erst durch die diagrammatische Verknüpfung dieser Faktoren und wird von Pfeilen nach außen unterbrochen. Sie zeigen in diesem Fall an, dass eine solche beobachterabhängige Schematisierung eines Ökosystems stets ein Ausschnitt ist. Lindemans Abbildung führt damit das Ringen der Ökologie um die Kreisform vor: Der Kreislauf ist nicht rund, ihm wird von Lindeman aber dennoch andeutungsweise diese Form gegeben, auch wenn sie unterbrochen ist. Die Abbildung hadert mit dem Kreis, greift aber trotz allem auf diese Form zurück.

Abbildung 6.9 – Nahrungszyklen



Quelle: Lindeman, Raymond L.: »The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology«. In: *Ecology* 23/4 (1942), S. 399-417. S. 401.

Abbildung 6.10 – Stoffwechselkreislauf in einem See



Quelle: Strøm, K. Münster: »Production Biology of Temperate Lakes. A Synopsis based upon Recent Literature«. In: *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 19/5-6 (1928), S. 329-348. Hier: S. 344.

Seine 1941 verfasste Dissertation beginnt Lindeman mit einer Reflexion der Tradition, in der seine Abbildung steht.[53] Er führt unter dem Titel »The History of Food Cycle Concepts« eine bis in die Anfänge der Ökologie zurückreichenden Reihe von Schemazeichnungen von Nahrungszyklen bzw. später von Ökosystemen an, die unterschiedliche Optionen für die Darstellung von Kreisläufen bilden.[54] Neben den Arbeiten des deutschen Ökologen August Thienemann über Gewässerkreisläufe ist Lindeman augenscheinlich von Abbildungen der Ökologen K. Münster-Strøm von 1928 sowie E. Wasmund von 1930 inspiriert. Ersterer zeigt allerdings keine runde Form (Abbildung 6.10), während die Darstellung Wasmunds ähnlich wie Lindeman die ökologischen Kreisläufe eines Sees als ununterbrochene Kreise vorführt (Abbildung 6.11).

Abbildung 6.11 – Stoffwechselkreislauf in einem See

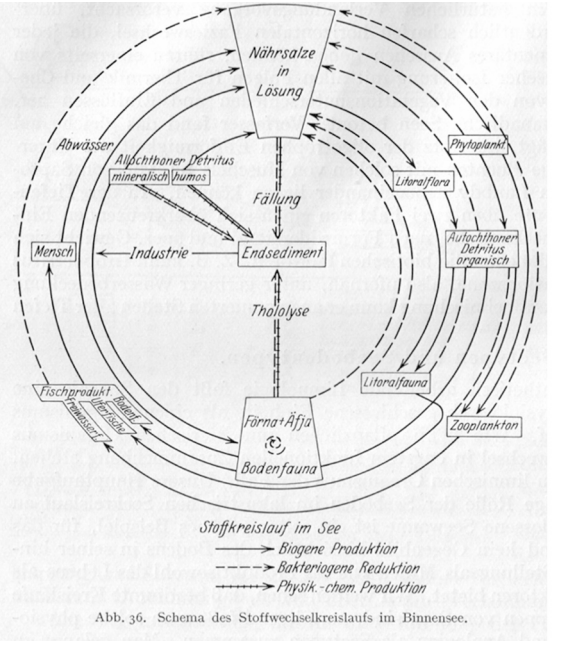


Abb. 36. Schema des Stoffwechselkreislaufs im Binnensee.

Quelle: Wasmund, E.: »Lakustrische Unterwasserböden«. In: Blank, E. (Hg., 1930): *Handbuch der Bodenlehre.* Band 5. Berlin, Springer, S. 97-189. Hier: S. 154.

53 Vgl. Lindeman, Raymond L.: »Seasonal Food-Cycle Dynamics in a Senescent Lake«. In: *American Midland Naturalist* 26/3 (1941), S. 636-673. Hier: S. 636.

54 Lindemans Biograph Robert Sterner hat diese Abbildungen auf einer Tafel gesammelt: Sterner, Robert W.: »Raymond Laurel Lindeman and the Trophic Dynamic Viewpoint«. In: *Limnology and Oceanography Bulletin* 21/2 (2012), S. 38-50. Hier: S. 48.

Die von Lindeman hervorgehobene Gemeinsamkeit der in seine Überlegungen eingeflossenen Abbildungen besteht darin, dass sie mit wenigen Ausnahmen in der Mitte einen von einem kreisförmigen *environment* umgebenen Organismus darstellen. Mit dieser Zentrierung visualisieren sie die Relationalität des ökologischen Umgebungsdenkens. Die Evidenz dieser Abbildungen liegt in der kreisförmigen Verbundenheit der Faktoren und der Zentrierung des Organismus bzw. der energetischen Mitte abhängig von der jeweiligen Umgebung. Diese Evidenz des Kreises nutzt Lindeman für seine Argumentation. Sie folgt jedoch nicht aus seinen Beobachtungen, wie sich an einem anderen Beispiel zeigt: Lindemans Doktorvater George Evelyn Hutchinson stellt wenige Jahre später in der vielzitierten Abbildung 6.12 aus »Circular Causal Systems in Ecology« die biogeochemischen Bedingungskreisläufe von Kohlenstoff als komplexes Gefüge dar, in dem sich zwar Kreisläufe rekonstruieren lassen, die aber als Figur nicht rund sind. Lindeman hingegen zeigt die Bedingungskreisläufe als Pfeile, die einen Kreis bilden, wenn man sie verlängert und die Lücken schließt. Bei Hutchinson sind lediglich die Kausalitäten als Kreisläufe abgebildet – bei Lindeman sind die Pfeile zu Kreisen gebogen.

Mit Hilfe seines Elemente aus dieser Tradition aufnehmenden Diagramms gelingt es Lindeman, die energetischen Verhältnisse innerhalb eines Ökosystems und nicht nur dessen isolierte Bestandteile darzustellen. Entsprechend sucht er in seinen wenigen Aufsätzen nach Mustern der Verteilung und mathematischen Gleichungen zur Beschreibung energetischer Kreisläufe in Ökosystemen analog zu den Strukturen seines Diagramms.[55] Als Visualisierung komplexer Bedingungskreisläufe dient dieses als Anleitung zur Sammlung und Verknüpfung von Daten. Lindemans Ansatz steht damit am Beginn der ökosystemischen Forschung, innerhalb derer Visualisierung, Formalisierung und Modifikation eng aneinander gebunden sind.

55 Zur Bedeutung dieses Diagramms für Lindemans Theorie vgl. ebenfalls ebd., S. 49.

Abbildung 6.12 – Circular Causal Systems

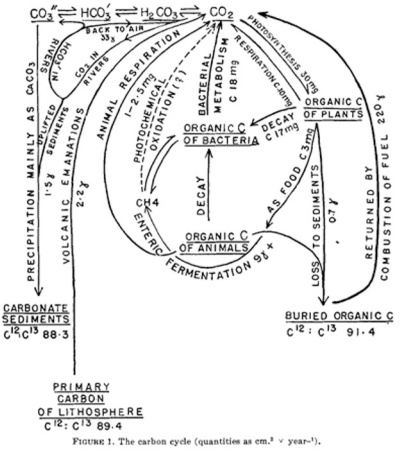


FIGURE 1. The carbon cycle (quantities as gm.^{2} × year^{-1}).

Quelle: Hutchinson, George Evelyn: »Circular Causal Systems in Ecology«. In: *Annals of the New York Academy of Sciences* 50/4 (1948), S. 221-246. Hier: 223.

Die den energetischen Kreisläufen geschuldete Anordnung der Faktoren innerhalb des Ökosystems repräsentiert nicht nur den Wissensstand der Ökosystem-Ökologie sowie mit der Kreisform den Holismus systemischen Denkens. Die in Lindemans Abbildung hervortretende Diagrammatik ist über die repräsentationale Dimension hinaus Bestandteil einer Operationalisierung dieses Wissens, das sich vor allem in den Abbildungen der Odum-Brüder fortsetzt. Schon bei Lindeman impliziert die Anordnung der Faktoren in quantifizierbaren energetischen Kreisläufen die Möglichkeit, in diese Energieflüsse einzugreifen, Faktoren zu ersetzen, neue Faktoren in das System einzuspeisen und Zirkulation zu modifizieren, ohne das Ganze des Systems aus dem Blick zu verlieren. In diesem Sinne ist die Diagrammatik des Ökosystems, die von Thienemann, Hutchinson und Lindeman bis zu den Odum-Brüdern reicht, nicht nur eine Plausibilisierungsstrategie für ökosystemisches Wissen, sondern ein Instrument des *environmental* bzw. *ecological engineerings*. Mit dieser Diagrammatik, die Rekursionen und non-lineare Kausalitäten graphisch umsetzt, tritt das *environment* als Ort der Zirkulation und auf sie gerichteter biopolitischer Interventionen hervor. Die Bilder manifestieren Wissen über die Gestaltbarkeit künstlicher Umgebungen. Sie übersetzen die Komplexität eines Ökosystems in eine Hierarchie von Abhängigkeiten und damit ökologische Faktoren in energetische Größen. Sie implizieren, so die Kritik Peter J. Taylors, die Zerlegbarkeit des Ökosystems in einzelne Teile, die zwar aufeinander einwirken und experimentell erforschbar, aber letztlich nur durch Reduktion und Isolation iden-

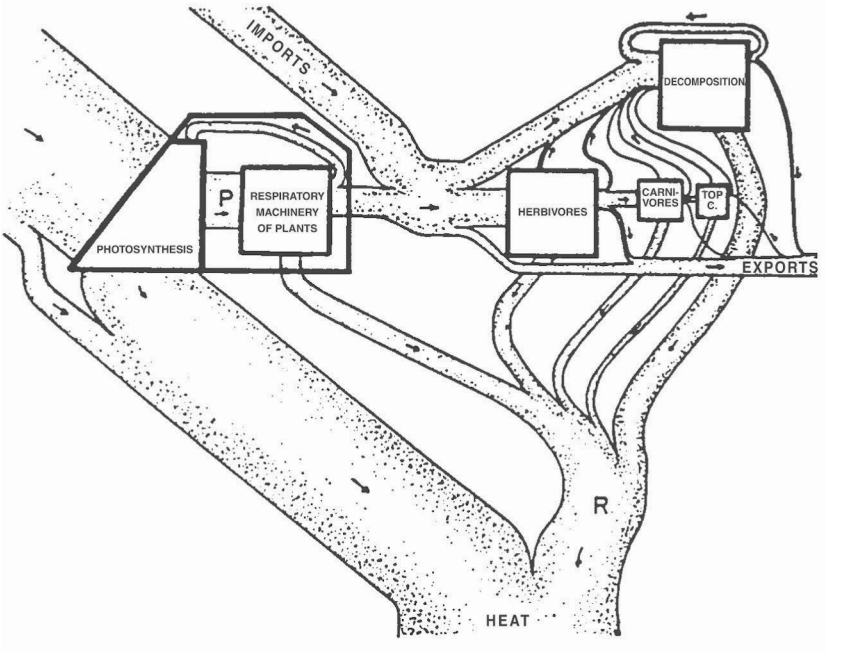
tifizierbar sind.[56] Entsprechend, so Taylors Studien zur Technokratie der Odums weiter, haben diese Diagramme keinen zeitlichen oder räumlichen Index, der die Prozessualität der Vorgänge in einem Ökosystem anzeigen könnte. Stattdessen erscheinen sie als stabile Anordnungen, die, um auf konkrete Ökosysteme appliziert zu werden, lediglich durch gemessene Daten des Energiehaushalts angereichert werden müssten. Sie zeugen somit von einem Pragmatismus, der unterschiedliche gestalterische Mittel zur Darstellung von Umgebungsverhältnissen nutzt und keinesfalls über ein kohärentes theoretisches Gerüst verfügt. Das *environment* wird in diesen Diagrammen auf sehr unterschiedliche Weise und mit teils konträren Implikationen dargestellt. Gemeinsam ist den Darstellungen jedoch die Option des Eingriffs in Ökosysteme.

In ihren Texten zeigen die Odum-Brüder, ähnlich wie Lindeman, aber mit einer schrittweise formalisierten Zeichensprache, die Möglichkeit der Operationalisierung ökosystemischer Relationen auf.[57] Diagramme sind in ihren Arbeiten nicht nur Verständnishilfen, sondern eröffnen zugleich einen Raum, in dem Modifikationen von Ökosystemen simuliert werden können. Die reziproken Abhängigkeiten innerhalb von Systemen, die in der Textform nur schwer darstellbar sind, werden in den zahlreichen Diagrammen ihrer Veröffentlichungen auf einen Blick sichtbar. Es handelt sich meist um Bedingungskreisläufe, also Gefüge, in denen über Regelkreise hinaus die Faktoren nicht nur in wechselseitiger Kausalität, sondern in rekursiver Abhängigkeit stehen.

56 Vgl. Taylor: »Technocratic Optimism«. S. 244.

57 Der Einsatz von Abbildungen in den Arbeiten der Odums ist bereits gut erforscht. So haben Ann Blum und Peter J. Taylor in ähnlicher Perspektive wie der hier verfolgten die Diagramme der Nachkriegsökologie thematisiert, dabei aber vor allem deren komplexitätsreduzierende Funktion behandelt. Sie zeigen, dass die Diagramme der Odums systemtheoretische Vorannahmen enthalten und nicht ohne deren Zuhilfenahme gelesen werden können (vgl. Taylor, Peter J./Blum, Ann S.: »Ecosystem as Circuits. Diagrams and the Limits of Physical Analogies«. In: *Biology & Philosophy* 6/2 (1991), S. 275-294 sowie Kangas: »The Role of Passive Electrical Analogs« und Madison: »›Potatoes Made of Oil‹«).

Abbildung 6.13 – Stoffwechselkreisläufe in Warmwasserquellen



Quelle: Odum, Howard T.: »Primary Production in Flowing Waters«. In: *Limnology and Oceanography Bulletin* 1/2 (1956), S. 102-117. Hier: 113.

In dieser Hinsicht sind die Diagramme der Odums Erkenntnisinstrumente und Handlungsanleitungen zugleich. Im Verlauf der Zeit testen beide Brüder unterschiedliche Diagrammatiken aus, die immer weiter verfeinert und neuen theoretischen Erkenntnissen angepasst werden.[58] Ein frühes Stadium zeigt Abbildung 6.13, in der Energieverläufe von Stoffwechselkreisläufen in Warmwasserquellen in Florida zu sehen sind, die Howard Odum 1956 erforscht. Die Breite der Verbindungskanäle zwischen den trophischen Ebenen stellt hier die Menge der verteilten Energie dar. Die beiden dünnen Kanäle, die die Quadrate der Respiration und der Dekomposition überspannen, zeigen Rekursionen an. Da es in dieser Abbildung jedoch um den thermodynamischen Verlust an Energie in einem System geht, bilden die Kanäle der Energie keine Kreisläufe.

58 Vgl. die Vielfalt von Darstellungsformen in Brown, Mark T.: »A Picture is Worth a Thousand Words. Energy Systems Language and Simulation«. In: *Ecological Modelling* 178/1-2 (2004), S. 83-100.

Abbildung 6.14 – Energy Circuit Language

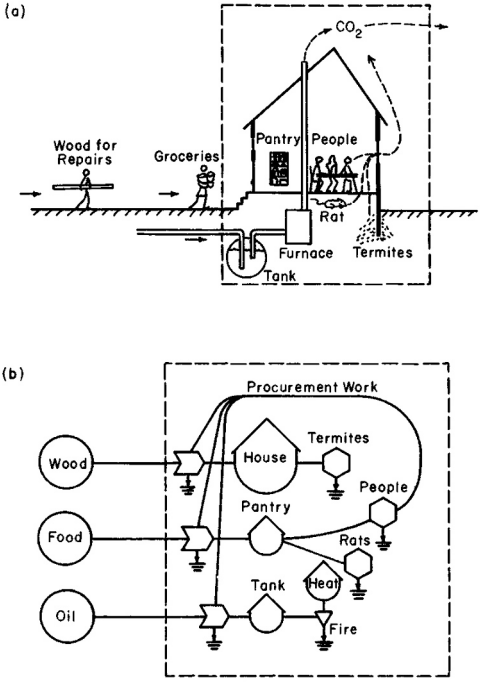


FIG. 2. Diagram of a human house system. (a) Schematic diagram, (b) energy diagram.

Quelle: Odum, Howard T.: »An Energy Circuit Language for Ecological and Social Systems. Its Physical Basis«. In: Patten, Bernard C. (Hg., 1972): *Systems Analysis and Simulation in Ecology*. Volume II. New York, Academic Press, S. 140-210. Hier: S. 142.

Im weiteren Verlauf zeigen die Veröffentlichungen der Odums eine ganze Reihe parallel verwendeter Stile, die hier nur auszugsweise wiedergegeben werden können. Die von Howard Odum in den 1960er Jahren entwickelte instrumentelle Zeichensprache *energese* (*energy systems language*) dient zur Repräsentation der »performance«[59] von Energieflüssen in einem Ökosystem, das mit ihrer Hilfe modellhaft dargestellt werden kann. Sie beinhaltet eine Reihe von Symbolen, mit denen sich energetische Verhältnisse innerhalb eines Ökosystems schematisch darstellen lassen. In einer Beispielabbildung der Energie- und Stoffkreisläufe verdeutlicht der

59 Odum, Howard T.: »An Energy Circuit Language for Ecological and Social Systems. Its Physical Basis«. In: Patten, Bernard C. (Hg., 1972): *Systems Analysis and Simulation in Ecology. Volume II*. New York, Academic Press, S. 140-210. Hier: S. 207.

jüngere der Odum-Brüder die Möglichkeiten dieser Darstellungsweise. Die in der unteren Abbildung gewählte Formalisierung steht in expliziter Analogie zu elektrischen Schaltkreisen, in denen ebenfalls Energieflüsse schematisiert werden – mit dem entscheidenden Unterschied, dass ein geschlossener elektrischer Kreis einen Kurzschluss bedeutet. Bereits zu Beginn der 1960er Jahre beschäftigt sich Howard Odum mit der Möglichkeit, Ökosysteme durch Nachbauten in Form analoger Computer, d.h. als elektrische Schaltkreise zu symbolisieren. Mit Hilfe von Symbolen, die etwa Fließrichtungen, Transaktionen oder Schließungen angeben, können in beiden Fällen diese Kreisläufe spekulativ geändert, berechnet oder erweitert werden. Diese Symbole besitzen eine mathematische Definition und spezifizieren die Bedingungskreisläufe innerhalb von Ökosystemen. Mit ihrer Hilfe können Energieströme nicht nur visualisiert, sondern analog zu elektrischen Schaltkreisen auch berechnet werden. Wie Ann Blum und Peter J. Taylor gezeigt haben, repräsentieren die Abbildungen beider Odum-Brüder Ökosysteme nicht einfach nur als Schaltkreise, sondern erlauben es, sie als Schaltkreise zu behandeln.

Die Linie um das fragliche Ökosystem markiert in diesen Abbildungen die vom Beobachter ausgewählte Grenze des Systems und repräsentiert ähnlich wie die Umrandungen und Schraffierungen der bereits im dritten Kapitel erläuterten Diagramme zum *ecological engineering* eine Schließung des Systems. Im Gegensatz zur Schließung bei Billings laufen hier jedoch Energie- und Stoffflüsse in das und aus dem beobachteten System. Das System, das Organismen und *environments* umfasst, wird selbst als von einem äußeren *environment* umgeben dargestellt. Howard Odum nutzt den Rahmen, der jede zweidimensionale Abbildung umgibt – ob graphisch oder durch weiße Flächen markiert –, um das Verhältnis eines Systems zum Außen darzustellen, indem Energieflüsse von außen eingezeichnet werden. Damit wird die Beobachterposition der Ökologie manifest, in der durch die Beobachtung die Grenzen des Systems hervorgebracht werden. Die Abbildungen der Odums implizieren damit, Blum und Taylor zufolge, dass ein Ökosystem von außen als Ganzes beobachtbar ist und dass Systeme in hierarchische Einheiten zerlegt und auch wieder zusammengesetzt werden können, deren Relationen wiederum die *energy systems language* ausdrückt (Abbildung 6.14).[60] Das Zusammenwirken der isolierten Elemente konstituiert das System als stabiles Ganzes mit berechenbaren Energiekreisläufen. Die Diagrammatik geschlossener Kreisläufe operationalisiert, wie bei Lindeman oder den Odums sichtbar wird, ökologische Relationen.

Die bis hierhin vorgestellten Abbildungen sind nur ein kleiner Teil des ökologischen Repertoires. Ihre Aneinanderreihung soll weder eine historische Folge noch einen systematischen Bezug implizieren. Sie kommen aus unterschiedlichen Kontexten, werden mit verschiedenen Intentionen angefertigt und haben jeweils

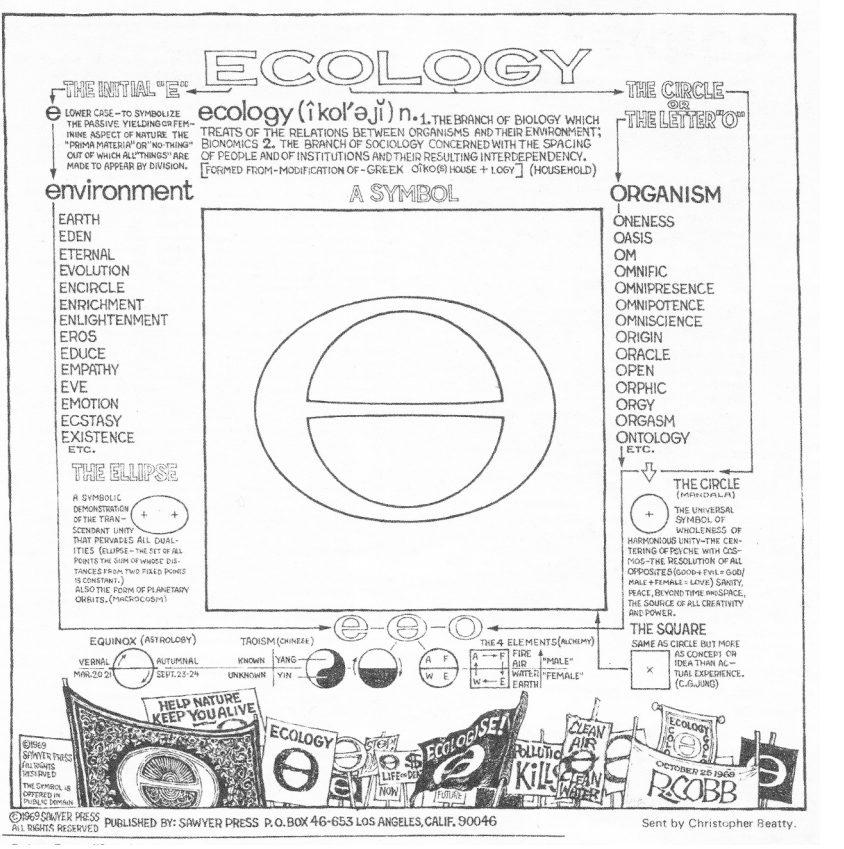
60 Taylor/Blum: »Ecosystem as Circuits«. S. 284.

eigene Funktionen. Dennoch zeigen sie die Prävalenz des runden Gestaltungselements durch unterschiedliche Wissensgebiete hindurch. Mit Canguilhem kann in dieser Hinsicht ein wichtiger Unterschied zwischen den Begriffen *environment* und *milieu* festgehalten werden: Das *milieu* sei meist dargestellt worden als eine »unendlich ausdehnbare […] Gerade oder Ebene, die weder eine bestimmte Gestalt noch eine privilegierte Form hat«[61]. Zur Darstellung des *milieus* rücke die Kreisform mit einem festen Zentrum in der Mitte bereits im frühen 19. Jahrhundert in den Hintergrund. Für den Begriff *environment* trifft offensichtlich das Gegenteil zu: Wie die bis hierhin betrachteten Abbildungen zeigen, dient die Kreisform zur Begrenzung der »unendlich ausdehnbaren Gerade«. Sie hat ein festes Zentrum, dessen Reziprozität mit dem Umgebenen im Kreis gefasst ist. Während Canguilhem das *milieu* als eine »durch Äußerlichkeit endlos verneinte Position«[62] beschreibt, könnte man das *environment* als eine von Innerlichkeit bestimmte Zentrierung bezeichnen. Wenn das *environment* einen Kreis um den Organismus als Mittelpunkt bildet, dann verweist ihre Reziprozität stets auf das Innere dieses Kreises. Und wenn diese Reziprozität wiederum als Kreislauf gedacht wird, wie etwa seit der kybernetischen Prägung der Ökologie, dann bilden auch die Relationen zwischen Organismen und *environments* Kreisläufe, die als Kreis dargestellt werden, obwohl sie nicht rund sind.

Den behandelten Abbildungen gemeinsam ist die Rekurrenz auf den Kreis als dominantes Gestaltungselement und als Darstellungsform für das Ökosystem bzw. das *environment*. Dessen Offenheit für die »endless diversity«[63] an Faktoren, von der Geddes spricht, nimmt potentiell alles auf, was außerhalb des Organismus liegt, bezieht es dank der ökologischen Relationalität auf diesen und koppelt es untereinander zu einem Gefüge, das als vernetzter Kreis mehr zu sein scheint als die Summe seiner Teile: »Everything is connected to everything else«[64], wie Barry Commoner 1971 unter dem Titel *The Closing Circle* zusammenfasst. Im Kreis überschneiden sich traditionell Funktionen eines vereinheitlichenden Ordnungsschemas und Symboliken der Einheit und Ordnung.[65] Im Kontext der Ökologie kommen Elemente der Operationalisierung hinzu: die Kreisform repräsentiert nicht nur bestimmte Formen der Kausalität, sondern setzt sie diagrammatisch zur Gestaltung von Kreisläufen, die schließlich in geschlossenen Systemen keinen Anfang und kein Ende mehr finden sollen.

61 Canguilhem: »Das Lebendige und sein Milieu«. S. 243.
62 Ebd.
63 Geddes/Thomson (1911): *Evolution*. S. 193.
64 Commoner (1971): *The Closing Circle*. S. 33.
65 Vgl. Schramm (1997): *Im Namen des Kreislaufs*. S. 113.

Abbildung 6.15 – Karikatur von Ron Cobb, 1969



Quelle: *Whole Earth Catalog*, Januar 1970, *Supplement: The Outlaw Area*. S. 31.

Mit dem Aufstieg der Ökologie zum Weltbild in den späten 1960er Jahren treten Kreisformen zur Darstellung ökologischer Holismen auch in der Populärkultur und den Künsten auf. Wie sich die beiden Kreisoptionen – das *environment* als schematischer Kreis mit dem Organismus in der Mitte und der Bedingungskreis des Lebens – graphisch verbinden lassen und welche Anknüpfungspunkte dieses Bild bietet, zeigt Abbildung 6.15 aus einer Beilage zum *Whole Earth Catalog* vom Januar 1970. Die abgedruckte Zeichnung des Karikaturisten Ron Cobb, die erstmals 1969 in der *Los Angeles Free Press* erscheint, spielt die Möglichkeiten beider Darstellungsformen

mit vielen Konnotationen und Verweisen durch.[66] Die Symbolik dieser kurze Zeit später die grüne, in den Demonstrationen und Sit-Ins dieser Zeit wehende *ecology flag* zierenden Abbildung bringt die Dyade von Organismus und *environment* zusammen. Die äußere Umrandung wird als Ellipse des *e* des *environments* und die innere Umrandung als *o* des *organism* dargestellt, wodurch der geöffnete Kreis des *e* vom *o* geschlossen wird. Die Bildsprache ist nicht ganz exakt: Letzteres umgibt ersteres und zusammen ähneln sie dem griechischen Buchstaben Theta (Θ). Cobb gelingt es, ein Bild für all die Versprechungen zu finden, welche die Ökologie dieser Zeit in Aussicht stellt. Im begleitenden Text wird der Ellipse als Verbindung aller Punkte der Ebene, auf der die Summe der Abstände zu zwei Punkten gleich ist, ein Dualismen unterlaufendes Potential zugestanden – als »symbolic demonstration of the transcendent unity that pervades all duality«. Wird die Ellipse in den Kreis als Symbol der Ganzheit gelegt, verbinden sich alle Evidenzen zu einem Bild.[67]

Auch für Allen Kaprow, der den Begriff *environment* in die New Yorker Kunstszene der 1960er Jahre einführt, liegt der Kreis als abstraktes Gestaltungselement nahe. In seinem quadratisch gestalteten und als Teil der von ihm angestoßenen Ausweitung des Kunstbegriffs hin zum *Environment* verstandenen Buch *Assemblages, Environments & Happenings* von 1964 finden sich, zwischen einer langen Selbstverortung Kaprows und Fotografien von Werken verschiedener Künstler und Künstlerinnen, in unregelmäßigem Abstand und ohne offensichtlichen Bezug zu den umgebenden Seiten, einige leere weiße, einige leere schwarze und vor allem einige weiße Seiten mit einem schwarzen Kreis in der Mitte, dessen Durchmesser etwa zwei Zentimeter und dessen Abstand zum Rand etwa fünfzehn Zentimeter beträgt. Das *environment* ist hier die Hohlform des schwarzen Lochs in der Mitte. Die weiße Umgebung schneidet den Kreis gleichsam aus ihrem Mittelpunkt. Diese eingeschobenen und doch konzeptuellen Seiten zeigen, so könnte man vermuten, in abstrahierter Form die Umgebungsverhältnisse eines *Environments* und greifen dabei in modifizierter Form auf die in der Ökologie verbreitete Ikonographie des runden *environments* zurück.

Auch wenn der Blick des Betrachters dieser im Buch unkommentierten Seiten in den Kreis gezogen wird, ist es die Größe seiner Umgebung, die seine Wirkung vervielfacht. In Kaprows Bildern ist das Verhältnis von Umgebendem und Umgebenen in der Blickwendung auf den Hintergrund des *environments* als Abwendung von der allein auf die zentrale Mitte konzentrierten klassischen Betrachtungsweise manifestiert und gleichsam auf den Punkt gebracht.

66 Vgl. Patton, Phil (2010): »Symbolizing the Green Movement«. In: *The Professional Association for Design*, 22. April 2010, http://www.aiga.org/symbolizing-the-green-movement, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

67 Auf ähnliche Weise dient der mehrfache schwarz-weiße Kreis des zu dieser Zeit überaus populären, aus dem Daoismus übernommenen Yin-Yang-Diagramms zur Darstellung einer über den Dualismen der Welt stehenden Harmonie.

Abbildung 6.16 – Spiral Jetty

Quelle: Screenshot aus *Spiral Jetty* (Robert Smithson, 1970), 23:39.

Die *Land Art* Robert Smithsons reflektiert ebenfalls die Debatten dieser Zeit durch Neuanordnungen des Kreisbilds. Für seine Arbeit *Spiral Jetty*, im April 1970 parallel zum *Earth Day* fertiggestellt, lässt Smithson eine knapp fünfhundert Meter lange spiralförmige Mole aus 6000 Tonnen Erde und Felsen im Great Salt Lake in Utah aufschütten, über der im gleichnamigen Film ein Helikopter kreist. Das Schlussbild dieses Films zeigt ein an die Wand gehängtes Foto der *Spiral Jetty*, während im Vordergrund zwei runde Filmspulen (d.h. zu Spiralen gedrehte Filmstreifen) zu sehen sind.[68] Smithsons Arbeit *Broken Circle* (1971) umfasst einem von einem Nordsee-Deich in den Niederlanden entnommenen Halbkreis im Wasser, dessen Pendant an Land mit Wasser geflutet ist und der von einem spiralförmigen Weg auf einen eigens aufgeschütteten Hügel betrachtet werden kann. Auch in dieser Arbeit wird die Kreisfigur gleichsam als Verabschiedung ökologischer Vollkommenheit zersetzt.

Smithsons Ausweitung der Kunst in die Landschaft bringt eine Kritik an deren Zerstörung mit einer Kritik an den Holismen dieser Zeit zusammen, die sich nicht zuletzt aus der Faszination für Prozesse der Entropie speist.[69] Beide Kunstwerke manifestieren ihren eigenen geologisch-materiellen Zerfall, anstatt einer zyklischen Wiederherstellung idealisierter Ordnung zuzuarbeiten. Der Kreis ist gebrochen und findet wie die Spirale nie zu seinem Anfang. Letztere ist gerade nicht zirkulär, sondern linear und verbindet eine expansive Bewegung mit der Kontraktion auf ihren Endpunkt.

In einem Text über *Spiral Jetty* für den von György Kepes herausgegebenen Sammelband *Arts of the Environment* von 1972 berichtet Smithson über seine Suche nach einem passenden Ort: »This site was a rotary that enclosed itself in an immensse

68 Vgl. Martin, Reinhold: »Organicism's Other«. In: *Grey Room* 4/Summer (2001), S. 34-51.

69 Vgl. Smithson, Robert: »Entropy made Visible. Interview mit Alison Sky [1973]«. In: ders. (Hg., 2000): *Collected Writings*. Berkeley, University of California Press, S. 301-309.

roundness. From that gyrating space emerged the possibility of the Spiral Jetty. No ideas, no concepts, no systems, no structures, no abstractions could hold themselves together in the actuality of that evidence.«[70] An diesen Zeilen ist weniger die Selbststilisierung des Künstlers interessant als seine Absage an eine feste Perspektive und die Affirmation des Schwindels, der weder im Kreis verläuft noch in ein strukturiertes System gefasst werden kann.[71]

Eine ähnliche Abkehr vom Kreis hin zu Spiralen oder anderen Figuren der Zirkulation findet zur gleichen Zeit auch in der akademischen Ökologie statt. In dem Moment, in dem mit der komplexitätstheoretischen Neuausrichtung der Ökologie und den Theorien der Resilienz Stabilität und Gleichgewicht als normative Instanzen der Ökologie abgelöst werden, wird auch die Kreisform nicht mehr benötigt. Als Kopplung von Symbolik und Operativität verschwindet der Kreis tendentiell ebenso aus den akademischen Debatten wie Versuche, Systeme als Ganze abzubilden. An die Stelle des Kreises treten Figuren einerseits der Spirale sowie andererseits des offenen Möbiusbandes.

70 Smithson, Robert: »The Spiral Jetty«. In: Kepes, Gyorgy (Hg., 1972): *Arts of the Environment*. Henley, Aidan Ellis, S. 109-116. Hier: S. 113.

71 Michael Lüthy hat gezeigt, dass Smithson seine Arbeit zunächst falsch anlegen ließ, nämlich als gerundete Mole mit einer kreisförmigen Plattform am Ende. Nur durch eine zusätzliche Zahlung ließ sich der beauftragte Bauunternehmer zu einem Umbau bewegen (vgl. Lüthy, Michael: »Das falsche Bild. Robert Smithsons verworfene Erstversion der Spiral Jetty«. In: Egenhofer, Sebastian/Hinterwaldner, Inge/Spies, Christian (Hg., 2012): *Was ist ein Bild? Antworten in Bildern*. München, Fink, S. 279-281).

Abbildung 6.17 – Funktionen eines Ökosystems

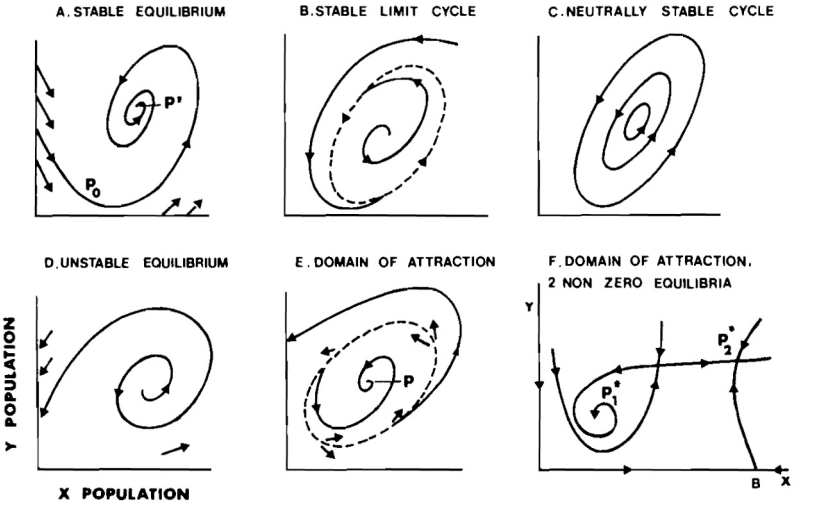


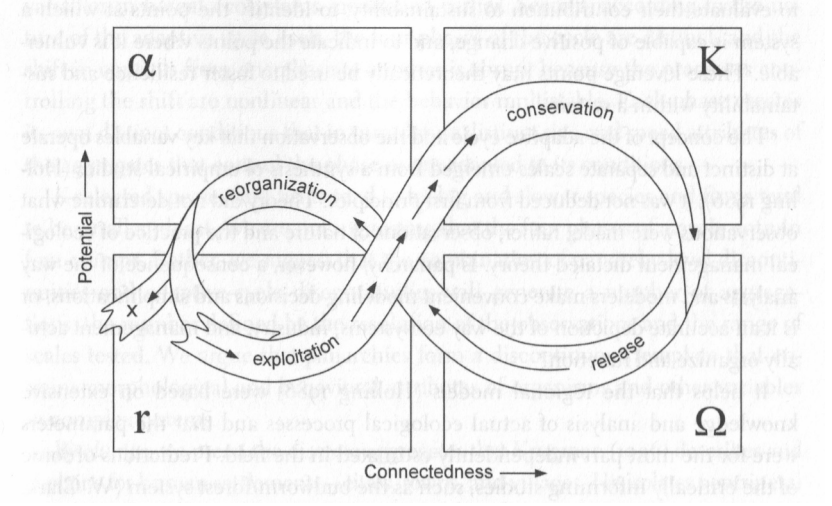
FIGURE 2.2 Ecosystem stability portraits. *A* to *E* are stylized and *F* is a specific example from Bazykin (1974).

Quelle: Holling, Crawford S. (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. New York, Wiley. S. 30.

In Abbildung 6.17 aus C.S. Hollings Buch *Adaptive Environmental Assessment and Management*, die in vereinfachter Form auch in seinem Aufsatz »Resilience and Stability« zu finden ist und schematische Zeichnungen von Modellen der Dynamik eines einfachen Ökosystems darstellt, sind unterschiedliche Populationsmodelle als stilisierte Phasenportraits zu sehen. Phasenportraits sind geometrische Abbildungen der Trajektorien eines dynamischen Systems. Der Raum zwischen den Achsen stellt einen Phasenraum dar, also die Menge möglicher Zustände des Systems, in diesem Fall mit zwei Komponenten. Die Kurve zeigt die zeitliche Veränderung der jeweiligen Ausgangsbedingungen. Die Linie stellt den Zeitverlauf der Trajektorie zweier Werte dar, etwa der Anzahl an Raub- und Beutetieren. Als Spirale zeigt sie den Anstieg der Fluktuationen. Es handelt sich um Feedback-Schleifen, die nicht in einen stabilen Zustand zurückkehren, sondern je neue Ausgangsbedingungen für weitere Schleifen erzeugen, ohne an ihren Ausgangspunkt zurückzufinden. In Abbildung 6.18 aus Hollings gemeinsam mit Craig R. Allen verfasstem Buch *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems* von 2008 ist »A stylized representation of the four ecosystem functions (r, K, Ω, α) and the flow of events among them«

zu sehen.[72] Der Kreis verschwindet im Möbiusband nicht gänzlich, sondern wird in eine dreidimensionale Form überführt, die weiterhin Kreisläufe darzustellen erlaubt, ohne jedoch auf Harmonie und Stabilität hinauszulaufen. Das von Holling dargestellte Möbiusband ist nicht geschlossen, sondern hat einen Zu- und einen Abfluss. Bei Holling ist das Ringen um den Kreis nur angedeutet, weil er aufgrund des expliziten Verzichts auf Stabilität und Gleichgewicht keine diagrammatische Schließung braucht und die Offenheit der Komplexität dynamischer Systeme affirmieren kann. Ansprüche auf Schließung und Ganzheitlichkeit sind aus dieser Ökologie verschwunden.

Abbildung 6.18 – Stabilität von Ökosystemen



Quelle: Holling, Crawford S./Allen, Craig R. (2008): *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems*. New York, Chicester, Columbia University Press. S. 5.

6.2.2 Die Erde von außen

Dass die genannte Formel der Allverbundenheit in das populäre Verständnis von Ökologie eingeht, ja sogar mit ihr gleichgesetzt wird, ist eine Folge des Aufstiegs des *environmentalism* um 1970, in dessen Kontext immer wieder die zwei Fotografien *Earthrise* (Abbildung 6.19) und *Blue Marble* (Abbildung 6.20) zu sehen sind. 1968 spiegeln die von der Apollo 8-Mission angefertigten Fotografien der Erde aus dem All

72 Holling, Crawford S./Allen, Craig R. (2008): *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems*. New York, Chicester, Columbia University Press. S. 5.

die kreisförmigen Abbildungen der Ökologie.[73] Unter dem Titel *Earthrise* zeigt die erste dieser Aufnahmen eine teils im Schatten liegende Kugel oder vielmehr einen Kreis, der imaginativ mit einer dreidimensionalen Rückseite vervollständigt wird. Am unteren Bildrand ist der Mond zu sehen, der in den Vordergrund rückt. Innerhalb der im Hintergrund sichtbaren Kugel, das legt diese Fotografie nahe, sind alle Einflüsse verschränkt und das Außerhalb abgeschnitten. Erstmals tritt die Erde als Ganze und in ihrer Singularität in die Sichtbarkeit. Die Apollo 8-Mission, in deren Rahmen über die Weihnachtstage des Jahres 1968 drei Astronauten den Mond umrunden, unternimmt nicht nur einen Testlauf für die Mondlandung einige Monate später, sondern liefert ein in seiner Evidenz auf der ganzen Welt einflussreiches Bild. Durch die der Fotografie zugesprochene Indexikalität verbürgt die Aufnahme, dass jemand dort draußen gewesen ist, obwohl die unbemannte Sonde Lunar Orbiter I bereits 1966 ähnliches Bildmaterial mitgebracht hatte und selbstredend Globen und Darstellungen der Erde von einem imaginären Standpunkt im All seit langem existieren.[74] Wie Denis Cosgrove gezeigt hat, realisiert die fotografische Abbildung, den Jahrhunderte währenden Versuch der Darstellung der Erde von außen und setzt diese bis dahin imaginäre Position um.

Abbildung 6.19 – Earth Rise

Quelle: http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1249.html, letzter Zugriff am 4.5.2019.

73 Vgl. dazu ausführlicher Cosgrove, Denis: »Contested Global Visions. One-World, Whole-Earth, and the Apollo Space Photographs«. In: *Annals of the Association of American Geographers* 84/2 (1994), S. 270-294 sowie Sachs, Wolfgang: »Satellitenblick. Die Ikone vom blauen Planeten und ihre Folgen für die Wissenschaft«. In: Braun, Ingo/Joerges, Bernward (Hg., 1994): *Technik ohne Grenzen*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 305-327.

74 Vgl. Bryant (2006): *Whole System, Whole Earth*. S. 103.

Abbildung 6.20 – Blue Marble

Quelle: http://www.nasa.gov/content/blue-marble-image-of-the-earth-from-apollo-17, letzter Zugriff am 4.5.2019.

Eine 29-minütige, schwarz-weiße Liveübertragung der Umrundung des Mondes in Fernsehen und Radio lässt die Daheimgebliebenen am 24. Dezember 1968 an der Erfahrung des Außen teilhaben. Geschätzte 500 Millionen Menschen sehen ihren Planeten und wissen, dass sie, wenn sie nicht auf den Fernsehschirm schauen, von der Erde aus nach oben in die Kamera blicken. Man könnte von einem planetarischen Selfie des Menschen als Gattungswesen sprechen. In dem Moment, in dem die Erde nach der Mondumrundung und einer totalen Kommunikationslosigkeit wieder in das Sicht- und Empfangsfeld der Raumfähre tritt, nimmt der Astronaut William Anders mit einer Hasselblad-Kamera das im strikten Zeitplan der Mission nicht vorgesehene Foto mit der NASA-Kennung AS8-14-2383HR auf, das später – um 90 Grad gedreht – *Earthrise* betitelt wird.[75] Dem ursprünglichen Plan zufolge sollte lediglich die Mondoberfläche fotografiert werden, um mögliche Landeplätze zu identifizieren. Dass dieses Bild, das den Blick auf die Erde verfügbar macht, von der NASA nach der Landung als gemeinfrei erklärt wird, macht die Vielfalt seiner Nutzung verständlich und sorgt für seine globale Verbreitung. Potenziert wird dieser Einfluss vier Jahre später von einer *Blue Marble* genannten – ebenfalls um 180 Grad gedrehten – Aufnahme der Apollo-17-Mission, welche die Erde als Ganzes zeigt.

75 Vgl. zu den Details dieser Mission Poole, Robert (2010): *Earthrise. How Man first saw the Earth*. New Haven, Yale University Press. Zur Vertikalität dieses Blicks vgl. Valentine, David: »Atmosphere. Context, Detachment, and the View from above Earth«. In: *American Ethnologist* 43/3 (2016), S. 511-524 sowie die Beiträge in Nitzke, Solvejg/Pethes, Nicolas (Hg., 2017): *Imagining Earth. Concepts of Wholeness in Cultural Constructions of our Home Planet*. Bielefeld, transcript.

Angesichts dieses »geschichtliche[n] Ereignis[ses] völlig neuer Art«[76] erscheint die Erde auf diesen Fotografien, wie ein zeitgenössischer Text von Günther Anders im Echo auf Texte von Hannah Arendt und Emmanuel Lévinas über den russischen Satelliten Sputnik bezeugt[77], erstmals als eine im unbelebbaren All schwebende Kugel, deren Außen im Nichts verschwindet. Sie kann deshalb nunmehr – gemäß der dyadischen Logik – auf sich selbst bezogen werden. Anselm Franke hat diese Fotografie, die an die genannte Ikonographie anschließt, gedeutet als ein »Kippbild, das im Außen des Weltraums entstand, als der bis dahin expansiv nach Außen gerichtete Blick sich zurückrichtete, um die paradoxe Nachricht zu verbreiten, dass es kein Außen mehr gibt.«[78] Die Bilder der Erde aus dem All zeigen, dass die Grenzsuche der westlichen Moderne mit der Reise in den Weltraum an ein Ende gekommen ist, weil sie (vorerst) nicht aus der Kugel ausbrechen kann.[79] Deren luftleeres *environment* ist nur in den Imaginationen der Weltraumkolonisierung belebbar. Das Vakuum begrenzt auf absolute Weise den Lebensraum der Erde und resultiert in einer neuen Skalierungsordnung, in der das Planetarische als Bezugsgröße gesetzt wird.

Mit der von der Apollo 17-Mission angefertigten, ähnlich einflussreichen Aufnahme *Blue Marble* wird die Erde als Ganzes sichtbar, das kein Außen hat, weil sie alles ist, was die Menschheit hat. Erst diese letzte Mondmission mit Astronauten kann die Erde als im Ganzen beleuchtet aufnehmen, weil sie beim Flug zum Mond die Sonne im Rücken hat. Der expandierende wissenschaftliche Blick, der die Erforschung des Weltalls vorantreibt, findet im Schwarz der Umgebung der Erde keinen Halt und wird auf seinen Ausgangspunkt zurückgeworfen. Dort entdeckt er seinen eigenen Ursprung, aber nunmehr auf den globalen Hintergrund, die globale Peripherie, das globale *environment* des Ganzen gerichtet, das bis dahin aufgrund der Blickrichtung von Innen nach Außen unsichtbar bleiben musste. Jetzt blickt man mit dem, was Cosgrove das ›apollonian eye‹ genannt hat, von außen, distanziert und losgelöst, auf das Innere, dessen Ganzheit sichtbar wird, während

76 Anders, Günther (1994): *Der Blick vom Mond. Reflexionen über Weltraumflüge*. München, Beck. S. 90.

77 Vgl. Arendt, Hannah (1970): *Vita Activa. Oder vom tätigen Leben*. Stuttgart, Kohlhammer. S. 7; Lévinas, Emmanuel: »Heidegger, Gagarin und wir (1961)«. In: ders. (1992): *Schwierige Freiheit. Versuch über das Judentum*. Frankfurt/Main, Jüdischer Verlag, S. 173-176. Vgl. zum Denken der Planetarität auch Spivak, Gayatri Chakravorty (2013): *Imperative zur Neuerfindung des Planeten. Imperatives to Re-Imagine the Planet*. Wien, Passagen. Zur Übersicht über die Reaktionen auf den Blick von Außen vgl. Kläger, Florian: »The Earthward Gaze and Self-Reflexivity in Anglophone Novels of the 1970s«. In: Geppert, Alexander C. T. (Hg., 2018): *Limiting Outer Space. Astroculture after Apollo*. London, Palgrave Macmillan, S. 131-154.

78 Franke: »Earthrise und das Verschwinden des Außen«. S. 16.

79 Wie Elizabeth DeLoughrey betont, sind diese Bilder weniger globale Bilder als US-amerikanische Bilder des Globus: DeLoughrey: »The Myth of Isolates«.

die Position des Beobachters unsichtbar bleibt.[80] In den folgenden Worten Howard Odums wird in einem mit »The Biosphere« betitelten Aufsatz von 1971 die in den Jahren vor Apollo 8 entwickelte kybernetische Perspektive auf die Ökosysteme des Planeten mit diesem Bild verquickt: »We can begin a systems view of earth through the macroscope of the astronaut high above the earth.«[81] Wie viele Ökologen dieser Zeit nutzt Odum dieses Bild, um die systemische Prämisse der Allverbundenheit zu plausibilisieren – so ist es auch nicht verwunderlich, dass *Earthrise* die erste Abbildung der dritten Auflage von Eugene Odums *Fundamentals of Ecology* von 1971 ist.[82]

Dass mit dem Aufstieg des *environmentalism* zu einer weltweiten politischen Bewegung dieses Bild zur Ikone erhoben wird, hängt nicht nur mit der Evidenz der *Whole Earth*, sondern auch der (Un)Sichtbarkeit ihrer Umgebung zusammen. Es handelt sich um *eine* Welt.[83] Als Singularität schwebt die Erde im All, von nichts als schwarzer Leere umgeben. Im atmosphärelosen Vakuum ist kein Leben möglich. Da die Erde kein *environment* außer dem luftleeren Raum und dem lebensfeindlichen Mond hat, wird offensichtlich, dass das globale *environment* auf der Kugel selbst liegt.[84] Diesen Gedanken versucht Marshall McLuhan bereits angesichts des russischen Satelliten Sputnik zu konstatieren, der in den USA weniger euphorisch aufgenommen wurde: »Perhaps the largest conceivable revolution […] occurred on October 17, 1957, when Sputnik created a new environment for the planet. For the first time the natural world was completely enclosed in a man-made container. At the moment that the earth went inside this new artifact, Nature ended and Ecology was born. ›Ecological‹ thinking became inevitable as soon as the planet moved up into the status of a work of art.«[85] Parallel zur Ausbreitung der Globalisierung, die, wie von McLuhan beschrieben, mit der vermeintlichen Instantanität elektrischer Medien ein gesellschaftliches Außen zunehmend verschwinden lässt, wird die Unterscheidung von Umgebendem und Umgebenem auf der Innenseite der Unterscheidung von Innen und Außen wiederholt. Das Ergebnis ist nicht zu vernachlässigen für den Erfolg des *environmentalisms* und der *Whole Earth*-Bewegung.[86] Ihre Welterklärung korrespondiert mit dem, was man auf den Fotografien sieht:

80 Vgl. Cosgrove: »Contested Global Visions«.

81 Odum (1971): *Environment, Power, and Society*. S. 11.

82 Vgl. Odum (1971): *Fundamentals of Ecology*. S. 3.

83 Vgl. Kuchenbuch: »›Eine Welt‹ im Bild«.

84 Nigel Clark hat unter dem Titel »Ex-Orbitant Globality« vorgeschlagen, die Erde als kosmologisch offenes, vom Rest des physikalischen Universums abhängiges System zu beschreiben: Clark, Nigel: »Ex-Orbitant Globality«. In: *Theory, Culture & Society* 22/5 (2016), S. 165-185.

85 McLuhan: »At the Moment of Sputnik«. S. 49.

86 Vgl. zum systemtheoretischen Einfluss auf Stewart Brand, insbesondere seine Lektüren Fullers, die Arbeiten von Bruce Clarke, vor allem Clarke: »Steps to an Ecology of Systems«.

eine vom Außen abgeschlossene Kugel, die zugleich Umgebenes und Umgebendes ist. Günther Anders spricht in diesem Kontext von einer »Selbstbegegnung der Erde«.[87] Mit diesem Verschwinden des Außen, das McLuhan zufolge für das Erscheinen des *environments* als Problematik sorgt, gibt es keinen herausgehobenen Ort der Beobachtung mehr. Jede Beobachtung findet in einem *environment* statt und prägt dieses.

Diese Fotografien lediglich als imperialistische Aneignung der Erde als Ganzer zu beschreiben, würde der Relationalität, die sie abbilden, nicht gerecht: Sie zeigen nicht nur ein globales *environment*, sondern zugleich, dass der Beobachter, der die Erde von außen betrachtet und an dessen Position imaginär die Betrachter des Fotos treten, auch außerhalb des Planeten von diesem abhängt. Selbst Astronauten entkommen ihrem *environment* nicht. Sie müssen eine Umgebung mitbringen, die durch *environmental design* hergestellt wird.

Im gleichen historischen Moment wie die erfolgreiche Weltraumreise eines künstlichen *environments* treten die Abgeschlossenheit der Erde im Weltall, die Endlichkeit der Ressourcen und die ökologische Allverbundenheit ins Bewusstsein. Die Erde erscheint folgerichtig selbst als Raumschiff. Die Formulierung *spaceship earth* wird vermutlich erstmals 1965 von Adlai Stevenson, dem US-Botschafter bei den Vereinten Nationen, in einer Rede verwendet.[88] Ein Jahr später trägt ein Aufsatz des Ökonomen Kenneth Boulding diesen Titel. Boulding leitet die Evidenz der Raumschiff-Metapher aus der Erkenntnis der Geschlossenheit der runden Erde ab, auf der alles miteinander verbunden sei. Ihm geht es um eine Ökonomie, die nicht an Wachstum orientiert ist, sondern die Geschlossenheit des Planeten zur Grundlage nimmt. Mit Bezug auf Ludwig von Bertalanffy definiert Boulding ein *closed system* wie folgt: »In a closed system, the outputs of all parts of the system are linked to the inputs of other parts.«[89] Das dynamische Gleichgewicht eines geschlossenen Systems besteht in der Kompensation von Überschüssen und der beständigen Umformung von Outputs in Inputs. Während das Verständnis der Erde als offenem System zu einer ›Cowboy-Ökonomie‹ der Ausbeutung führe, impliziere ein geschlossenes System einen verantwortungsvollen Umgang mit endlichen Ressourcen. Dieses Bild der Erde wird von Buckminster Fuller mit einem *operating manual* ausgestattet und konvergiert mit McLuhans bereits Anfang

87 Anders (1994): *Der Blick vom Mond*. S. 89.

88 Vgl. Höhler, Sabine (2014): *Spaceship Earth in the Environmental Age, 1960-1990*. London, Pickering & Chatto. S. 40. Die Rolle der Raumschiffmetapher für den *environmentalism* hat Peder Anker ausführlich dargestellt: Anker, Peder: »Buckminster Fuller as Captain of Spaceship Earth«. In: *Minerva* 45/4 (2007), S. 417-434. Hier: S. 426 sowie Anker (2010): *From Bauhaus to Ecohouse*. S. 96ff.

89 Boulding, Kenneth E.: »The Economics of the Coming Spaceship Earth«. In: Jarrett, Henry (Hg., 1966): *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore, John Hopkins University Press, S. 3-14. Hier: S. 4.

der 1960er Jahre vorgestellten Idee des *global village*, dessen Zentrum überall ist.[90] Auch James Lovelock gibt an, durch *Earthrise* zur Gaia-Hypothese bewegt worden zu sein.[91] Wenn die Erde ein Raumschiff ist, können natürliche, technologische und kulturelle Faktoren nicht voneinander getrennt werden. Auf diesem Raumschiff ist auf ökologische Weise alles miteinander verbunden. Es umfasst Organismen und *environments*, schließt sie jedoch zugleich gegen das äußere *environment* des Universums ab, von dem sie Teil sind. Das *environment* wird, dafür steht die Raumschiff-Metapher ebenso wie die NASA-Fotografien, zur globalen Angelegenheit und seine Erhaltung zum Imperativ, auch wenn vom Mond aus keinerlei Spuren des Menschen zu sehen sind. Dieses im Imaginären seiner Zeit so tief eingebettete Bild des Planeten popularisiert die Schemazeichnungen der Ökologie im fotografischen Medium und wird zum Emblem einer ökologischen Bewegung, der die vermeintliche Allverbundenheit in aller Faktizität, Endgültigkeit und Unausweichlichkeit vor Augen steht. Der Blick von oben und das Gefühl, in einem Raumschiff zu sitzen, verschieben die Partikularität in die Universalität. Es gibt demnach kein Außen des Ganzen mehr, aber ein *environment*.[92]

Wie auf dem Cover von *Limits of Growth* sowie des von Barbara Woods und René Dubos 1971 herausgegebenen Buches *Only one Earth*[93] ist auch auf dem Titelblatt des ersten *Whole Earth Catalog* von 1969 eines dieser Fotos der Erde vom Mond zu sehen.[94] Die in diesem Programmheft der kalifornischen *counterculture* versammelten Strömungen setzen fort oder bringen vielmehr zur Implosion, was in der Ökologie der Ökosysteme bereits angelegt war: ein Aufleben des nie eingeschlafenen Holismus der Ganzheit, in dem Gegenkultur und Künste, Ökologie und Stadtplanung, Medientheorie und Psychedelik aufeinander treffen. Alle Unterschiede scheinen angesichts des Blicks von außen auf das Ganze, auf dem sich die Beobachter befinden, zu einer größeren Einheit aufgehoben. Alle Dualismen sind bedeutungslos, wie es der aus Österreich nach Kalifornien emigrierte Physiker und Systemtheoretiker Fritjof Capra, der in seinen einflussreichen Büchern wie *The Tao of Physics* von

90 Vgl. Fuller (1968): *Operating Manual for Spaceship Earth*; McLuhan (1964): *Understanding Media*; Wie Sabine Höhler argumentiert hat, ist das *spaceship earth* bereits als Hybrid aus Natur und Technik gedacht (vgl. Höhler, Susanne: »Spaceship Earth‹. Envisioning Human Habitats in the Environmental Age«. In: *GHI Bulletin* 42 (2008), S. 64-85. Hier: S. 18).

91 Lovelock, James E.: »The Gaia Hypothesis«. In: Bunyard, Peter (Hg., 1996): *Gaia in Action. Science of the Living Earth*. Edinburgh, Floris Books, S. 15-33. Hier: S. 16.

92 Vgl. Bergermann, Ulrike: »Das Planetarische. Vom Denken und Abbilden des ganzen Globus«. In: dies./Otto, Isabell/Schabacher, Gabriele (Hg., 2010): *Das Planetarische. Kultur - Technik - Medien im postglobalen Zeitalter*. München, Fink, S. 17-41.

93 Vgl. Ward, Barbara/Dubos, René J. (1972): *Only One Earth. The Care and Maintenance of a Small Planet*. New York, Norton.

94 Die erste Ausgabe des *Whole Earth Catalog* zeigt eine 1967 entstandene, aus mehreren vom Satelliten ATS 3 aufgenommenen Fotografien zusammengesetzte Abbildung der Erde. Die zweite Ausgabe des Katalogs zeigt das *Earthrise*-Bild auf dem Cover.

1975 das holistisch-ökologische Weltbild der Gegenkultur zusammenfasst, rückblickend ausdrückt: »Our spiritual moments are the moments when we feel alive. In those moments we are also totally aware of our environment. We feel alive with a profound sense of belonging to the whole.«[95] Capras frühe Texte erscheinen parallel zum Aufstieg des *environmentalism* in den 1970er Jahren und setzen sich mit ihrer Verquickung westlicher Physik, Systemtheorien sowie östlicher Philosophien für eine neue Umweltpolitik ein. Das *environment* erscheint bei Capra als Refugium außerhalb der Dualismen und damit als Versprechen auf eine ökologische Erneuerung, in der Wissenschaft und Ganzheit zueinander finden: »Ecological awareness, then, will arise only when we combine our rational knowledge with an intuition for the nonlinear nature of our environment.«[96] Die Non-Linearität, von der in diesem Zitat von 1983 die Rede ist, soll der mechanistischen, linearen Rationalisierung widerstehen, die von Capra als westliche Begründung der Ausbeutung der Natur beschrieben wird.[97] Non-Linearität erscheint demgegenüber als Motiv, mit dem sich der Holismus der Ganzheit und die Komplexität eines ökologischen Systems zusammendenken lassen. Non-Linearität ist für Capra, bildlich gesprochen, der Ausbruch aus der modernen Rationalität hin zur Harmonie des vor- oder nachmodernen Kreises.[98]

95 Capra, Fritjof (2010): *The Tao of Physics. An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism*. Boston, Shambhala. S. 7. Vorwort zur vierten Auflage.

96 Capra, Fritjof (1983): *The Turning Point. Science, Society, and the Rising Culture*. Toronto, Bantam Books. S. 41. Capra verwendet das Wort *environment* in diesem zum Thema einschlägigen Buch an 118 Stellen. Vgl. auch Capra (1996): *The Web of Life.*

97 Das theoretische Erbe dieser Bewegungen tritt in den 1970er Jahren die sogenannte *deep ecology* an. Geprägt wird diese Strömung Name 1973 vom norwegischen Philosophen Arne Naess. Naess kritisiert am *environmentalism* dieser Zeit, vor allem am Club of Rome, dass allem Widerstand zum Trotz das industriell-kapitalistische Gerüst der ökologischen Zerstörung ignoriert würde. Der Anthropozentrismus dieser *shallow ecologies* verhindere, zu einer Ethik des Handelns zu gelangen, die den ökologischen Prämissen gerecht werde, indem sie den Menschen nicht von der Natur separiere. Naess' »biospherical egalitarianism« hingegen zielt auf die Gleichheit aller Bestandteile der Natur (vgl. Naess, Arne: »The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement. A summary«. In: *Inquiry* 16/1-4 (2008), S. 95-100). Diese Naturphilosophie des ökologischen Gleichgewichts wendet sich gegen das Dominanzbestreben westlicher Wissenschaft, Technik und Kultur, das notwendigerweise auf dualistischen Gegenüberstellungen beruhe, um Natur der Kultur oder Frauen Männern unterzuordnen. Naess zielt auf ein nicht-reduktionistisches Verständnis der Dyade, in der A und B durch ihre Relationen bestimmt werden, die wiederum ein »biospherical net or field of intrinsic relations« (ebd.) bilden. Eine Kritik der *deep ecology* hat Jozef Keulartz formuliert: »Radical ecology has revealed itself as a pseudo-science that is increasingly out of step with academic ecology, to which it nevertheless continues to appeal for a legitimization of its assertions and claims.« Keulartz (1998): *Struggle for Nature*. S. 143.

98 In seinem Buch *The Web of Life* von 1996 beschreibt Capra, wie kybernetische Kreislaufmodelle des Feedbacks von Modellen vernetzten Denkens abgelöst werden. Capra (1996): *The Web of Life.*

6.2.3 Ökologische Allverbundenheit

Die Bedeutung der Kreisform als abgrenzende Markierung für die Ökologie besteht nicht nur darin, dass sie Außen und Innen scheidet und das Innen in diesem Zug als geschlossenes Ganzes mit einem zentrierten Mittelpunkt umrandet. Daneben besitzt der Kreis eine holistische Symbolik, weil sein Bild erlaubt, die Kausalität verschiedener Faktoren in einen Kreis zu fügen und so eine ökologische Geschlossenheit zu kennzeichnen, die zugleich aufgrund ihrer Rundheit, Totalität und Endlosigkeit ganzheitlich aufgeladen werden kann. Ein Kreis hat keine Differenzen und Ecken. Auf einem Kreis ist alles miteinander verbunden.

Die Geschlossenheit des Kreises durch Allverbundenheit ist das Motiv des 1971 erschienenen Bestsellers *The Closing Circle – Confronting the Environmental Crisis* des Ökologen und Politikers Barry Commoner, der zehn Jahre später als aussichtsloser grüner Präsidentschaftskandidat für die Citizens Party antritt. Commoner referiert den Stand der Ökosystem-Ökologie für ein breites Publikum und spielt zugleich die Bedeutung der Verhältnisse des Lokalen und des Globalen durch. Wie die anderen Ökologie-Klassiker dieser Zeit, Rachel Carsons *Silent Spring* sowie der Bericht des Club of Rome *Limits of Growth*, leistet Commoners Buch eine umfassende Bestandsaufnahme ökologischen Wissens und entsprechender Gefährdungen. Commoner will die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Ökologie so weit verbreiten, dass sie durch die Kopplung sozialer und ökologischer Lösungsvorschläge politische Schlagkraft gewinnen. Ökologie soll sich weniger gegen das Bevölkerungswachstum als gegen gefährdende Technologien richten und alternative Lebensentwürfe vorstellen. Die von Paul Ehrlich über den Club of Rome zur gleichen Zeit verbreitete Warnung vor der Gefahr der Überbevölkerung würde, so Commoner, statt bei der industriellen Technologie die Schuld bei der Masse der Armen suchen und ihnen die Lösung der Probleme aufbürden. Doch diese könnten allein die Reichen bewältigen, in deren Besitz sich die Technologien befinden. Die ökologische Katastrophe ist Commoner zufolge kein Effekt der Überbevölkerung, sondern des Kapitalismus. Er fordert, den Einsatz von Technik stattdessen ökologisch zu planen, um ihre Nebenwirkungen in den Griff zu bekommen.

Anhand der Luftverschmutzung in Los Angeles, der Bodenerosion in Illinois, der Wasserqualität des Lake Erie und den Atomtests im Südwesten der USA zeigt Commoner die Probleme reduktionistischer Ansätze und präsentiert holistisch-kybernetische Alternativen, mit deren Hilfe die Wirtschaft der USA auf ökologische Verträglichkeit umgestellt werden soll. Commoner unterteilt die Natur in eine natürliche Ökosphäre und eine artifizielle Technosphäre. Das *environment* ist, wie Timothy Luke hervorgehoben hat, für Commoner sowohl die Natur der Ökosphäre als auch die durch den Menschen transformierte, als Teil der Kultur gefasste Natur der

Technosphäre.[99] Commoner schreibt: »The environment is, so to speak, the house created *by* living things, *for* living things.«[100] Als Umgebung, so kann man dieses Zitat über Luke hinaus lesen, ist das *environment* zugleich natürlich und durch die umgebenen Lebewesen hergestellt.

Die *Four Laws of Ecology*, die Commoner zur Lösung dieser Krise formuliert, werden für die populären Fassungen der Ökologie zur Referenz, weil sie, weniger als wissenschaftlich valide Gesetze denn als Hilfsmittel gedacht, Orientierung in den komplexen Zusammenhängen versprechen: »Everything is connected to everything else. Everything must go somewhere. Nature knows best. There is no such thing as a free lunch.«[101] Vor allem die erste Formel wird alsbald zum Inbegriff der Ökologie: Gemeinsam mit den anderen drei Gesetzen und durch den Kreis evident gemacht, gibt sie der Geschlossenheit einen theoretischen Rahmen. Wenn alles irgendwo hingehen muss und alles miteinander verbunden ist, dann speisen sich die Kreisläufe aus sich selbst und nichts geht verloren. Die Natur weiß es am besten, weil sie aus ökologischen Relationen besteht, die kein Außen haben, sondern restlos untereinander verbunden sind. Deshalb kann kein externer Beobachter über mehr Wissen verfügen als ein involvierter Beobachter, der stets Teil der Natur ist. In einer solchen Ökologie hat jede Handlung Konsequenzen, weshalb man nichts geschenkt bekommt. Auf diese Weise zusammengefasst bilden die *Four Laws* eine Matrix der Schließung, deren basales Prinzip die Allverbundenheit darstellt und deren Bild der Kreis ist.

Mit aller Konsequenz fügt Commoner in seinem Text die zwischen holistischen Interpretationen der Ökologie und Allgemeinplätzen schwankenden *Four Laws* in das Bild des sich schließenden Kreises, der dem ansonsten ohne Abbildungen auskommenden Buch den Titel gibt: Wenn alles mit allem verbunden ist und es zugleich kein Außerhalb gibt, bedeutet eine Veränderung an einer Stelle Veränderungen überall. Um zu wissen, wie ein Ganzes zusammengesetzt ist und welche Faktoren auf es wirken, sei es nötig, alle seine Relationen zu kennen. Die Prämisse, dass alles mit allem verbunden ist, impliziert, dass alles von Bedeutung für die Konstitution des Ganzen ist. Dieses bildet folgerichtig einen geschlossenen Kreis. Jede Veränderung an einer Stelle des Kreises zieht eine Kette von Wirkungen nach sich. Als Kreis bleibt diese Kette geschlossen, setzt sich durch alle Teile des Ökosystems fort und wirkt dadurch stabilisierend. Nur in diesem Gleichgewicht, in dem alles durch Bewegungen und Abhängigkeiten an seiner Stelle gehalten wird, ist der Kreis geschlossen, auch wenn sich notwendigerweise bei jeder Umwandlung Energieverlust einstellt. Ökologisch sind alle Teile des Kreises an alle anderen gekoppelt

99 Luke: »On Environmentality«. S. 61.
100 Commoner (1971): *The Closing Circle*. S. 32.
101 Ebd., S. 33–46.

wie durch die Pfeile in Billings Abbildung. Werden durch menschliche oder technische Eingriffe einzelne Elemente entfernt oder geschwächt, sterben also Arten aus oder verändert sich die Durchschnittstemperatur, reißt die Kreisverbindung und das Gleichgewicht schwindet. Alle natürlichen Vorgänge, so schließt Commoner aus den Beobachtungen der Ökosystem-Ökologie, verlaufen in homöostatisch geschlossenen Kreisläufen, die von *environmental destruction* geöffnet werden, weil das Gleichgewicht durch externe Eingriffe gestört wird. Damit verlieren in der übergeordneten Einheit des Ökosystems Organismen ihre Anpassungsfähigkeit an die natürlichen Bedingungen und Variationen des *environments*. Das systemische Äquilibrium zwischen Organismus und *environment*, das ein stabiles Ökosystem auszeichnet, zerbricht. Ausgleichende Eingriffe in dieses Ungleichgewicht sind nur auf der Ebene des *environments* möglich. Auf der Erde als einem globalen System ist keine Ressource endlich, doch in einem natürlichen Kreislauf wird Commoner zufolge nur so viel verbraucht wie neu eingespeist wird. Wenn es kein Außerhalb gibt, bleiben alle Reste und aller Abfall auf der Erde und werden notwendigerweise in die Kreisläufe re-integriert und re-cycelt. Wenn alles mit allem verbunden ist, dann verschwindet auch nichts. Die Menschheit wird Commoner zufolge ihre Probleme nicht durch Entsorgung los, weil es dafür keinen Ort und kein Außen mehr gibt.

Commoners Ansätze können als Reaktionen auf das neue Bild der Erde und die mit ihm implizierte Ökologie verstanden werden. Auch wenn er in seinem Buch auf Abbildungen verzichtet und lediglich der Einband der Hardcover-Ausgabe einen vom Buchrücken durchgeschnittenen Kreis zeigt, kann er sich auf die Suggestionskraft dieses Bildes verlassen. Der titelgebende Kreis des Lebens, aus dem die Menschheit ausgebrochen sei, könne sich nur dann wieder schließen und ins Gleichgewicht einpendeln, wenn die Bedeutung des *environments* beachtet werde. Seine Krise sei die Öffnung des Kreises, und ein offener Kreis sei weder rund noch ganz, mithin kein *whole*, sondern eine Linie, die nicht oder nur mit größtem Aufwand rundgebogen werden könne: »To survive, we must close the circle.«[102] Ein auf diese Art geöffnetes Ökosystem, in dem die Kreisläufe unterbrochen sind, bleibt jedoch auch im Krisenzustand auf sich selbst bezogen. Es zerstört seine eigene Grundlage. Geöffnet ist der Kreis, um im Bild zu bleiben, immer nur nach innen, weil es kein Außen mehr gibt. Gelinge es, das Denken und das Verhalten der Menschheit zu ändern, werde der Kreis wiederhergestellt. Die Verbundenheit der Dinge würde wieder hervortreten, weil sich ihre globale Ökologie unter diesen Vorzeichen nur als Ganzes und im Kreis denken lasse.[103]

102 Ebd., S. 298.

103 Um es in den kritischen Worten Robert Henry Peters zu formulieren: »At first glance, a statement like ›everything is connected‹ is so patently false that the statement would normally be dismissed. However, it is protected from falsification by reference to subtle, indirect or imperceptible connections of an unspecifiable kind. Thus the failure to demonstrate a connection is

Der Kreis ist bei Commoner nicht als schematische Darstellung der Faktoren eines *environments* gedacht, sondern als Metapher für die ökologischen Bedingungskreisläufe und das selbstorganisierende Gleichgewicht, das gemäß der *Four Laws* zu einem Kreis wird. Commoners Kreis umgibt nicht wie bei Billings als *environment* einen *organism*, sondern erfasst vielmehr, wie bei Lindeman, beide Seiten als Bestandteile des ökologischen Kreislaufs. Ihre Wechselwirkungen bilden den Kreis. Doch das Verhältnis der Zentrierung bleibt in dieser Abstraktion gewahrt, denn der ökologische Regelkreis produziert eine Geschlossenheit, die das ganze System einerseits nach außen hin schließt und andererseits alles innerhalb des Kreises zum *environment* von etwas anderem erklärt.[104] Gemeinsam ist den genannten Bildern daher, dass der Kreis die holistische Version eines großen Ganzen repräsentiert.

Bei Commoner, aber auch in der zuletzt besprochenen *ecology flag*, wird der Kreis zum Symbol einer ökologischen Kosmologie, in der zwischen *environment* und Organismus eine ungestörte Stabilität herrscht. Diese Stabilität wird durch eine Absage an die technische Ausbeutung des *environments* und die Entstehung eines ökologischen Bewusstseins im Akt des »closing the circle« hergestellt. Diese bis in die zeitgenössische Esoterik reichenden Kreisformen werden von Akteuren wie Commoner und Capra, aber auch von Bruno Latour als vor-modern begriffen, insofern sie die Moderne mit eben jenem Aufbrechen des Kreises identifizieren, das zum Verlust an Ganzheit und Verschränkung von Mensch und *environment* geführt habe. Die Aneignung der antiken und mittelalterlichen Kreissymbolik ist daher nur konsequent.

Die bis hierhin präsentierte Ikonographie des *environments* verhandelt mithin die in der Ökologie dieser Zeit virulenten Formen der Kausalität als Umgebungsrelationen. Ein wesentliches Merkmal der Ausweitung des Begriffs und seiner anhaltenden Popularität lag und liegt, wie gezeigt werden konnte, in der Aushandlung der Logik dessen, was Patrick Geddes »ancestral welding under the hammers of the environment«[105] genannt hat, der Frage also, wie das *environment* das prägt, was von ihm umgeben wird und wie dieses auf das *environment* zurückwirkt. Wie die Geschichte des Begriffs bis hierhin gezeigt hat, wurde dieses Verhältnis selten auf klassische Ursache-Wirkungs-Muster zurückgeführt, sondern vielmehr aus heterogenen Kausalfaktoren wie bei Lamarck und Comte, einem teleologischen Naturzweck wie im Organizismus etwa bei Haldane oder Henderson und später

not taken as evidence against the statement, but only against the adequacy of the definition of connection used.« Peters (1991): *A Critique for Ecology*. S. 98.

104 Frédéric Neyrat hat in seinem Text »Elements for an Ecology of Separation« gegen die Allverbundenheit die Notwendigkeit von Trennungen hervorgehoben und betont, dass ein kritischer Standpunkt Distanz benötige. Die Geschichte ökologischer Allverbundenheit wird von Neyrat allerdings nur angedeutet (vgl. Neyrat: »Elements for an Ecology of Separation«).

105 Geddes: »Environment«. S. 389.

aus kybernetischen Verkettungen mit non-linearen Rückkopplungen zusammengesetzt sowie schließlich mit dem Begriff der Resilienz komplexitätstheoretisch reformuliert. Dieser Anspruch eines ›neuen Denkens‹, welcher der Ökologie von Anfang an zu eigen ist, will sich von der klassischen Auffassung linearer Kausalität absetzen. Da im Fall der Ökologie kausale Rekursivität ein Umgebungsverhältnis betrifft, kann sich in der Folge der Gedanke eines geschlossenen Kreislaufs der Wechselwirkung innerhalb eines zirkulären Systems durchsetzen, für dessen Darstellung sich der Kreis anbietet. Der Kreis wiederum impliziert eine Geschlossenheit, in der alles miteinander verbunden ist. Entsprechend kann man den Kreis als eine Übersetzung ökologischen Wissens in die spezifische Diagrammatik einerseits einer rekursiven Kausalität und Non-Linearität sowie andererseits eines Umgebungsverhältnisses als geschlossenem System verstehen, in dem Innen und Außen durch Umgebendes und Umgebenes ersetzt werden. Und damit wird deutlich, dass die holistischen Vorstellungen der Ökologie nicht zu trennen sind von Biopolitiken der Gestaltung von *environments*, dass Ökologie also eine kontemporäre Form eines Regierungswissens bildet, welches sich auf Zirkulationen richtet und im Medium des *environments* operiert.

6.3 Figuren der Schließung – *Closed worlds*

Die Untersuchung von Ökosystemen geht stets mit einer Positionierung des Beobachters einher, der entscheidet, was zum Ökosystem gehört und was nicht, was also in einer relevanten Relation zum umgebenen Objekt steht und was zu vernachlässigen ist. Um eine Beobachtung zu validieren, muss der Beobachter eine Relation zur beobachteten Relation einnehmen. Die vorgestellten Diagramme waren alle mit dieser Herausforderung konfrontiert und haben unterschiedliche Lösungsstrategien gefunden.

Der Ökologie stellt sich nicht nur dieses Problem, über die Relevanz von Faktoren entscheiden zu müssen, sondern, wie bereits Arthur Tansley betont hat, auch die Aufgabe, die Grenzen eines Ökosystems zu ziehen: »The isolation is partially artificial, but it is the only possible way we can proceed.«[106] Entsprechend gut geeignet als exemplarische biologische Forschungsgegenstände sind Systeme, die geographisch abgegrenzt und wenn auch nicht isoliert, so doch in ihren Relationen zu anderen Ökosystemen eindeutig bestimmbar sind. Es verwundert daher nicht, dass die Limnologie, die Gewässerkunde, von Beginn an ein bevorzugtes Forschungsgebiet der Ökologie darstellt. Seen oder Teiche, aber auch Aquarien und Terrarien sind seit der frühen Ökologie der Jahrhundertwende, von Forbes über

106 Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. S. 64.

Thienemann und Lindeman bis Hutchinson, exemplarische Gegenstände der Ökologie, weil sie aufgrund ihrer vergleichsweise klaren Grenzen als Beobachtungseinheiten mit einem »complete and independent equilibrium of organic life and activity«[107] dienen können. Sie erlauben, Komplexität zu reduzieren. Aquarien und Terrarien sind daher als Vorläufer der in diesem Kapitel thematisierten Projekte künstlicher Ökosysteme zu sehen, die seit den 1960er Jahren geplant werden (und nicht selten im Planungsstadium bleiben).

Unter dem Namen *life support systems* werden zu dieser Zeit die technischen Bedingungen der Gestaltung autarker Ökosysteme durchdacht und in Prototypen ausgetestet.[108] Im Kontext der Konvergenz von *whole earth* und *closed world*, vom Bild der Erde und dem Wissen über geschlossene Systeme, entstehen insbesondere seit den 1960er Jahren Projekte der Konstruktion von künstlichen geschlossenen Systemen in kleinerem Maßstab. Die Architekturhistorikern Lydia Kallipoliti hat zahlreiche Beispiele für experimentelle *environments* von Heißluftballonkabinen über Shopping-Center bis hin zu Gewächshäusern identifiziert, die bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts zurückreichen, aber erst in den 1960er Jahren als Ökosysteme beschrieben werden.[109] Die Eigenschaften geschlossener Systeme, mit denen sich ArchitektInnen, ÖkologInnen sowie IngenieurInnen in unterschiedlichen Kontexten und mit mitunter divergenten Intentionen beschäftigen, werden in diesen Projekten in kleinerem Maßstab als künstliche *environments* modelliert. Besonders prominent sind Raum-, Untersee- sowie Forschungsstationen in der Antarktis, aber auch technisch aufgerüstete Gewächshäuser und Atomschutzbunker, die im Fall eines nuklearen Winters über längere Zeiträume sicher und belebbar sein sollen.[110] Für die Durchführung dieser Projekte sind umfangreiche Maßnahmen

107 Forbes: »The Lake as a Microcosm«. S. 77. Forbes' Begriff des *microcosm* wird 1993 zur Grundlage eines von Howard Odum gemeinsam mit Robert Beyers verfassten Buchs über geschlossene Systeme: Beyers, Robert J./Odum, Howard T. (1993): *Ecological Microcosms*. New York, Springer. Vgl. zum See auch Bühler, Benjamin: »See«. In: Bühler, Benjamin/Rieger, Stefan (Hg., 2014): *Kultur. Ein Machinarium des Wissens*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 206-218.

108 Vgl. zu dieser Geschichte ausführlich Höhler: »Spaceship Earth«.

109 Vgl. Kallipoliti: »Closed Worlds«. David Munns hat im engeren historischen Rahmen die Bedeutung sogenannter *phytotrons* betont, vereinfacht gesagt Gewächshäusern mit kontrollierter Atmosphäre (vgl. Munns, David P. D. (2016): *Engineering the Environment. Phytotrons and the Quest for Climate Control in the Cold War*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press; zu Gewächshäusern allgemein vgl. auch Hix, John (1974): *The Glasshouse*. London, Phaidon).

110 Für die Zeit zwischen 1965 und 1980 hat Sven Mesinovic 65 Untersee-Projekte identifiziert, die von Unterwasserlaboren bis zu bewohnbaren Habitaten reichen und oft als Testläufe zur Weltraumkolonisierung angesehen werden, so etwa die beiden 1969/1970 erbauten Stationen *Tektite I* und *Tektite II* vor der Küste Floridas (vgl. Mesinovic, Sven: »Reshaping Nature. Underwater Laboratories, Ecology, and Outer Space in West Germany and the United States«. In: Beinart, William/Middleton, Karen Pooley Simon (Hg., 2013): *Wild Things. Nature and Social Imagination*. Washington, The White Horse Press, S. 265-287).

zur Schließung der Kreisläufe des Systems nötig. Aus der Vielzahl möglicher Fälle sollen im Folgenden zwei in ihren Zielsetzungen, aber auch ihrer Finanzierung extreme Beispiele genauer untersucht werden, die an die Ökosystem-Ökologie der 1960er Jahre anschließen und deren technokratisches Moment umzusetzen versuchen: die wenig erfolgreichen ökologischen Interventionen in die Raumfahrtforschung sowie das Großprojekt *Biosphere II*.

Forschungsstrategisch bieten künstliche geschlossene Systeme den Vorteil, mit der Offenlegung ihrer Funktionsweisen Mittel zu ihrer Rekonstruktion und damit auch Konstruktion an die Hand zu geben. Sie bieten die Chance, bei Änderungen einer Komponente die Auswirkungen auf das gesamte System zu beobachten. Jeder Faktor eines Ökosystems wird in einem solchen geschlossenen System potentiell zu einer technisch kontrollierbaren Variable. In diesen künstlichen Habitaten soll auf engstem Raum alles miteinander verbunden sein, so dass sich das System selbst reproduziert und es keine Reste gibt. Mit unterschiedlichen Mitteln, Erfolgen und politischen Absichten zielen diese Projekte auf die Schließung des jeweiligen Systems vom Außen und die Autarkie seiner Selbstreproduktion. Sie stellen die Frage, wie man ein künstliches Ökosystem konstruieren kann, dessen Bewohnerinnen und Bewohner in ihrem *environment* von der äußeren Welt abgeschnitten sind und deren Lebensbedingungen allein von diesem System gebildet werden.[111]

Als Experimentalsysteme sind derartige Ökosysteme das, was Hans-Jörg Rheinberger ›materielle Analytika‹ genannt hat: »Visualisierungen von Eigenschaften des Gegenstandes der Untersuchung in Form von mehr oder weniger transformierten Bestandteilen des Untersuchungsgegenstandes selbst, in eine Ordnung gebracht, die bestimmte Aussagen über ihn ermöglicht.«[112] Während Rheinberger vor allem visuelle Repräsentationen beschreibt und diesem Konzept nur wenige Zeilen widmet, können materielle Analytika auch als Bestandteile von Experimentalsystemen verstanden werden. Ein ›materielles Analytikum‹ bringt demnach innerhalb eines Experimentalsystems Eigenschaften des erforschten Gegenstands hervor und kann damit selbst zum Gegenstand der Untersuchung werden, wie etwa ein mikroskopisches Präparat oder in Alkohol eingelegte Organe. Diesem Gedanken folgend sind künstliche Ökosysteme in den im Folgenden besprochenen Beispielen nicht nur das, was erforscht wird, sondern zugleich das Medium dieser Forschung. Als ›technisches Ding‹ erzeugt ein künstliches ökologisches System jene Bedingungen, die es zum ›epistemischen Ding‹ werden lassen.[113] Als ›epistemisches Ding‹ setzt seine Erforschung seine Synthetisierbarkeit und damit seinen Status als ›technisches Ding‹ voraus. Wenn ein geschlossenes System

111 Vgl. dazu auch Kasprowicz, Dawid (2019): *Der Körper auf Tauchstation. Zu einer Wissensgeschichte der Immersion*. Baden-Baden, Nomos.

112 Rheinberger: »Objekt und Repräsentation«. S. 59.

113 Zu diesen Begriffen vgl. Rheinberger (2006): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge.*

(und nicht nur einzelne seiner Komponenten) zum Forschungsgegenstand wird, können erforschbare ökologische Relationen durch die technische Replikation atmosphärischer, chemischer, physiologischer und hydrologischer Verhältnisse erzeugt werden. Dadurch wird das künstliche Ökosystem selbst zum ›epistemischen Ding‹. Wie ein Präparat ist das geschlossene System »aus dem Stoff selbst gemacht, welcher Gegenstand der Analyse ist«[114] und kann daher nicht als Modell verstanden werden. Es wird nicht in einem anderen Medium dargestellt, sondern ist zugleich Medium wie Objekt der Forschung und benötigt daher spezifische Verfahrensweisen, die diesen Doppelcharakter hervortreten lassen. Die epistemologische Besonderheit von Umgebungswissen wird hier erneut deutlich: Aufgrund der relationalen Verschränkung der Dyade können Umgebungen nur durch Umgebenes, Umgebenes nur durch Umgebungen erforscht werden. Andernfalls würden sie relationslose Objekte. Deshalb kann bei den vorgestellten Projekten nicht eindeutig in das zu Erforschende und die Mittel der Erforschung unterschieden werden – zumal die prominentesten dieser künstlichen Systeme von Forscherinnen und Forschern bewohnt werden, die auch ihre eigene Involviertheit in das System berücksichtigen müssen.

Die Versuche der Herstellung artifizieller *environments* als *closed worlds* kopieren die Eigenschaften lokaler, gewachsener Ökosysteme und übertragen sie so unabhängig vom äußeren *environment* wie möglich in technisch kontrollierte, synthetische Räume. *Closed worlds* sind designierte Objekte von *environmental control*, *environmental engineering* und *environmental management*, weil die Geschlossenheit der ökologischen Kreisläufe technisch auch dann reguliert werden muss, wenn das Ziel ihre Autarkie ist. Die Verhandlung von Wissens- und Darstellungsformen der Schließung geht mit ihrer technischen Konstruktion einher, die wiederum als Herstellung von Lebensbedingungen durch die Regulation von Zirkulation eine Biopolitik involviert. Der Unterschied zu den experimentellen *environments* John Scott Haldanes und anderen früheren Versuchen kontrollierter Umgebungen besteht darin, dass die in der Ökologie geschlossener Systeme zu dieser Zeit verhandelte Schließung des Systems andere technische Parameter ins Spiel bringt. Vor allem aber wird in diesem Kontext die umgebungsepistemologische Frage nach umgebungslosen Umgebungen aufgeworfen.[115]

Raumstationen oder das künstliche Ökosystem von *Biosphere II* sind Versuche, Umgebungen zu konstruieren, die von dem unabhängig sind, was das System umgibt, weil eine geschlossene Grenze die innere und die äußere Umgebung trennt.

114 Rheinberger: »Objekt und Repräsentation«. S. 59.

115 Bereits 1968 gelingt es dem Biologen Clair Folsome, in einer mit Wasser aus dem Pazifik gefüllten, versiegelten Flasche, Zyklen der Photosynthese in einem »closed ecosystem« nachzubilden und über Jahre hinweg aufrechtzuerhalten (vgl. Folsome, Clair: »The Emergence of Materially-Closed-System Ecology«. In: Polunin, Nicholas Vladimir (Hg., 1986): *Ecosystem Theory and Application*. New York, Wiley, S. 269-288).

Eine der Grundlagen für diese Imagination der Schließung ist die Weiterentwicklung architektonischer Verfahren der Versiegelung und energetischen Permeabilität, etwa durch die Verfeinerung von Gewächshausarchitekturen.[116] Mit der Konstruktion derart geschlossener Systeme werden einerseits Umgebendes und Umgebenes ineinandergeschoben, indem das Ökosystem als Ganzes zur abgeschlossenen Einheit wird. Zugleich soll andererseits – mehr oder weniger konsequent – das Außen eines solchen Systems durch einen klaren Schnitt isoliert werden. Die äußere Umgebung soll hermetisch vom Innen getrennt sein, während die innere Umgebung technisch kontrolliert wird. Das Scheitern der im Folgenden thematisierten Versuche zeigt jedoch die Unmöglichkeit, eine Umgebung aus einer Umgebung zu extrahieren. Wenn eine Umgebung von einer anderen Umgebung umgeben ist, dann ist sie gemäß der dyadischen Reziprozität zugleich ein Umgebendes und ein Umgebenes. Diese Relationalität entspricht einer »Gleichzeitigkeit von Umwelt-Haben und selbst Umwelt-Sein«[117]. Gänzlich geschlossene Systeme sind Versuche einer un-umgebenen Umgebung. In den Extremformen von Raumstationen oder *Biosphere II*, die in vielerlei Hinsicht spekulativen Charakter haben, wird alles ausgeblendet, was nicht technisch kontrolliert werden kann, weil das, was Teil der Umgebung ist, nur existiert, weil es kontrolliert wird, während alles andere ausgeschlossen ist.

Die der Ökologie geschlossener Systeme zugrundeliegende Unterscheidung in geschlossene und offene Systeme, die nicht nur in der Ökologie, sondern auch in der Physik und der Ökonomie eine Rolle spielt, ist von Ludwig von Bertalanffy inspiriert. Dessen Systemtheorie, die als Vorbild für viele kybernetische Ansätze gelten kann, differenziert schon in den 1930er Jahren zwischen geschlossenen und offenen Systemen: erstere sind selbstregulierende, vom Außen abgegrenzte Systeme mit geschlossenen inneren Kreisläufen, deren Grenzen materiell geschlossen, energetisch und informatisch aber zumindest im Fall biologischer Systeme offen sind. Ein geschlossenes System ist nicht zwangsläufig ein abgeschlossenes System. Doch bei von Bertalanffy sind geschlossene Systeme mangels Wechselwirkung mit ihrer Umgebung zwar stabil, aber nicht dynamisch. Allein offene Systeme können, so von Bertalanffy, komplexe Zustände herausbilden und ein Fließgleichgewicht erreichen. Die geschlossenen Systeme, um die es im Folgenden geht, sind hingegen selbstorganisierend, regenerativ und zwar materiell geschlossen, energetisch und informationell aber offen. Sie sind geschlossen, aber nicht abgeschlossen. Praktisch impliziert dies, dass alle Reste, die das System produziert, durch ständiges

116 Vgl. Barber, Daniel A. (2016): *A House in the Sun. Modern Architecture and Solar Energy in the Cold War*. New York, Oxford University Press.

117 Folkers/Hoppe: »Von der Modernisierung zur Ökologisierung«. S. 147.

Re-Cycling wieder in seine Kreisläufe eingespeist werden, während Energie von außen – zumeist durch die Sonne – eingespeist wird.[118]

Neben von Bertalanffys Überlegungen gehören Buckminster Fullers architektonische *environments* zu den Inspirationsquellen der seit den 1960er Jahren durchgeführten Projekte: sein Vorschlag, einen geodätischen Dom über New York zu errichten, um das Klima der Stadt zu regulieren, oder seine Bedienungsanleitung für das *spaceship earth*, welche die technische Effizienz der sogenannten *cabin ecology* mit Synergieeffekten koppelt und zur Verbesserung der Lebensbedingungen durch ökologische Architektur und geplantes Management beitragen will.[119] Angesichts der auf der Erde zu erwartenden Vernichtung, sei es durch einen Atomkrieg und durch Umweltzerstörung oder als kolonialistische Expedition an *new frontiers*, entstehen vor allem im Kontext der im Kalten Krieg massiv geförderten Raumfahrtforschung vor dem Hintergrund dieser Ansätze Pläne der Besiedelung des Alls durch Raumstationen, die autark ihr eigenes *environment* produzieren sollen.[120] Die von der NASA nur in Versuchen umgesetzten Raumstationen, aber auch die vom Physiker Gerard O'Neill in seinem Ende der 1970er Jahre erschienenen einflussreichen Buch *The High Frontier* vorgestellten imaginären Entwürfe von Raumstationen für zehntausende von Menschen[121] sollen nach wissenschaftlichen Maßstäben kontrollierte *environments* erzeugen und dienen zugleich als utopische Modelle für zukünftige Zivilisationen. Felicity Scott hat die biopolitische Dimension der Verschränkung ökologischer Kontrolle mit gesellschaftlichen Neuentwürfen in ihrer historischen Darstellung der NASA-Pläne unterstrichen: »The architectural environment of the colony, that is, would be orchestrated not just to facilitate the production of goods in space and to shelter the population, but in a non-deterministic but nevertheless directed apparatus to sponsor new forms of subjectivity and social interaction.«[122] Mit der Kolonisierung des Weltalls geht es, wie ebenfalls Peder Anker argumentiert hat, nicht nur um eine territoriale, imperialistische Expansion,

118 Vgl. zu dieser Definition Gitelson, I. I./Lisovsky, G. M./MacElroy, R. D. (2003): *Manmade Closed Ecological Systems*. London, Taylor & Francis.

119 Bereits in den späten 1950er Jahren untersucht die *cabin ecology* im militärischen Rahmen die Überlebensbedingungen in U-Booten und überträgt dieses technische Wissen alsbald auf Raumstationen (vgl. Cassidy, W. B. (Hg., 1969): *Bioengineering and Cabin Ecology*. Washington, American Astronautical Society sowie Anker: »The Closed World of Ecological Architecture«. S. 528).

120 Vgl. Pias: »Paradiesische Zustände«.

121 Vgl. O'Neill, Gerard K. (1977): *The High Frontier. Human Colonies in Space*. New York, Bantam Books. Zur Geschichte von Raumstationen sowie der Versuche, entsprechende *environments* als Experimentalsysteme auf der Erde nachzubauen vgl. Peldszus, Regina: »Architectural Experiments in Space. Orbital Stations, Simulators and Speculative Design, 1968-82«. In: Geppert, Alexander C. T. (Hg., 2018): *Limiting Outer Space. Astroculture after Apollo*. London, Palgrave Macmillan, S. 237-258.

122 Scott, Felicity: »Earthlike«. In: *Grey Room* 65/Fall (2016), S. 6-35. Hier: S. 19f.

sondern auch um die Durchsetzung eines ökologischen Regimes auf der Erde.[123] Raumstationen fungieren, selbst wenn sie im Imaginären verbleiben, stets als Testumgebungen für neue Gesellschaftsentwürfe, an denen die Effizienz biopolitischer Maßnahmen durchgespielt wird.

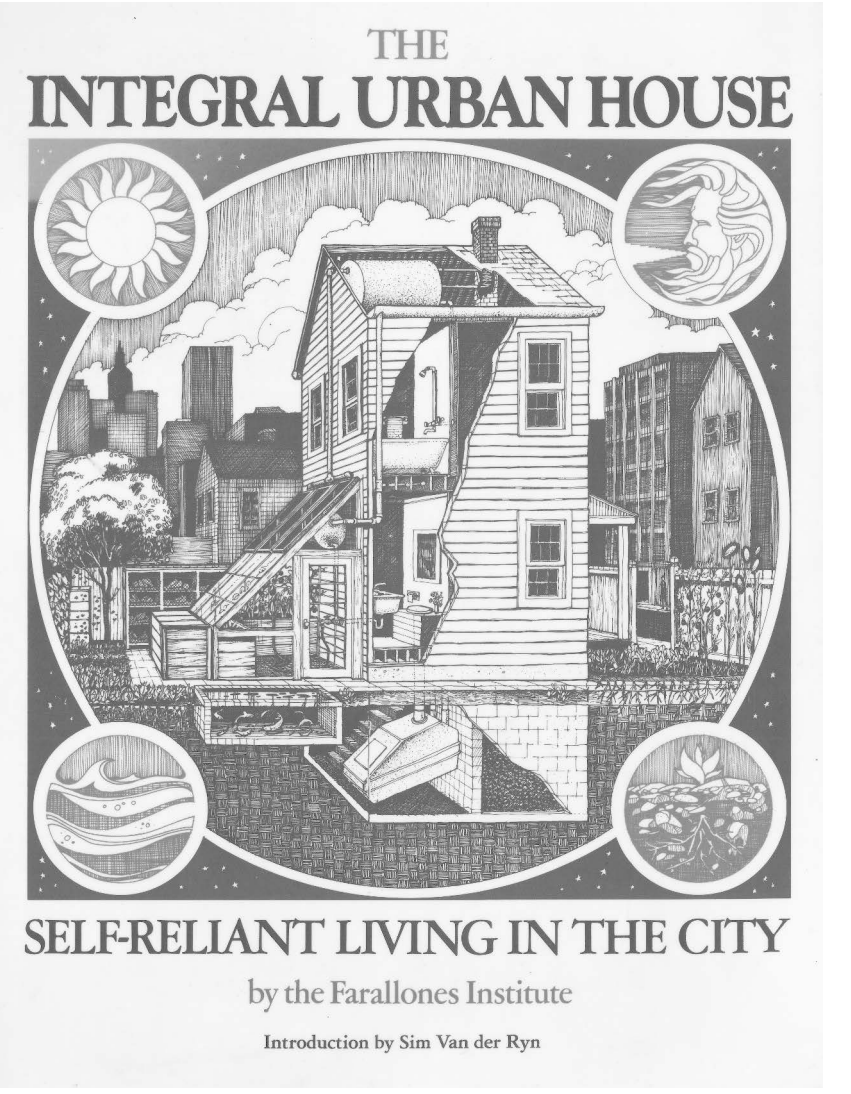
Neben die gut finanzierten Großprojekte von *closed worlds*, deren Horizont die Kolonisierung fremder Planeten bildet, treten auch kleinere aktivistische Projekte, die etwa mit Recyclingvorgängen im Haushalt oder der autarken Selbstversorgung von Kommunen experimentieren. Ein prominentes Beispiel dafür ist das in Kalifornien beheimatete New Alchemy Institute von Nancy und John Todd, das mit den von Howard Odum formulierten Prinzipien des *ecological engineering* experimentiert.[124] In künstlerischen Aneignungen wie den bereits erwähnten Arbeiten von Haus-Rucker-Co oder David Greene werden die ästhetischen sowie politischen Bedeutungen und Auswirkungen der Geschlossenheit nicht nur von biologischen, sondern auch von sozialen Systemen ausgetestet.[125] Auch das Integral Urban House von Bill und Helga Olkowski sowie Tom Javits in Berkeley soll alle Abfälle der BewohnerInnen recyclen und so einen geschlossenen Kreislauf bilden. Das Cover des entsprechenden Buchs von 1979 zeigt eine Zeichnung des Hauses, welche die Zirkulationen und Rückkopplungen innerhalb des Gebäudes wiedergibt. Das Haus ist von einem Kreis gerahmt, der wiederum von vier kleineren Kreisen begleitet wird, die die vier Elemente der Natur zeigen. In dieser Abbildung wird erneut die enge Verschränkung von Kreisläufen und Kreisen, von der Operationalisierung ökologischer Relationen und der Symbolik des Runden, Geschlossenen und Harmonischen deutlich.

123 Vgl. Anker, Peder: »The Ecological Colonization of Space«. In: *Environmental History* 10/2 (2005), S. 239-268.

124 Todd, Nancy Jack/Todd, John (1993): *From Eco-Cities to Living Machines. Principles of Ecological Design*. Berkeley, North Atlantic Books. Zum Integral Urban House vgl. Macy/Bonnemaison (2003): *Architecture and Nature*. S. 333f.

125 Vgl. Steiner, Hadas A. (2009): *Beyond Archigram. The Structure of Circulation*. New York, Routledge.

Abbildung 6.21 – Integral Urban House



Quelle: Olkowski, Helga/Olkowski, Bill/Javits, Tom (1979): *The Integral Urban House. Self-Reliant Living in the City*. San Francisco, Sierra Club Books. Cover.

Was aus ökologischer und systemtheoretischer Sicht wie in dieser Abbildung, aber auch in den Plänen für Raumstationen als *closed system* erscheint, ist aus wissensgeschichtlicher Sicht, so Mareike Vennen in ihrer Arbeit über Aquarien, stets ein Versuch der Schließung: »Das Innen ist hier nicht ohne das Außen zu denken,

oder präziser: Wo das Innen aufhört und das Außen beginnt […] ist keineswegs eindeutig.«[126] Die gut dokumentierten Forschungsarbeiten und Selbstberichte, die im Kontext der NASA-Projekte oder von *Biosphere II* entstanden sind, zeigen, dass die Geschlossenheit des Systems und seine Abgrenzung von außen kein gegebener Zustand sind. Vielmehr gilt die Anstrengung der Protagonisten dem Versuch, diese Schließung allererst herzustellen und zu gewährleisten, dass zwischen dem inneren Ökosystem und dem äußeren Ökosystem (dem Weltall oder der *Biosphere I*) über die Energieversorgung hinaus kein Austausch stattfindet – ein Versuch, der sich in allen Schließungsversuchen zum Trotz letztlich als undurchführbar erweist. Die Schließung ist das Resultat einer anhaltenden Abdichtungsarbeit, die ihr Ziel nie erreicht. Die Gründe dafür sind einerseits pragmatischer Natur – kein Material ist luftdicht genug, kein künstliches biologisches System vor unvorhersehbaren Schwankungen sicher, kein regeneratives Verfahren effizient genug, um sich selbst langfristig zu reproduzieren. Die Gründe betreffen aber auch die Reziprozität der Dyade von Organismus und *environment*: Wenn die Konstruktion und Erforschung solcher Systeme auf der Prämisse unhintergehbarer ökologischer Relationalität beruht, dann muss der Versuch, das geschlossene System aus der Relation zu seiner äußeren Umgebung zu lösen, letztlich scheitern. Es handelt sich, in den Worten Elisabeth DeLoughreys, um ›myths of isolates‹[127]. Und damit wiederum ist die umgebungsepistemologische Frage nach der Umgebung des Umgebenden aufgeworfen, weil kein ökologisches System so geschlossen sein kann, dass es unabhängig von seiner Umgebung ist.

Die im Folgenden vorgestellten beiden Versuche der Schließung geschlossener Systeme, die Praktiken der Herstellung künstlicher Umgebungen und der Unterbrechung ihrer Komplementarität beruhen auf ökologischem Wissen, Instrumenten der Regulation, Techniken der Rekursion und Medien der Stabilisierung. Als materielle Analytika bringen geschlossene künstliche Systeme ökologische Kreisläufe hervor und sind somit Medium und Forschungsobjekt in einem. Die untersuchten spekulativen Prototypen von Raumstationen sowie die *Biosphere II* verkör-

126 Vennen (2018): *Das Aquarium*. S. 24. Vennen zeigt in ihrer Studie, dass Aquarien im 19. Jahrhundert zwar als geschlossene ökologische Systeme betrachtet wurden, angesichts der Etablierung des Aquariums als Forschungs- und Schauinstrument jedoch eine solche Abgrenzung methodisch nicht mehr durchzuhalten war. Vielmehr führt Vennen vor, wie die aquaristische ›Reinigungsarbeit‹ der Herstellung belebbarer Wasserräume gilt, die wiederum zu einer »strukturellen Unabschließbarkeit« des Aquariums führt, in dessen »Geflecht von Beziehungen […] sich ›äußere‹ und ›innere‹ Faktoren wechselseitig beeinflussen.« (ebd., S. 30.) Valerie Olson hat auf ähnliche Weise, aber in ethnographischer Perspektive die Aufräumarbeiten in Raumstationen sowie die Herstellung von Raumanzügen als Praktiken der Separierung beschrieben: Olson, Valerie (2018): *Into the Extreme. U.S. Environmental Systems and Politics beyond Earth*. Minneapolis, University of Minnesota Press. S. 111f.

127 Vgl. DeLoughrey: »The Myth of Isolates«.

pern daher nicht nur Annahmen holistischer System-Ökologien, sondern sind Aushandlungsversuche der Umsetzung jener in den vorgestellten Kreisbildern manifesten Zirkularität. Während die Kreisläufe in einem solchen System der Symbolik wie der Metaphorik nach im Kreis unaufhörlich in sich selbst weiterlaufen, sind die Anstrengungen ihrer Schließung unabschließbar. Entsprechend taucht auch in den Beispielen dieses Kapitels der Kreis in der erläuterten Verschränkung seiner ikonographischen und diagrammatischen Funktion überall dort auf, wo die Schließung eines Systems dargestellt werden soll. In einem künstlichen geschlossenen System sollen Zirkulationen nicht einfach nur in selbsterhaltenden Kreisläufen verlaufen, sondern werden als Kreise dargestellt, die das Innen vom Außen trennen und unendlich in sich selbst fortbestehen.

6.3.1 Raumstationen als kreisende Welten

Die *National Aeronautics and Space Administration* wird 1958 unter dem Eindruck des russischen Erfolgs mit dem Satelliten Sputnik gegründet. Unter ihrem Dach sollen Raumfahrtforschung, Geowissenschaften, Physik und Klimaforschung gebündelt werden, um das extraterrestrische Universum von den USA aus zu erforschen. Um 1970 treten das expansive Motiv der Raumfahrt, die Innerlichkeit der Gegenkultur und der ethische Anspruch des *environmentalism* zusammen, wie ein Blick auf Carl Sagans Bestseller *The Cosmic Connection – An Extraterrestrial Perspective* von 1973 zeigt. In diesem Buch wird das Imaginäre der Raumfahrt vor einem kosmologischen Hintergrund ausgebreitet. Der im Auftrag der NASA für die Voyager-Sonde zur Kommunikation mit Außerirdischen verantwortliche Exobiologe Sagan, bis 1965 mit Lynn Margulis verheiratet, verankert die zu dieser Zeit dominante Kontrollphantasie der Kybernetik tief im Lebendigen und erklärt sie zu einem evolutionären Faktor: »Intelligence is an extension of an evolutionary tendency apparent in the simplest organisms – the tendency toward control of the environment.«[128] Raumfahrt erscheint damit als ein Schritt der Ausweitung des Lebens und die NASA dessen Institution. Sagan beschreibt *environmental control* als ein evolutionäres Motiv, das an die Stelle der determinierenden Wirkung des *environments* auf die Entwicklung von Organismen tritt, die sich der Technik ermächtigen. Aus dieser Sicht ist die von der NASA vorangetriebene Expansion in das Weltall und die Aneignung neuer Lebensräume durch Umgebungskontrolle nicht nur ein technischer Fortschritt, sondern die Vollendung eines evolutionären Programms. Dieses Programm koppelt den westlich-imperialistischen Kolonisierungsschub mit *environmental control*, wie einige Kapitel später deutlich wird: »And yet the human spirit is expansive;

128 Sagan, Carl (1973): *The Cosmic Connection. An Extraterrestrial Perspective*. New York, Anchor Press. S. 11.

the urge to colonize new environments lies deep within many of us.«[129] Das ›wir‹, von dem hier die Rede ist, umfasst vor allem westliche, weiße und männliche Wissenschaftler und Politiker. Die Eroberung und Kontrolle außerirdischer Lebensräume, deren technische Machbarkeit Sagan postuliert, richtet sich jedoch nicht auf einzelne Lebewesen, sondern auf die Schaffung von Überlebensbedingungen bestimmter, eben westlicher, weißer und männlicher Organismen und folgt darin einem biopolitischen Programm.

Die Erforschung des Weltalls ist von Beginn an an die Erforschung von Lebensbedingungen und damit an die Exploration von *environments* sowie die Gestaltung von Körpern gebunden, die in feindlichen *environments* überleben sollen. Das Leben steht für die NASA in drei unterschiedlichen Hinsichten im Mittelpunkt, wie die dem Programm 2002 gegebene, retrospektiv das Erreichte zusammenfassende Vision bezeugt: »To improve life here. To extend life to there. To find life beyond.«[130] Während das Leben in letzterem Sinne nur gefunden werden kann, seine Existenz aber angenommen und trotz der Fremdheit extraterrestrischer *environments* als eine universelle Konstante postuliert wird, sind die ersten beiden Herangehensweisen an das Leben auf dessen Gestaltung ausgerichtet. Betrachtet man die Geschichte der Raummissionen der NASA und die damit einhergehenden Forschungsprojekte[131], wird deutlich, dass diesen drei unterschiedlichen Verständnissen des Lebens, ähnlich wie bei John Scott Haldane, eine Verschränkung von Organismen und ihren *environments* gemeinsam ist.[132] Alle drei Visionen des Lebens laufen auf eine je spezifische Umgebung hinaus: die irdische, die dem menschlichen Leben angepasste extraterrestrische sowie die fremden Lebensformen korrespondierende ebenfalls extraterrestrische Umgebung.

Das Leben wie in der ersten Vision vor Ort zu verbessern, bedeutet im Kontext der NASA nicht nur die abstrakte Förderung des Gemeinwohls durch die Erschließung neuer Ressourcen, sondern die Herstellung von Cyborgs, also Lebewesen, die durch technische Aufbereitung ihres Körpers in lebensfeindlichen Umgebungen überleben können. Die Kolonisierungsbewegung, die den Projekten der NASA zugrunde liegt, erzwingt angesichts der zu erobernden Räume auch eine Kolonisierung menschlicher Körper. In der Raumfahrtforschung stellt sich von Beginn an die Frage, ob man ein variables *environment* mitführen oder aber die Körper

129 Ebd., S. 122.

130 Jacobs, Bob/Leonhardt, Jill: »Administrator Unveils Future NASA Vision and a Renewed Journey of Learning«, 12. April 2002, http://www.nasa.gov/home/hqnews/2002/02-066.txt, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

131 Die Geschichte der NASA ist bereits gut erforscht, vgl. Mindell, David A. (2008): *Digital Apollo. Human and Machine in Six Lunar Landings*. Cambridge, MIT Press sowie Olson (2018): *Into the Extreme.*

132 Zum Lebensbegriff der *environmental medicine* in der Raumfahrtforschung vgl. Olson, Valerie A.: »The Ecobiopolitics of Space Biomedicine«. In: *Medical Anthropology* 29/2 (2010), S. 170-193.

der Astronauten ihrer neuen Umgebung anpassen soll, um ein homöostatisches Gleichgewicht zu erreichen. Die beiden NASA-Mitarbeiter Manfred E. Clynes und Nathan Kline prägen 1960 den Begriff des *cybernetic organism* zur Bezeichnung der technoorganischen Aufrüstung von westlichen, weißen und männlichen Astronauten.[133] Als Cyborgs können Astronauten als insuläre Existenzen betrachtet werden, die weniger unabhängig von ihren *environments* sind als vielmehr ihr eigenes *environment* in einer geschlossenen Verschaltung physiologischer Vorgänge und ihrer technischen Substitution in der Hülle des Schutzanzugs reproduzieren: »The cyborg deliberately incorporates exogeneous components extending the self-regulatory control functions of the organism in order to adapt it to a new environment.«[134] Der Anspruch der NASA an die Verbesserung des Lebens, verstanden als Reziprozität von Organismus und *environment*, besteht in einer Optimierung dieses Verhältnisses. Das *environmental design* und die *cabin ecology* der Raumfahrt normieren die Körper der Astronauten durch eine Biopolitik des Umgebens.

Das Leben wie in der zweiten Vision der NASA ins Anderswo auszuweiten, kann angesichts der Lebensbedingungen auf der Erde nur gelingen, indem entweder das hiesige Leben so sehr verbessert wird, dass es anderswo überleben kann, oder aber, indem eine lebensfreundliche Umgebung ins Anderswo transportiert wird. Das Leben auszuweiten bedeutet, lebensfeindliche Räume belebbar zu machen. Beide Optionen, die Transformation unbelebbarer Räume und den Transport belebbarer Räume, kann man in den Projekten der NASA wiederfinden. Sie sind von Beginn an an der Erforschung lebensfeindlicher *environments* interessiert. Bereits die Gestaltung der ersten Space Shuttles in den 1960er Jahren erfordert eine *cabin ecology*, damit die Kreisläufe des physiologischen Verbrauchs technisch supplementiert werden können.[135] Mit ihrem Zirkulationswissen wäre die Ökologie, so scheint es, anschlussfähig an solche Herausforderungen. Doch wie die Ökologin Frieda Taub, die zu diesen Fragen forscht, 1974 rückblickend unterstreicht, sind ökologische Beiträge in diesen Diskussionen selten und finden sich vor allem

133 Während in der Sowjetunion mit Walentina Tereschkowa bereits 1963 eine Frau als Kosmonautin tätig ist, fliegt die erste US-Amerikanerin Sally Ride erst 1983 ins All.

134 Clynes/Kline: »Cyborgs and Space«. S. 27. Vgl. auch Spreen, Dierk: »Menschliche Cyborgs und reflexive Moderne. Vom Jupiter zum Mars zur Erde - bis ins Innere des Körpers«. In: Bröckling, Ulrich/Paul, Axel/Kaufmann, Stefan (Hg., 2004): *Vernunft – Entwicklung – Leben. Schlüsselbegriffe der Moderne*. München, Fink, S. 317-346.

135 Vgl. Kammermeyer, Karl (1966): *Atmosphere in Space Cabins and Closed Environments*. New York, Appleton. Angesichts des von NASA, ESA und Roskosmos bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts geplanten Marsflugs mit Besatzung werden diese Experimente gegenwärtig fortgesetzt, etwa in Projekten wie Mars500, NEEMO (Nasa Extreme Environments Mission Operations) oder dem Eu:CROPIS-Satelliten, auf dem der Anbau von Tomaten in einem Satelliten-Gewächshaus getestet wird.

in den großen Forschungsprojekten nicht wieder – von einer Ausnahme abgesehen.[136] Erneut sind die Odum-Brüder neben Taub die wichtigsten Protagonisten, die versuchen, die Raumfahrtforschung und die Konstruktion von Raumstationen ökosystemisch und mit holistischem Anspruch zu informieren.

Im August 1962 veranstaltet Taub, die sich vor allem mit der Ökologie von Frischwassersystemen und ihrer Aufbereitung beschäftigt, ein Symposium zum Thema *Space Biology: Ecological Aspects* an der Oregon State University, das ökologische Grundlagenforschung zu Lebensbedingungen in künstlichen Ökosystemen im Weltall thematisiert.[137] Das Ziel ist die Gestaltung von regenerativen Systemen, weil in der NASA-Roadmap für die späten 1970er Jahre in Aussicht gestellte lange Raumflüge – etwa zum Mars – nicht ausreichend Lebensmittel und Sauerstoff mitführen können.[138] Stattdessen, so lautet die Prämisse der Ökologin, sind Systeme ihres Nachwachsens nötig. Auch zur Vermeidung der Ansammlung giftiger Stoffe, die von den Baumaterialien abgesondert werden, sollen künstliche Ökosysteme in der geschlossenen Umgebung von Raumschiffen durch das Weltall reisen.

In seinem Beitrag zu diesem Symposium, dessen Proceedings bezeichnenderweise nicht in einer ökologischen Fachzeitschrift, sondern in *The American Biology Teacher* veröffentlicht werden, unterscheidet Howard Odum, der zu dieser Zeit am Puerto Rico Nuclear Center arbeitet, drei Arten von *life support systems*: erstens rein technische Anlagen, die auf ständigen Nachschub von Ressourcen und Bauteilen angewiesen sind, zweitens zu dieser Zeit gut erforschte, auf Algen basierende, das technische System ergänzende einfache Ökosysteme, die zur Sauerstoffsynthese und Nahrungsergänzung dienen, aber ebenfalls von außen supplementiert werden müssen[139], sowie drittens »complex multispecies climax ecosystems«[140], die autark und ohne Unterstützung operieren und Lebensbedingungen für menschliche Astronauten sowie Nahrungsmittel erzeugen. Während im ersten Fall das Ökosystem komplett durch die maschinelle Herstellung einer belebbaren Atmosphäre in Betrieb gehalten wird, soll im letzteren Fall, aufbauend auf ökologischer Forschung, ein Ökosystem aus miteinander kompatiblen, sich gegenseitig erhaltenden, einen

136 Taub, Frieda B.: »Closed Ecological Systems«. In: *Annual Review of Ecology and Systematics* 5/1 (1974), S. 139-160.

137 Vgl. Taub, Frieda B.: »Some Ecological Aspects of Space Biology«. In: *The American Biology Teacher* 25/6 (1963), S. 412-421. Vgl. zu diesem Symposium Maher, Neil M. (2017): *Apollo in the Age of Aquarius*. Cambridge, Harvard University Press. S. 15.

138 Vgl. zum Hintergrund dieser Forschungsfragen bei der NASA und alternativen Projekten Munns, David P. D./Nickelsen, Kärin: »To Live Among the Stars. Artificial Environments in the Early Space Age«. In: *History and Technology* 33/3 (2018), S. 272-299.

139 Vgl. zur Bedeutung von Algen für die Raumfahrtforschung Aronowsky, Leah V.: »Of Astronauts and Algae. NASA and the Dream of Multispecies Spaceflight«. In: *Environmental Humanities* 9/2 (2017), S. 359-377.

140 Odum: »Limits of Remote Ecosystems Containing Man«. S. 429.

Kreislauf bildenden Arten selektiv zusammengestellt und in die geschlossene Umgebung einer Raumstation überführt werden. Dieses *multispecies system* soll sich im Status des *climax* befinden, dem stabilen Endzustand der Herausbildung eines ökologischen Systems. Ein solches System soll durch seine Kapazitäten der Selbstregulation stabil sein und sich aus sich selbst heraus regenerieren, auch wenn umfangreiche, von den Astronauten zu wartende und zu reinigende technische Systeme der Belüftung, Kompostierung und Bewässerung das Ökosystem am Laufen halten. Zwar fallen die Begriffe *ecological engineering* oder *environmental design* in diesem Kontext noch nicht, doch kann das Eingreifen in ein solches System zum Zwecke seiner selbsttätigen Regeneration als Umsetzung dieser von Odum später ausführlich beschriebenen Verfahren gelten. Das von einem solchen Ökosystem in einem Raumschiff oder auf einer Raumstation erzeugte künstliche *environment* wäre nicht nur synthetisch, sondern müsste ständig kontrolliert und reguliert werden, damit die Kreisläufe des Ökosystems einschließlich der Astronauten und der technischen Systeme korrelieren. Der entscheidende Vorteil eines solchen Systems liegt Odum zufolge in seiner Restlosigkeit: Alles, was es verbraucht, produziert es selbst.[141] Es gehorcht der holistischen Annahme, dass man ein komplexes System nur als Ganzes und nicht anhand isolierter Teile verstehen und damit auch konstruieren kann. Weil die Raumstation in dieser Perspektive als Gesamtsystem betrachtet wird, ist der Mensch darin nur ein Faktor unter vielen, dem zwar eine besondere Bedeutung zukommt, der aber nicht aus den Kreisläufen herausgehoben werden kann.

Die Unterschiede der genannten drei Herangehensweisen an *life support systems* stellt Odum in drei Diagrammen dar, die sowohl auf natürliche als auch auf technische Systeme angewendet werden können. Die über den Beobachtungsrahmen hinausgehenden Pfeile markieren jeweils funktionale Verschränkungen des Systems mit der Außenwelt, während die Pfeile innerhalb des Rahmens die Systemfunktionen darstellen. *P* steht dabei für Photosynthese, *R* für *respiration*, also Sauerstoffverbrauch durch Atmung, und *M* bezeichnet die Wiederherstellungs- bzw. Wartungsrate des Systems. Der obere Pfeil markiert Flüsse organischer, der untere Pfeil anorganischer Materie. Die Häuser stehen für Speicherkapazitäten des Systems.

141 Zum Prinzip der Restlosigkeit vgl. Krajewski, Markus (2006): *Restlosigkeit. Weltprojekte um 1900*. Frankfurt/Main, Fischer.

Abbildung 6.22 – Raumstationen als Ökosysteme

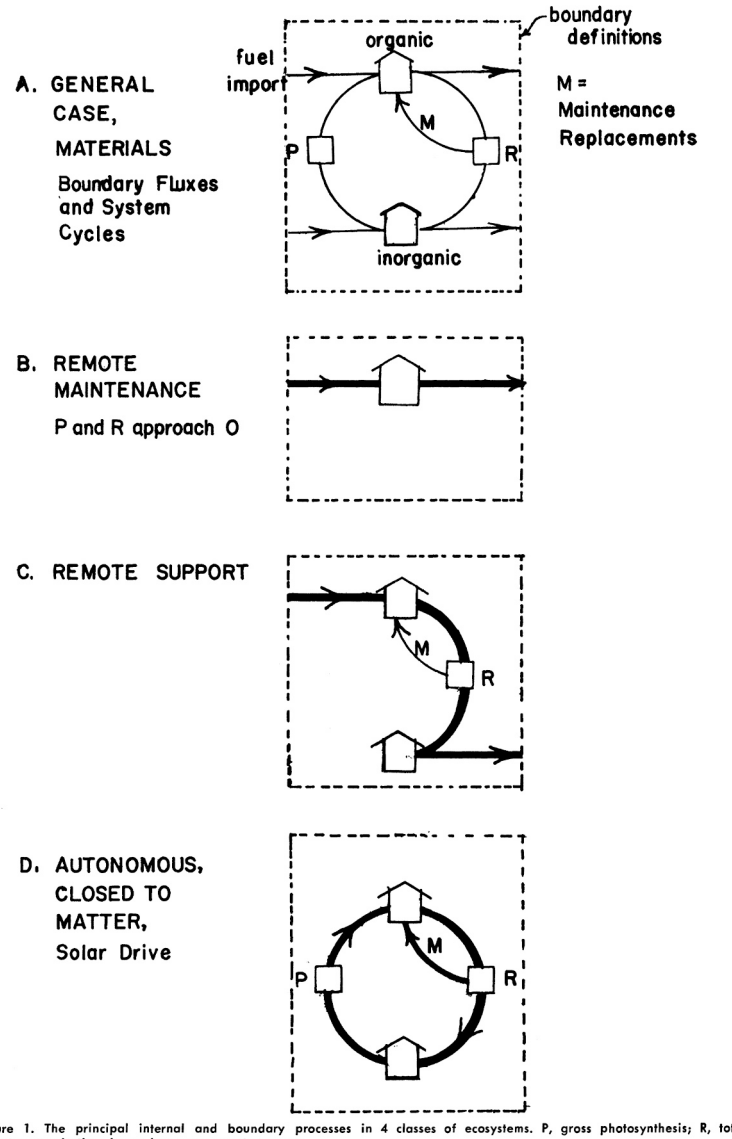


Figure 1. The principal internal and boundary processes in 4 classes of ecosystems. P, gross photosynthesis; R, total system respiration; house boxes represent storages.

Quelle: Odum, Howard T. (1963): Limits of Remote Ecosystems Containing Man. In: *The American Biology Teacher* 25/6 (1963), S. 429–443. Hier: S. 432.

Im Fall des vorgestellten ersten *life support systems* leistet das System weder Photosynthese noch Respiration, weshalb organische Stoffe wie ein Pfeil durch den Beobachtungsrahmen verlaufen. Das System ist reiner Durchlauf von Energie. Erst im dritten Fall kann sich das System – solange es im Zustand des stabilen *climax* bleibt – von der Außenwelt lösen und nur aus sich selbst speisen. Die Darstellungsform ist konsequent: Es wird zum geschlossenen Kreis. Voraussetzung dafür sind die Speicherkapazitäten, die den Verbrauch regulieren helfen. Energie wird nur von der Sonne bereitgestellt und überschüssige Hitze in die äußere Umgebung abgeleitet. Dieses *life support system* bildet einen Bedingungskreislauf, der sich aus sich selbst erneuert und in einer vom Rest des Universums abgeschlossenen Raumstation existieren können soll. Bei den anderen beiden Abbildungen wird durch das Fehlen der Kreise evident, dass sie als Lösung für ein derart isoliertes System wie eine Raumstation ungeeignet sind, weil sie nicht geschlossen werden können.

Zwar fördert die NASA, wie der Historiker Neil M. Maher unterstrichen hat, Projekte zur Erforschung von *closed worlds* mit großen Geldsummen, doch wie Taub retrospektiv betont, sind dabei nur wenige Ökologen und Ökologinnen direkt beteiligt.[142] Eine Ausnahme bildet Eugene Odum, der, wie Maher zeigt, Ideen seines Bruders aufnimmt und von der NASA mit einem gut ausgestatteten Projekt über sogenannte *microecosystems* gefördert wird. Zuvor hatte der ältere der Brüder bereits auf mehreren Mitte der 1960er Jahre von der Ecological Society ausgerichteten Tagungen in Princeton zu diesem Thema gesprochen. In seinem Forschungsprojekt an der University of Georgia führt Odum gemeinsam mit Robert Beyer, einem Doktoranden seines Bruders, sowie seinem Mitarbeiter Dennis Cooke eine komparative Studie zu ökologischen *life support systems* in regenerativen Systemen in Raumkapseln durch. In diesem Kontext werden zwei bereits im Labor in isolierten Aquarien erforschte *microecosystems* zu simulierten Raumkapseln umgedeutet.[143] Mit aufwändigen Verfahren wird der Metabolismus dieser Systeme einer im Gegensatz zur ›alten‹ Welt außerhalb des Aquariums als ›jung‹ bezeichneten Natur überwacht.[144] Im ersten Experimentalsystem befindet sich ein auf Algen basieren-

142 Vgl. Maher (2017): *Apollo in the Age of Aquarius*. S. 16 und Taub: »Closed Ecological Systems«. In: *Annual Review of Ecology and Systematics* 5/1 (1974). S. 152. Auch Peder Anker betont, dass die Ökologie nur konzeptuelle Hilfestellung geleistet habe, an der Konstruktion von Raumschiffen aber keine Ökologen direkt beteiligt gewesen seien (vgl. Anker: »The Ecological Colonization of Space«). Auch Munns und Nickelsen belegen, dass selbst die Odum-Brüder über die Details der NASA-Forschung nicht informiert waren (vgl. Munns/Nickelsen: »To Live Among the Stars«).

143 Vgl. Beyers, Robert J.: »The Metabolism of Twelve Aquatic Laboratory Microecosystems«. In: *Ecological Monographs*, 33/4 (1962), S. 281-306.

144 Odum, Eugene P./Cooke, W. Dennis/Beyers, Robert J.: »The Case for the Multispecies Ecological System, with Special Reference to Succession and Stability«. In: National Aeronautics and Space Administration (Hg., 1968): *Bioregenerative Systems*. Washington, NASA, S. 129-142. Hier: S. 130.

des, im anderen ein aus einer Vielzahl von Spezies (Pilzen, Bakterien, Algen, Krustentieren) bestehendes Ökosystem. Die holistische Intuition Odums lautet, dass nur ein als Ganzes in die Geschlossenheit überführtes Ökosystem auf Dauer stabil sein kann. Ein lediglich aus einer Art bestehendes System sei nicht in der Lage, jene Rückkopplungsmechanismen herauszubilden, die für ein stabiles Ökosystem charakteristisch seien.[145] Am Ende der Experimentalreihe steht das Modell eines komplexen Ökosystems, das sowohl Sauerstoff bereitstellt als auch als Nahrung dienen kann, dabei aber aufgrund seiner gewachsenen Stabilität wenige »external controls«[146] benötigt. Es soll die Komplexität eines natürlich gewachsenen Ökosystems in einer künstlichen Umgebung reproduzieren. Allerdings benötigt dieses Ökosystem mit rund 8000 Quadratmetern pro Astronauten so viel Platz[147], dass das Projekt nach einer Präsentation vor NASA-Mitarbeitern und dem Antrag, in Zukunft die Auswirkungen eines Raumflugs auf ein solches System im Labor zu erforschen, 1966 bereits ein Jahr vor Ablauf der Förderphase abgebrochen wird. Keine Raummission könne, so die Begründung, solche Flächen und die technischen Grundlagen zu ihrem Betrieb bereitstellen, zumal diese Fläche zur Lagerung von Vorräten ausreichen würde. Die im Anschluss an die Präsentation der Forschungsergebnisse von Dennis Cooke bestrittene Diskussion ist ein bemerkenswertes Zeugnis dieser Zeit und ein Dokument des Auseinanderdriftens ingenieurstechnischer und ökologischer Positionen, die sich trotz ihrer gemeinsamen technokratischen Basis letztlich unvereinbar gegenüberstehen. Zugleich tauchen in dieser Diskussion Fragmente des zeithistorischen Horizonts der ökologischen Krise auf.

Auch wenn Cooke sich mit dem Hinweis »We cannot sacrifice stability«[148] wehrt, sind die Einwände der anwesenden Gutachter eindeutig: Ein unkontrolliertes, sich selbst überlassenes System, in dem der Mensch nur eine untergeordnete Komponente darstellt, könne die gewünschten Ergebnisse nicht sicherstellen. Die Situation in einer Raumstation sei grundsätzlich instabil, aber auch zeitlich begrenzt: »The whole question in deciding about long-term life support […] is going to revolve about where you can trade off stability for engineering.«[149] Ein weiterer Einwand gegen den *multispecies approach* lautet, dass der monokulturelle Anbau von Nahrungsmitteln gerade in einem räumlich begrenzten System vielversprechend sei, weil Effizienz wichtiger sei als Nachhaltigkeit.

Cookes Replik auf diese Einwände zielt aufs Ganze und bringt den Kontext dieser Zeit ins Spiel: »This is something that ecologists are going to have to speak up about. We are getting more and more unstable. The temperature of the Earth is

145 Vgl. zur *space ecology* der Odum-Brüder ebenfalls Aronowsky: »Of Astronauts and Algae«. S. 365.
146 Odum/Cooke/Beyers: »The Case for the Multispecies Ecological System«. S. 132.
147 Ebd., S. 136.
148 Ebd., S. 138.
149 Ebd., S. 139.

rising because our monoculture is attempting to replace fossil energy for solar energy [sic] through our own photosynthesis in our biosphere.«[150] Während Cooke Stellung im größeren Ganzen bezieht und die Diskussion damit auf eine grundsätzliche Ebene zu heben versucht, ist die konzeptuelle Kritik der Gutachter am holistischen Ansatz gravierend. Der Hinweis auf die Bedingungen der technischen Supplementierung von Ökosystemen ist so eindeutig, dass man in den in den folgenden Jahren von den Odums entwickelten Verfahren des *ecological engineerings* ein Echo dieser Debatten zu vernehmen meint.

Die Diskussion wird von einem Kritiker, dem Photosynthese-Experten Bessel Kok, mit den Worten »Spaceflight is not interested in the ecosystem«[151] beendet. Die Weiterentwicklung von Brennstoffzellen, die in den *Gemini-* und *Apollo*-Missionen zur Versorgung genutzt werden, löst schließlich einige Zeit später viele Probleme, für die in Odums Projekt eine Antwort gesucht wurde. Die Herstellung eines künstlichen *environments* durch ein natürliches *environment* und die aufwändige Schließung des Systems durch die Stabilisierung des *life support systems* treten angesichts der neuen Energiequellen in den Hintergrund, auch wenn ökologische Ideen für die Raumfahrtforschung und ihr Imaginäres weiterhin wichtig bleiben. Cooke verfasst 1971 für die dritte Auflage von Eugene Odums *Fundamentals of Ecology* ein Kapitel über die »Ecology of Space Travel«.[152] Doch die NASA setzt nicht länger auf die ökologische Expertise, sondern strebt ingenieurstechnische Lösungen an.

Man kann diese Episode der ökologischen Intervention und das Beharren auf holistischen Annahmen als Versuch betrachten, ein künstliches Ökosystem von seinem äußeren *environment* abzulösen, die Komplementarität aufzuheben und gleichsam die äußere Umgebung zum Verschwinden zu bringen. Das Bild, das Howard Odum zur Darstellung dieses Vorhabens wählt, ist der geschlossene Kreis. Erneut scheint hier der von Donato Bergandi benannte reduktionistische Holismus der Odum-Brüder auf.[153] Zwar betrachten sie ein Ökosystem als Ganzes mit Eigenschaften der Emergenz, doch reduzieren sie dieses System auf eindeutig begrenzte Elemente, die neu angerichtet werden können und deshalb für die Maßnahmen des *ecological engineerings* geeignet sind. Eine hermetische Schließung kann, so die systemtheoretische Prämisse, nur mit einem regenerativen System geleistet werden, das sich selbst erneuert, dessen Kreisläufe geschlossen sind und das deshalb einen Kreis bildet. Ein nur auf einer Spezies beruhendes System kann keine rückgekoppelten Kreisläufe herausbilden, und wenn es keine Kreisläufe gibt, gibt es keinen Kreis und damit keine Schließung. Die Möglichkeit der Schließung ist ein Effekt der Annahme eines holistischen, regenerativen, runden Ökosystems,

150 Ebd., S. 138.
151 Zitiert nach Maher (2017): *Apollo in the Age of Aquarius*. S. 16.
152 Odum (1971): *Fundamentals of Ecology*. S. 498–509.
153 Vgl. Bergandi: »Reductionist Holism«.

dessen Komponenten derart gemessen und berechnet werden können, dass sie auf lange Zeit stabil bleiben und zuverlässig aus sich selbst heraus und in sich selbst hinein operieren. Kurz gesagt: Im Holismus der Ökosystem-Ökologie ist Zirkulation gelingende Schließung. Das Bild dieser Geschlossenheit ist der Kreis.

Die Frage der Geschlossenheit bleibt in einer anderen Hinsicht relevant, als nach der erfolgreichen Mondlandung mit den Imaginationen der Kolonisierung des Weltalls neue Gesellschaftsentwürfe durchgespielt werden. Der bereits erwähnte Gerard O'Neill schreibt 1977 in seinem Buch über künftige Raumstationen: »In the long run, it seems likely that in designing their environments dwellers in space will take full advantage of new degrees of freedom in gravity, day-length, and climate.«[154] Eine solche durch und durch kontrollierte Raumstation böte die Möglichkeit, gesellschaftliche und biopolitische Experimente derart aneinander zu koppeln, dass in einer geschlossenen Hülle im Weltall Populationen menschlicher Organismen, ihr biologisches *environment* sowie die Technologien der Raumfahrt ein geschlossenes System bildeten. Dessen Einheit würde nicht nur das Überleben der Menschheit sichern, sondern diese auf eine neue Entwicklungsstufe heben – durch *environmental design*.

Dass auch in diesem Kontext der Kreis eine zentrale Rolle spielt, zeigt sich an einer Reihe von Gemälden, die bei einer 1975 von der NASA finanzierten, von O'Neill an der Stanford University und am nahegelegenen NASA Ames Research Center organisierten Summer School entstehen. Die beiden Künstler Rick Guidice und Don Davis gehören zu den Teilnehmern. Die zwei Jahre später erschienene NASA-Studie *Space Settlements – A Design Study* enthält einige ihrer dreizehn im Kontext der Summer School entstandenen großformatigen Gemälde mit künstlerischen Entwürfe von Raumstationen, die kurze Zeit später auch von Stewart Brand in *Co-Evolution Quarterly*, einen Ableger des *Whole Earth Catalog* übernommen werden.[155]

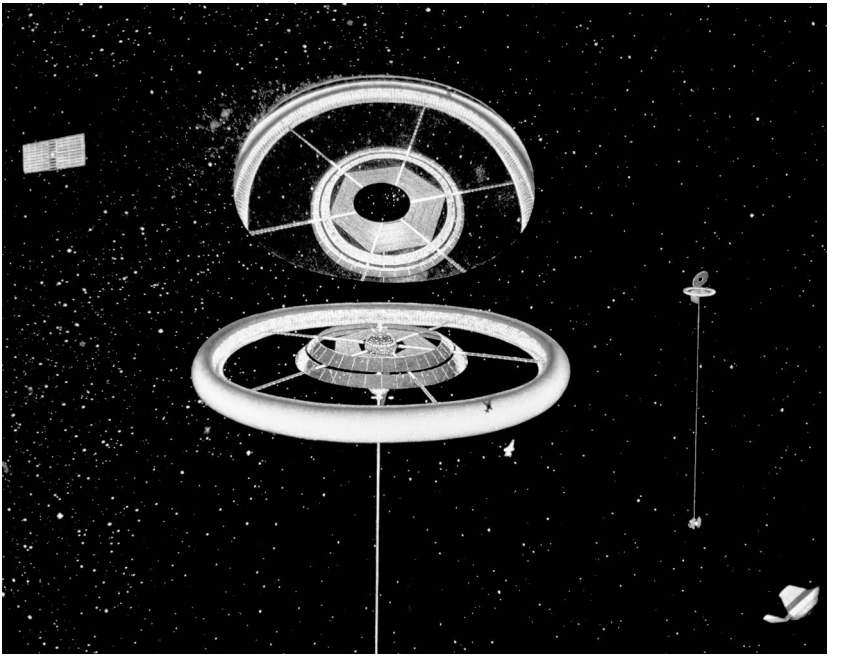
Von den drei dargestellten Klassen von Raumstationen ist vor allem der sogenannte Stanford Torus hier relevant, weil er die Kreisform als Gestaltungselement aufnimmt. Basierend auf Überlegungen des Science Fiction-Autors und Physikers John Desmond Bernal von 1929 sowie Abbildungen eines vom Raketenforscher Hermann Noordung ebenfalls 1929 imaginierten »Wohnrads«, das von Wernher von Braun 1952 in der Wochenzeitschrift *Collier's* erneut popularisiert wird, besteht diese Raumstation aus einem Ring, der durch Speichen mit einem Antriebsmodul in

154 O'Neill (1977): *The High Frontier*. S. 83.

155 Johnson, Richard D./Holbrow, Charles (Hg., 1977): *Space Settlements. A Design Study*. Washington, National Aeronautics and Space Administration. Vgl. dazu ausführlich Scharmen, Fred: »Highest and Best Use. Subjectivity and Climates Off and After Earth«. In: *Journal of Architectural Education* 71/2 (2017), S. 184-196. Hier: S. 186 sowie Scott: »Earthlike«.

der Mitte sowie einem großen Sonnenspiegel verbunden ist und etwa zehntausend Menschen aufnehmen können soll.[156] Die runde Form basiert auf der Idee, dass sich die Rotationswirkung um die rotierende Achse zur Schwerkrafterzeugung nutzen lasse und der Kreis zugleich die optimale Ausnutzung des Raums ermöglicht. Die Bilder von Guidice und Davis zeigen sowohl Innen- als auch Außenansichten dieser Station, in deren offenen Räumen sich an den Außenseiten Wohngebiete mit umfangreichen Grünanlagen befinden sollen, die ein *natural environment* nachbilden. Der Torus soll einen Durchmesser von knapp zwei Kilometern haben und sich einmal pro Minute um die eigene Achse drehen. Als sich drehender Kreis schwebt er über der Erdkugel und reproduziert ihre Geschlossenheit und korrespondiert mit dem Blick aus einem Außen, das verschwindet.

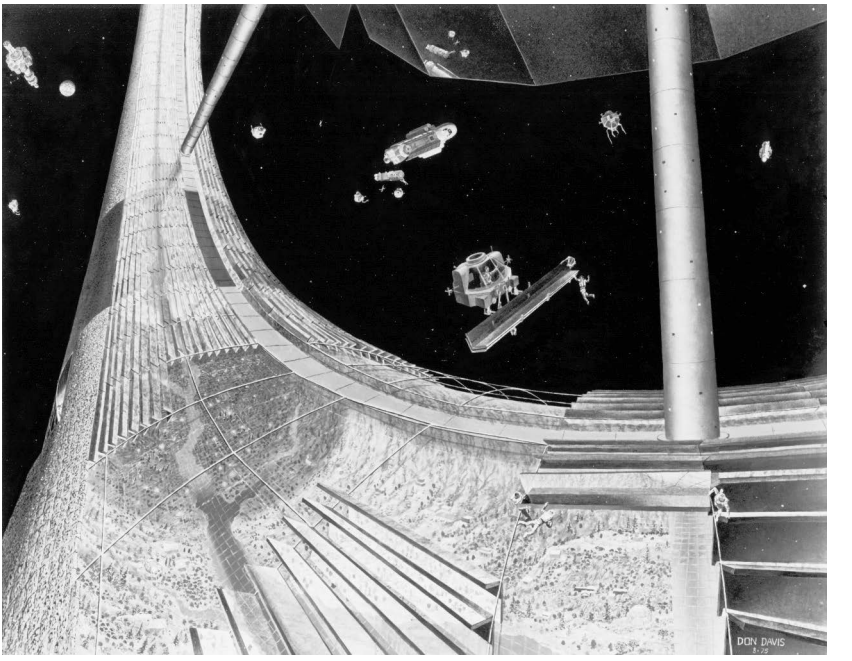
Abbildung 6.23 – Stanford Torus Exterior View



Quelle: Don Davis, NASA ID Number AC76-0525, 1976, http://settlement.arc.nasa.gov/70sArtHiRes/70sArt/Torus_Exterior_AC76-0525_5696.jpg, letzter Zugriff am 4. Mai 2019.

156 Vgl. Bernal, John Desmond (1929): *The World, The Flesh And The Devil*. New York, Paul, Trench & Trubner; Noordung, Hermann (1929): *Das Problem der Befahrung des Weltraums. Der Raketen-Motor*. Berlin, Schmidt. S. 143; Braun, Wernher von: »Crossing the Last Frontier«. In: *Collier's Weekly* (22. März 1952).

Abbildung 6.24 – Stanford Torus Construction Along the Torus Rum



Quelle: Don Davis, NASA ID Number AC75-1886, 1976, http://settlement.arc.*nasa*.gov/70sArtHiRes/70sArt/Torus_Construction_AC75-1886_5737.jpg, letzter Zugriff am 4. Mai 2019.

6.3.2 Biosphäre ohne Außen

1976 veröffentlicht eine Gruppe namhafter, aber mitunter kontroverse Thesen vertretender Ökologinnen und Ökologen – darunter Lynn Margulis, James Lovelock, Daniel Botkin und Ramon Margalef sowie der Apollo-9-Astronaut Russell Schweickard – im *Bulletin of the Ecological Society of America* einen Aufruf zur »Ecological Considerations for Space Colonies«. Dieser Text plädiert dafür, auf der Erde in großem Maßstab Testanlagen zu errichten, in denen die Situation einer Raumstation simuliert und Ökosysteme erforscht werden können. Er bringt die Ökologie zwar nicht ins Fördermittel-Roulette der Raumfahrtforschung zurück, liefert aber wichtige Inspirationen für das Projekt *Biosphere II*, das in den frühen 1990er Jahren in der Öffentlichkeit auf großes Interesse stößt. Der Text liest sich wie ein Aufgabenkatalog, den diese gut zehn Jahre später geplante *closed world* umsetzen wird. Zwar sind die Geschichte von *Biosphere II* und die schließlich

zum Ende des Projekts führenden Konflikte bereits gut erforscht[157], doch vor dem Hintergrund der bisherigen Ausführungen kann dieses Unternehmen als das bis dahin umfangreichste Projekt ökologischer Schließung in expliziter Fortsetzung der Ökosystem-Ökologie verstanden werden. Es spielt auch im Imaginären des ökologischen Wissens dieser Zeit eine wichtige Rolle und führt die biopolitische Dimension der Schließung von Zirkulation vor.

Die Gestaltung von *closed worlds* kann einerseits als Utopie einer alternativen, künstlichen Welt und der von ihr umgebenen Gesellschaft verstanden werden, die nur auf der Grundlage ökologischen Umgebungswissens denkbar ist. Als technologische Modelle für die Herstellung künstlicher *environments* sind *closed worlds* andererseits als biopolitische Kontrollphantasien zu verstehen, in denen ein System in einem versiegelten Raum existiert und die Zirkulationen von Energie und Materie lückenlos kontrollierbar sind. Das Ziel solcher Projekte ist stets die Herstellung eines dynamischen, aber stabilen Gleichgewichts. Sie zielen darauf ab, zu bestimmen, wie viel zusätzlicher Input von außen nötig ist bzw. wie eine Schließung aufrechterhalten werden kann, um das System im Gleichgewicht zu halten. Zugleich handelt es sich bei den bewohnten künstlichen Welten auch um soziale Experimente, welche die Gruppendynamiken etwa bei wochenlanger Isolation auf dem Meeresboden oder jahrelanger Einschließung in eine Glasarchitektur erforschen sollen – mit dem Ziel, jene Charaktereigenschaften zu identifizieren, die beispielsweise zur Kolonisierung des Weltraums unter extremen Außenbedingungen notwendig sind. In diesem Sinn kann *Biosphere II* als materielles Analytikum in größerem Maßstab verstanden werden, als Ökosystem, das die Forscherinnen und Forscher untersuchen, indem sie in ihm leben. Es geht um eine parallele Erforschung von außen und von innen, um eine Verknüpfung eines involvierten und eines externen Beobachtungsstandpunkts.

Biosphere II ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die artifizielle Schaffung von *environments* und das Versagen ihrer Kontrolle. In einem mehr als einen Hektar großen, 180.000 Kubikmeter fassenden Gebäudekomplex in der Wüste Arizonas soll, in allen Stoffkreisläufen gänzlich von der Außenwelt abgeschnitten, hermetisch isoliert und bis ins Detail technisch kontrolliert, die Selbstorganisation eines der Erde als der *Biosphere I* vergleichbaren, aber miniaturisierten Ökosystems mit tausenden von Lebewesen simuliert werden. Die Prämisse lautet, dass man die Erde, um sie zu verstehen nachbauen muss. Erst in der Miniatur wird das System ausreichend kontrollierbar, aber sie muss groß genug sein, um die Komplexität des natürlichen Ökosystems der Biosphäre zu modellieren. Dies setzt die Skalierbarkeit der Ökosysteme des Planeten voraus: Sie in beobachtbare und

157 Vgl. Höhler, Susanne: »The Environment as a Life Support System. The Case of Biosphere 2«. In: *History and Technology* 26/1 (2010), S. 39-58; Anker: »The Ecological Colonization of Space«; Pringle: »The Ecosystem Is an Apparatus«.

synthetisierbare Einheiten zu überführen und diese architektonisch zu schließen impliziert, dass die systemischen Zusammenhänge des Ganzen, also gemäß der Ökosystem-Ökologie die Herstellung eines stabilen Gleichgewichts durch Prozesse der Selbstregulation, auf allen Maßstabsebenen identisch sind und lediglich eine externe Energiezufuhr gesichert sein muss.[158]

Wie die Erde soll auch *Biosphere II* ein energetisch offenes, materiell aber geschlossenes System sein. *Biosphere II* ist den beteiligten Ökologen zufolge ein »materially-closed and durable environmental research apparatus, capable of measuring and maintaining a range of internal environmental conditions, while presenting the most inert and non-toxic background possible for resident life systems.«[159] Sieben Biome genannte Ökosysteme, ein Regenwald mit Wasserfall, eine Savanne, ein 3,5 Millionen Liter Meerwasser fassender Ozean mit Korallenriff, ein Mangrovensumpf, eine Wüste, ein landwirtschaftlicher Bereich und ein Dorf werden in den einzelnen Hallen des Gebäudekomplexes auf handhabbare Einheiten geschrumpft, begrenzt und isoliert. Ein eigenes Mikroklima soll entstehen und sich so sehr von der Außenwelt abkoppeln, dass es mindestens ein Jahrhundert lang bestehen kann. Ein weiteres Ziel ist die Herausbildung neuer Organisationsformen zwischen dem Ökosystem und den in zwei sogenannten Missionen in ihm lebenden Forschern und Forscherinnen. Schließlich geht es aber auch um die Vermarktung dieser Anlage als einer Art ökologischem Freizeitpark und die Patentierung neuer *green technologies*.[160] Eines der Ziele des vom Ölmilliardär Edward P. Bass mit fast 200 Millionen Dollar geförderten Projekts ist der Erhalt von Biodiversität durch ein alternatives Ökosystem in großem Maßstab. Geleitet wird es vom Harvard Business School-Absolventen und Theaterautoren John Allen, der sich als »pioneer in ecotechnics, total systems entrepeneurial management, metallurgy and the philosophy of systems« bezeichnet.[161]

Biosphere II setzt die Linie der kybernetischen Ökosystem-Ökologie fort und wird von Beginn an von den Odum-Brüdern in Veröffentlichungen und einem von Howard Odum verfassten Abschlussbericht unterstützt.[162] Den Begriff der Bio-

158 Vgl. Allen, John (1991): *Biosphere 2. The Human Experiment*. New York, Viking.

159 Zabel, Bernd/Hawes, Phil/Stuart, Hewitt/Marino, Bruno D.V: »Construction and Engineering of a Created Environment. Overview of the Biosphere 2 Closed System«. In: *Ecological Engineering* 13/1-4 (1999), S. 43-63. Hier: S. 44.

160 Vgl. Anker (2010): *From Bauhaus to Ecohouse*. S. 122.

161 Allen, John/Nelson, Mark (1986): *Space Biospheres*. Santa Fe, Synergetic Press. About the Authors. Ende der 1970er Jahre gründet Allen in New Mexico ein ökologisches Dorf, die sogenannte Synergia Ranch, wo den Theorien Buckminster Fullers folgend neue Formen des Zusammenlebens, des ökologischen Ackerbaus sowie des Theaters ausgetestet werden. Dort lernt Allen auch Ed Bass kennen.

162 Vgl. Anker: »The Ecological Colonization of Space«. S. 257. Das von Howard Odum gemeinsam mit Robert J. Beyers verfasste Buch *Ecological Microcosms* von 1993 thematisiert kleine, isolierte, möglichst geschlossene Ökosysteme, die wie Aquarien oder Terrarien zu Schulungs-,

sphäre, den der russische Geologe Vladimir Vernadsky 1926 prägt, bringt der mit diesem befreundete George Evelyn Hutchinson 1970 mit einer gleichnamigen Sonderausgabe des *Scientific American* wieder in die Diskussion. Er deutet schon zu dieser Zeit an, dass »life can exist in a space capsule or a space suit far outside the natural biosphere. Such artificial environments may best be regarded as small volumes of the biosphere nipped off and projected temporarily into space.«[163] Hutchinson fasst damit die zu dieser Zeit in den genannten Projekten ausgetesteten Möglichkeiten künstlicher *environments* zusammen und setzt sie in Bezug zur Geschichte der Ökologie, vor deren Hintergrund sich *Biosphere II* als größtes, aber auch umstrittenstes ökologisches Forschungsprojekt seiner Zeit verortet.

Der Gebäudekomplex steht in einer Tradition vergleichbarer Architekturen, zu denen etwa das *Thermoholidon* zählt, ein Projekt zur Klimakontrolle in Glashäusern, mit dem die Brüder Victor und Aladar Olgyay in den 1960er Jahren ihr Konzept des ›design with climate‹ verfolgen.[164] Auch das 1960 in St. Louis errichtete *Climatron*, das erste als geodätischer Dom den Ideen Fullers folgende, vom Außen isolierte Gewächshaus mit computergesteuerter Klima- und Lichtkontrolle sowie ständiger Überwachung der Luftqualität, kann als Vorbild gelten.[165] In den Forschungsberichten wird ebenfalls das russische Projekt *BIOS 3* als Inspiration genannt, eine Raumfahrt-Testanlage im Sibirien mit 300 Kubikmetern Volumen, die von 1965 bis 1984 in Betrieb ist. Sie soll experimentell zeigen, dass ein unterirdisches, künstliches, auf Algen zur Kohlendioxidaufbereitung basierendes und mit externer Energie versorgtes Ökosystem über einen Zeitraum von sechs Monaten rund die Hälfte des Bedarfs an Sauerstoff und Nahrung eines einzigen menschlichen Bewohners bereitstellen kann.[166]

Forschungs- oder Zuchtzwecken eingesetzt werden können. Das Buch enthält ein von Mitarbeitern des *Biosphere II*-Projekts verfasstes Kapitel (vgl. Beyers/Odum (1993): *Ecological Microcosms*. S. 463–479).

163 Hutchinson, George Evelyn: »The Biosphere«. In: *Scientific American* 223/9 (1970), S. 44-53. Hier: S. 45. Hutchinsons Einleitung zu diesem Sonderheft folgen Artikel zu den verschiedenen Kreisläufen der Erde (Wasser, Sauerstoff, Kohle, Stickstoff und Mineralien) sowie zur Rolle des Menschen in den Prozessen der Biosphäre.

164 Vgl. Barber (2016): *A House in the Sun*.

165 Vgl. Munns (2016): *Engineering the Environment*.

166 Vgl. Nelson, Mark/Burgess, Tony L./Alling, Abigail/Alvarez-Romo, Norberto/Dempster, William F./Walford, Roy L./Allen, John P.: »Using a Closed Ecological System to Study Earth's Biosphere«. In: *BioScience* 43/4 (1993), S. 225-236. Hier: S. 226; zu *BIOS 3* ausführlicher Gitelson/Lisovsky/MacElroy (2003): *Manmade Closed Ecological Systems*. S. 231–310. Von 1987 bis 1996 finden vier internationale Konferenzen über die Arbeit an *closed ecological systems* statt, die in London am von John Allen gegründeten *Institute of Ecotechnics*, in Krasnoyarsk in der *BIOS 3*-Anlage, in den Räumen von *Biosphere II* sowie erneut in London abgehalten werden.

Abbildung 6.25 – Biosphere II

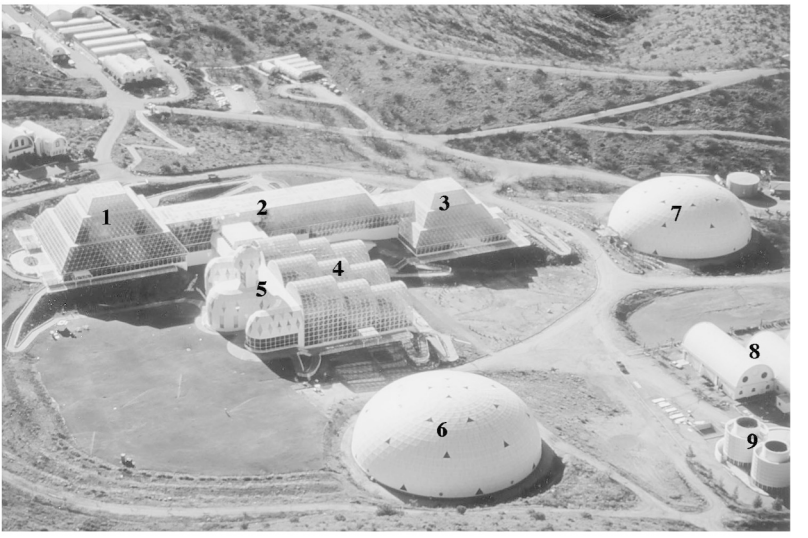
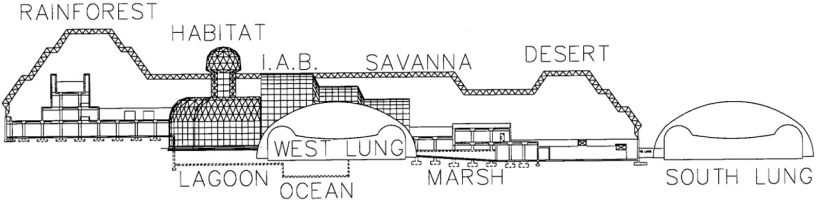


Fig. 1. Aerial view of Biosphere 2 facing southeast showing locations of: 1, rainforest; 2, savannah/ocean/marsh; 3, desert; 4, intensive agriculture; 5, habitat; 6, west lung; 7, south lung; 8, energy center; and 9, cooling towers.

Quelle: Dempster, William: »Biosphere 2 Engineering Design«. In: *Ecological Engineering* 13/1 (1999), S. 31-42. Hier: S. 34.

Abbildung 6.26 – Biosphere II



Quelle: Zabel, Bernd; Hawes, Phil; Stuart, Hewitt; Marino, Bruno D.V.: »Construction and Engineering of a Created Environment. Overview of the Biosphere 2 Closed System«. In: *Ecological Engineering* 13/1-4 (1999), S. 43–63. Hier: S. 52.

Architektonisch ist *Biosphere II*, wie Sabine Höhler gezeigt hat, mit für Sonnenlicht transparenten Wänden und Decken, die zu 95 Prozent aus Glas bestehen, und den weiß gestrichenen Stahlträgern sichtlich von Buckminster Fullers Konstruk-

tionen künstlicher Atmosphären beeinflusst.[167] Zwar werden während des Betriebs insgesamt fünf Scheiben beschädigt, doch aufgrund der aufwändigen Doppelverglasung kommt es zu keinem Bruch der Hülle. Das Stahlgerüst wird von Peter Pearce errichtet, der bereits mit Fuller zusammengearbeitet hatte.[168] Den Unterboden bilden rostfreie Stahlplatten unter einem Zementfundament. Die Anlage ist organisch aufgebaut: es gibt eine ›Lunge‹ in Form eines mit Luftkissen gefüllten geodätischen Doms, der als Druckausgleichskammer dient, ›Verdauungssümpfe‹ und ein ›Computergehirn‹ mit ›Nervenkabeln‹.[169] Ein von Hewlett-Packard entwickeltes »five-level cybernetic system (nerve system)«[170] überwacht das Gebäude. Technisch höchst aufwändig sorgen zahlreiche Pumpen, Wassertanks, Vernebelungs-, Entsalzungs-, Osmose- und Kompostieranlagen sowie ein computergesteuertes Zirkulationssystem für die Bewegung von Luft, Wasser und Licht. Ein zunächst geheim gehaltener, für U-Boote gedachter Kohlendioxid-Filter verbessert die Luftqualität[171], während zweitausend Sensoren alle chemischen und biologischen Vorgänge streng überwachen und Funkgeräte sowie Videobildschirme für die Kommunikation zwischen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in und außerhalb der Anlage sorgen. Mittels der Bewässerungsanlage können unterschiedliche klimatische Verhältnisse bis hin zu Starkregen simuliert werden. Alle fünfzehn Minuten wird automatisch eine Luftprobe entnommen, um die Zusammensetzung der Luft zu prüfen und zu protokollieren. Auch der geschlossene Wasserkreislauf wird ständig überwacht.

Die hermetische Schließung des Systems erzwingt ein technisch anspruchsvolles architektonisches *environment*, weil die Ausdehnung der eingeschlossenen Luft abhängig von der Temperatur, d.h. vor allem zwischen Tag und Nacht vor allem im Wüsten-Biome schwankt. In einer hermetisch versiegelten Hülle drohen diese Druckunterschiede, Schäden an der Außenhülle zu verursachen. Wie die Architekturhistorikerin Meredith Miller gezeigt hat, besteht die Funktion der künstlichen ›Lunge‹ darin, mittels einer flexiblen mechanischen Membran und der variablen Größe des maximal jeweils 25.000 Kubikmeter fassenden ›Lungenvolumens‹ diese Schwankungen sowie barometrischen Druckwechsel auszugleichen, ohne wie in einem Gewächshaus Luft von außen zuführen oder nach außen abführen zu müssen.[172] Die Druckausgleichs-Anlage ist also ein Instrument der Schließung, denn

167 Vgl. Höhler (2014): *Spaceship Earth in the Environmental Age, 1960-1990*. S. 110.

168 Vgl. Miller, Meredith: »Spheres, Domes, Limits, Interfaces. The Transgressive Architecture of Biosphere 2«. In: Perez-Gomez, Alberto/Comier, Anne/Pedret, Annie (Hg., 2011): *Where Do You Stand? ACSA Annual Meeting Proceedings*. Washington, ACSA Press, S. 102-110.

169 Vgl. zu den Organmetaphern Dempster, William: »Biosphere 2 Engineering Design«. In: *Ecological Engineering* 13/1 (1999), S. 31-42.

170 Nelson et al.: »Using a Closed Ecological System«. S. 229.

171 Vgl. Auerbach, Joel: »Biosphere 2. Bogus New World«. In: *Washington Post* (8. Januar 1992).

172 Miller: »Spheres, Domes, Limits, Interfaces«. S. 106.

sie erlaubt, die architektonische Hülle und das gasförmige Innere so zu balancieren, dass die Geschlossenheit auch bei schwankendem Luftvolumen gewährleistet bleibt. Die *biosphere* operiert also auf der Grundlage einer komplexen *technosphere*.[173]

Zwar bleibt ein Rest der Abhängigkeit – *Biosphere II* ist mit einem Stromverbrauch von jährlich sechs Millionen Kilowattstunden auf ein externes Kraftwerk angewiesen –, doch alle Anstrengungen gelten der Schließung des Systems. Wenn die Stoffkreisläufe autark ablaufen sollen, so können sie dies nur, weil massive Energieströme in die technischen Infrastrukturen eingespeist werden. Während im Inneren dieser Welt die ökosystemische Reziprozität des je Umgebenen vom Umgebenden herrscht, muss die geschlossene Welt von einem Außen abgeschlossen sein, das mit ihr aufgrund ihrer Geschlossenheit in keinerlei Austausch steht, ihr aber doch ihren Ort gibt. Die transparente Hülle dieser *closed world* ist den Angaben der Betreiber zufolge so effektiv versiegelt, dass sie im Jahr nur rund 10 Prozent der Luft im Inneren verliert – um ein vielfaches weniger als ein Space Shuttle.[174] Das Außen wird bestmöglich ausgeschlossen, gelangt jedoch auf unerfindlichen Wegen ins Innere: Aus der das Gebäude umgebenden Wüste eingewanderte, sich durch kleine Kunststoffnähte fressende Ameisen sorgen für große Probleme und brechen die Geschlossenheit auf.

Bereits 1986, also gut vier Jahre vor der Eröffnung der Anlage, veröffentlichen John Allen und Mark Nelson in ihrem Verlag *Synergetic Press*, bei dem zu dieser Zeit, wie ein Werbeinlay besagt, Bücher über die chinesische Harmonielehre Feng Shui sowie eine Übersetzung von Vernadskys *The Biosphere* erscheinen, das kleine Buch *Space Biospheres*. Der Text kann als Programmheft von *Biosphere II* gelesen werden. Mit vielen Verweisen auf Lovelock und Margulis schildern Allen und Nelson die biogeochemischen Grundlagen von *Biosphere I* und *Biosphere II* und begründen, warum ein solches Projekt nötig sei, um die Kolonisierung des Mars voranzutreiben. In Abbildung 6.27 zeigen Allen und Nelson die Verschränktheit des ›economic system of life system‹ zur linken und des ›economic system of technosphere‹ zur rechten. Die Überlagerung dieser beiden Kreise soll die »harmonious synergy of biosphere and technosphere«[175] bilden. Zwischen den beiden kreisförmigen Systemen steht die ebenfalls als Kreis dargestellte Sonne als Energiequelle. Zwischen ihnen deuten zahlreiche Pfeile Kreisläufe an. Die Kreise der beiden Systeme enthalten weitere Kreise: Im Kreis des Lebenssystems von *Biosphere II* umfasst ein in den Kreis gelegter Ring die genannten Biome, die mit den umgebenen Lebewesen – als Rechtecke gezeichnet – in Wechselwirkung stehen. Der Kreis der Technosphäre zeigt

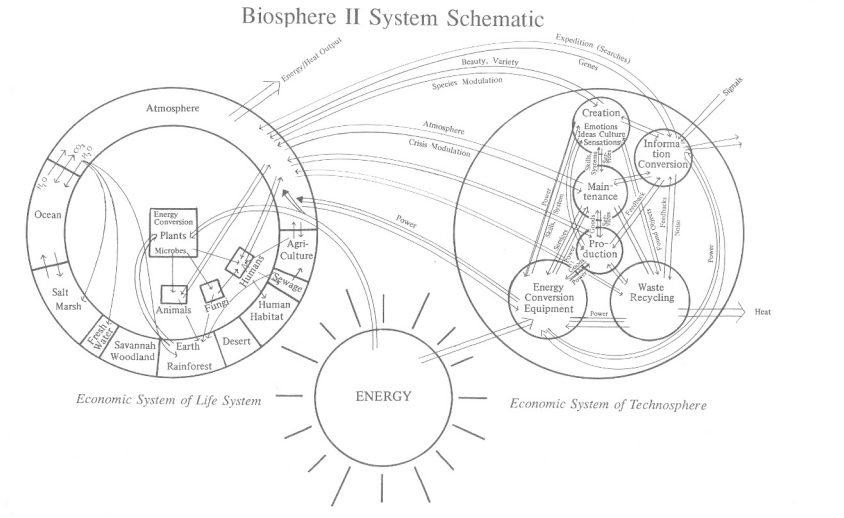
173 Zabel/Hawes/Stuart/Marino: »Construction and Engineering of a Created Environment«. In: *Ecological Engineering* 13/1-4 (1999). S. 55.

174 Vgl. ebd., S. 44.

175 Allen/Nelson (1986): *Space Biospheres*. S. 58.

jene Elemente, die kontrolliert und gemanagt werden müssen, damit *Biosphere II* funktioniert – darunter auch ›Creation: Emotion, Ideas, Culture, Sensations‹. Die beiden großen Kreise dienen in ihrer Überlagerung als schematische Darstellung der künstlichen *Biosphere II*. Lediglich die Sonne sowie die Energie- und Informationsflüsse zeigen ins Außen. Die Geschlossenheit des Systems ist hier die Grenze des Kreises, dessen Schießung die Architektur der Anlage idealiter umsetzen soll.

Abbildung 6.27 – Biosphere II System Schematic



Quelle: Allen, John/Nelson, Mark (1986): *Space Biospheres*. Santa Fe, Synergetic Press. S. 59.

Nach einigen langen Testläufen ohne Menschen ist im Rahmen der ersten Mission ab 1991 eine Gruppe von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen unterschiedlicher Disziplinen zwei Jahre lang in *Biosphere II* eingeschlossen und erforscht die ökologischen Verhältnisse dieses autarken Ökosystems.[176] Der Einzug der rote Uniformen tragenden *biospherians* oder *econauts* wird von großem Medieninteresse begleitet, live im Fernsehen übertragen und von Flötenklängen und *New Age*-Atmosphäre untermalt. Das Ereignis wird als Start eines Raumschiffs in eine neue Welt inszeniert, mit dem die Freiwilligen von der Erde aus eine Reise ins Außerhalb beginnen. Schließlich soll das Experiment zeigen, ob die *biospherians* als Avantgarde der Planetenkolonisierer in diesem selbstversorgenden *environment* überleben können. Die Gruppe versorgt sich selbst mit dem, was ihr fast viertausend Lebewesen in den sieben Biomen bereitstellen. Sie forscht zu

176 Vgl. zum Ablauf dieser Missionen den Selbstbericht in Allen (1991): *Biosphere 2*.

nachhaltigem Ackerbau, zur Wasseraufbereitung im Sumpf-Biom und testet die Kontrollmöglichkeiten dieser Technosphäre durch. Die Forschergruppe arbeitet an der Langzeitbeobachtung der atmosphärischen Zusammensetzung und ist täglich mit der Wartung der Anlage, der Pflege der Ökosysteme und der Erzeugung der eigenen Nahrung beschäftigt. Nur wenig wird in *Biosphere II* sich selbst überlassen.[177] (Fast) alles, was in diesem Ökosystem produziert wird, fließt in den Kreislauf ein – (fast) alles, was neben der Sonnenenergie verbraucht wird, kommt von innen.

Letztlich scheitert das Projekt aus nicht ganz durchsichtigen und bis heute umstrittenen Gründen, weil einerseits die CO_2-Produktion nicht wie erhofft gelingt, da der Beton zu viel Sauerstoff absorbiert, Lecks, Insektenbefall, übermäßiges Nachwachsen von Kletterpflanzen sowie Krankheiten die Fortschritte unterminieren, alle Vögel, Bienen und Frösche nach kurzer Zeit sterben und die Biosphäre zu wenige Kalorien für die Forscherinnen und Forscher abwirft. Andererseits führen Streitigkeiten der Leitung zum Abbruch. Die zweite, 1993 gestartete Mission wird nach einer Meuterei aufgrund der schlechten Luftqualität und Differenzen über die Fortsetzung des Projekts vorzeitig beendet. Innerhalb der Gruppe bilden sich in einem für isolierte Gemeinschaften typischen Prozess zwei Fraktionen: die eine will die Forschung durch regelmäßigen Austausch von Lebensmitteln und Sauerstoff vereinfachen, die andere um John Allen besteht auf der Aufrechterhaltung der Schließung, weil andernfalls das System nicht mehr autark sei und das Experiment scheitere.[178] Von Vertretern der letzten Gruppe werden die beiden Fraktionen als Reduktionisten und Holisten eingestuft. Die vermeintlichen Skandale, die in dieser Phase publik werden[179], beziehen sich auf die Schließung – so

177 Vgl. zu den Ergebnissen die Beiträge in einer unter anderem von Howard T. Odum herausgegebenen Ausgabe der Zeitschrift *Ecological Engineering*: Marino, Bruno/Odum, Howard T.: »Biosphere 2. Introduction and Research Progress«. In: *Ecological Engineering* 13/3 (1999), S. 3-14 sowie Nelson et al.: »Using a Closed Ecological System«; zu den Ergebnissen vgl. Walford, Roy: »Biosphere 2 as Voyage of Discovery. The Serendipity from Inside«. In: *BioScience* 52/3 (2002), S. 259-263.

178 Vgl. Poynter, Jane: »Biosphere 2. The Experience of ›Being‹«. In: Ohanian, Melik/Royoux, Jean-Christophe (Hg., 2005): *Cosmograms*. New York, Lukas & Sternberg, S. 241-248. Hier: S. 246.

179 Dass diese Auseinandersetzung noch in der Gegenwart schwelt, zeigen zwei Reaktionen der beteiligten Forscher Mark Nelson und Bill Dempster auf einen 2017 erschienenen kritischen Bericht, in dem die genannten Konflikte zugespitzt werden (vgl. Oberhaus, Daniel: »A 21st Century ›Operating Manual for Spaceship Earth‹«. In: *Vice*, 10. Juni 2017, http://www.vice.com/en_us/article/wjqnxy/the-decades-long-quest-to-recreate-earth-in-miniature, letzter Zugriff am 23. Mai 2019; Dempster, William F.: »Biosphere 2 Was Science, Not a Stunt«. In: *Vice*, 14. Juni 2017, http://www.vice.com/en_us/article/gypak9/biosphere-2-was-science-not-a-stunt, letzter Zugriff am 23. Mai 2019; Nelson, Mark: »Setting the Record Straight about Biosphere 2«. In: *Vice*, 24. Juni 2017, http://www.vice.com/en_us/article/mbjz43/setting-the-record-straight-about-the-biosphere-2, letzter Zugriff am 23. Mai 2019).

soll in der ersten Mission eine Forscherin nach einer medizinisch bedingten Reise in die Außenwelt heimlich Lebensmittel in die Anlage geschmuggelt haben und in der zweiten Mission sollen die beiden Forscher Abigail Alling und Mark van Thillo in einem Akt des Widerstands eine Glasscheibe zertrümmert haben, um das Projekt der Schließung zu sabotieren.[180]

1996 übernimmt die Columbia University die Anlage. Sie beendet die Schließung und bricht die Langzeitversuche der sektenartig organisierten Forschergruppe ab, um in kleinerem Rahmen und ohne kosmologische Annahmen weiterzuforschen. 2011 geht die Anlage in die Obhut der University of Arizona über, die sie bis heute zu Forschungs- und Bildungszwecken nutzt. Der Versuch, die Natur gänzlich zu beherrschen und ihr Abbild mit einem bis ins Detail kontrollierten Ökosystem zu schaffen, muss, so von den Presseberichten zitierte Kritiker wie Lynn Margulis, fehlschlagen, weil die nonlinearen Effekte eines komplexen Systems sich dieser Kontrolle entziehen und eine sinnvolle Beobachtung nur von einer isolierten Position außerhalb des Systems möglich wäre.[181] Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse über die *Biosphere II* auf die *Biosphere I* scheint ebenso fraglich. Beobachtungen auf der Skala des ganzen Systems seien aufgrund der Relativität des Beobachterstandpunkts unmöglich. Von Unterstützern wie Howard Odum, der dem Projekt von Beginn an verbunden ist, wird dem entgegengehalten, dass die Untersuchung der einzelnen Bestandteile von Ökosystemen nur dann erfolgversprechend sei, wenn sie von Projekten wie *Biosphere II* zugleich in den Kontext des Systems gesetzt werden.[182] Ein stabiles Ökosystem brauche lange Zeit, um sich durch Adaptionsprozesse zu entwickeln. Während dieser Zeit seien manageriale Maßnahmen unverzichtbar.

Projekte geschlossener Welten von den ökologischen Skizzen für mögliche Raumstationen bis zur *Biosphere II* spielen durch und setzen technisch um, welche neuen Spielräume das Verschwinden des Außen als Erscheinen des *environments* eröffnet. Überleben wird in diesen technisch-organischen Ökosystemen wie auf dem Raumschiff Erde zu einer Frage des kybernetisch-ökologischen Managements von begrenzten Ressourcen, wie Höhler in ihren Studien zur Technik selbstversorgender *environments* seit den 1960er Jahren beschrieben hat: »the *endosphere* turned out to be an *exosphere*, where the only environment in which it was possible to survive was *outside*.«[183] Nicht zuletzt ist *Biosphere II* ein gescheiterter Versuch, ein *environment* in einem *environment* zu schaffen, das nicht auf das Umgebene

180 Vgl. Appenzeller, T.: »Biosphere 2 Makes a New Bid for Scientific Credibility«. In: *Science* 263/5152 (1994), S. 1368-1369.

181 Vgl. Auerbach: »Biosphere 2«. Ähnlich etwa Zimmerman, Michael: »Biosphere 2. Long on Hype, Short on Science«. In: *Ecology* 73/2 (1992), S. 713-714.

182 Vgl. Odum, Howard T.: »Scales of Ecological Engineering«. In: *Ecological Engineering* 6/1 (1996), S. 7-19.

183 Höhler: »›Spaceship Earth‹« sowie Höhler: »The Environment as a Life Support System«.

wirkt. »As a closed system, *Biosphere II*'s outer structure formed a series of defining boundaries that separated the internal (*Biosphere II*) environment from the surrounding external environment.«[184] Die Schließung der Kreisläufe erscheint unabschließbar.[185] *Biosphere II* versucht, aus der Relationalität des Umgebens auszusteigen und eine Grenze zwischen Umgebungen zu ziehen. Doch das Außen kann nicht auf künstliche Weise ausgeschaltet werden und die Kreisläufe im Inneren werden nicht rund. Das Scheitern ist diesen Projekten eingeschrieben, weil sie versuchen, ein Ökosystem ohne Umgebung in einer Umgebung zu schaffen. Hier zeigt sich die Produktivität der Übersetzung der Unterscheidung von Innen und Außen in die Unterscheidung von Umgebendem und Umgebenem: Das Außen des geschlossenen Ökosystems ist zugleich das Innen eines Systems aus dem geschlossenen System und eben diesem Außen.

6.4 Figuren der Zirkulation – Die Kreise der Gaia-Hypothese

Im Kontext der von der NASA vorangetriebenen Erforschung der Möglichkeit der Besiedelung fremder Planeten, also der Erschaffung belebbarer extraterrestrischer *environments* als *life support systems*, entsteht um 1970 die Gaia-Hypothese. Sie spielt die Bedingungen und Effekte einer systemischen Schließung auf planetarischem Maßstab durch. Ab 1967 veröffentlicht der für die Mars-Mission der NASA arbeitende Biochemiker und Ingenieur James Lovelock seine ersten Studien über die Biosphäre der Erde, die er 1972 auf Anregung seines Nachbarn, des Schriftstellers William Golding, Gaia nennt. Seit 1974 gemeinsam mit der Biologin Lynn Margulis vertreten, beschreibt die gleichnamige Hypothese den belebten Bereich der Erde (*biosphere*) als ein biologisches Kontrollsystem (*biological cybernetic system*), das in der Lage sei, die physikalischen und chemischen Lebensbedingungen der Erde so zu regulieren, dass die Zusammensetzung der Atmosphäre des Planeten für alle Lebewesen optimal gehalten wird.[186] Ausgehend von der Frage, wieso die Atmosphäre

184 Zabel/Hawes/Stuart/Marino: »Construction and Engineering of a Created Environment«. S. 45.

185 Christina Wessely hat anhand des Aquariums in einer ähnlichen Beobachtung die Bestrebungen der Ökologie aufgezeigt, dem »Wuchern der Milieus […] über terminologische Schließungen beizukommen – als Umwelten und Umgebungen, Lebensräume und Lebensbezirke, Biotope und Ökosysteme gewannen sie Konturen und Grenzen. Die Transformation und Ausdifferenzierung der Begriffe bildeten dabei die Dynamik der Forschungsgegenstände ab: Die Materialität meeresbiologischer Forschung und die Formierung von Konzepten wie Milieu, Umwelt, Umgebung oder Lebensraum standen in einem produktiven Wechselverhältnis, wobei sich das Aquarium als materieller Dreh- und Angelpunkt dieser Bewegung aus systematischer Öffnung und terminologischer Schließung erwies.« Wessely: »Wässrige Milieus«. S. 143.

186 Lovelock, James E.: »Gaia as Seen Through the Atmosphere«. In: *Atmospheric Environment* 6/7 (1967), S. 579-580. Vgl. zum Kontext Bondi, Damiano: »Gaia and the Anthropocene; or, The Return of Teleology«. In: *Telos* 172/3 (2015), S. 125-137.

der Erde in ihrer chemischen Zusammensetzung über lange Zeiträume weitestgehend stabil ist, entwickeln Lovelock und Margulis mit Bezug auf biochemische, astronomische und meteorologische Befunde sowie vom kybernetischen Vorgehen George Evelyn Hutchinsons beeinflusst die These, dass der Lebensraum der Atmosphäre wenige hundert Meter um den Planeten ein Produkt der Lebensprozesse auf der Erde sei. Das Lebendige schafft sich demnach seine eigenen Bedingungen: Als lebendiger Planet *hat* die Erde keine Biosphäre, sondern sie *ist* die Biosphäre.[187]

Gaia, die altgriechische Personifizierung der Erde und Mutter der ersten Götter, gibt dem von Lovelock und Margulis entwickelten Konzept einer planetarischen Entität aller Lebensprozesse ihren Namen. Als globaler homöostatischer Regelkreislauf, als aktives und adaptives Kontrollsystem, verkörpert Gaia die kybernetisch verschränkte Gesamtheit aller Lebensvorgänge auf der Erde.[188] Das Konzept dient vor allem in den Monographien Lovelocks dazu, das Wissen der Biogeochemie und der akademischen Ökologie in den Rahmen einer naturwissenschaftlich fundierten wie metaphysisch aufgeladenen Welterklärung zu fassen und zugleich mit der Dringlichkeit einer bevorstehenden ökologischen Katastrophe aufzuladen.

Lovelock und Margulis gehen damit einen in den Projekten geschlossener Systeme und der rhetorischen Figur des *spaceship earth* bereits angelegten und die NASA-Fotografien inspirierenden Schritt. Sie begreifen die Erde selbst als ein materiell geschlossenes, energetisch aber offenes System. In seinem kurzen Statement »Gaia as seen through the Atmosphere« wendet sich Lovelock 1972 explizit gegen die auf ökologische Krisen zurückzuführende Raumschiff-Analogie und bezeichnet sie als anthropozentrisch. Die Gaia-Hypothese ermögliche hingegen, die Erde als »very large living creature«[189] zu beschreiben, die lange vor der Entstehung des Menschen bereits ihre eigene Gestalt geformt habe. Diese Gestalt ist rund wie der Planet, dessen Atmosphäre das Medium der Zirkulation darstellt: »The atmosphere, far from being an inert sink, we regard as a regulated fluid component of the biosphere, a contrived circulatory system to assure the perpetuation of conditions optimal to the whole of the interconnected living organisms.«[190] Diesem Bild der

187 Auf die Schwierigkeiten, zu bestimmen, ob Gaia ein System, ein Superorganismus, eine Biosphäre oder eine Muttergöttin sei, hat Alexander Friedrich hingewiesen und dieses systematische Problem auf den metaphorischen Status von Lovelocks Theorie bezogen (vgl. Friedrich, Alexander: »Gaias Netze. Zur Metaphorologie der planetarischen Selbstregulation des Lebens«. In: ders./Löffler, Petra/Schrape, Niklas/Sprenger, Florian (Hg., 2018): *Ökologien der Erde. Zur Wissensgeschichte und Aktualität der Gaia-Hypothese*. Lüneburg, Meson Press, S. 21-62).

188 Lovelock, James E./Margulis, Lynn: »Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere. The Gaia Hypothesis«. In: *Tellus. Series A* 26/1-2 (1974), S. 2-10 sowie Lovelock, James E./Margulis, Lynn: »Biological Modulation of the Earth's Atmosphere«. In: *Icarus* 21/4 (1974), S. 471-489.

189 Lovelock: »Gaia as Seen Through the Atmosphere«. S. 580.

190 Lovelock, James E./Margulis, Lynn: »Homeostatic Tendencies of the Earth's Atmosphere«. In: *Origins of Life* 5/1-2 (1974), S. 93-103. Hier: S. 95.

Erde als selbstorganisierendem *circulatory system* fügt Lovelock jedoch eine metaphysische Deutung hinzu, deren Status bis in die Gegenwart umstritten ist, indem er die Erde als geschlossenes System zu einem Organismus erklärt, in dessen Inneren alle Populationen des Planeten und ihre *environments* inbegriffen sind.

Die Gaia-Hypothese verhandelt mithin auf unterschiedlichen Ebenen Umgebungsverhältnisse. Die Verlebendigung des Planeten ist im Entstehungskontext dieser Theorie eine durchaus konsequente Fortentwicklung der Idee des Ökosystems. Das Umgebende und das Umgebene sind demnach ineinander verschränkt und bilden gemeinsam das Lebendige. Ihr Verhältnis wird von Lovelock und Margulis konsequent neu bestimmt: das *environment* sei nicht etwas Totes, das Lebendiges umgibt, sondern ihre Verschränkung wird als Element des Lebens gedeutet. Sie schlagen vor, das System aus *environment* und Organismen selber als eine lebendige Entität zu betrachten, die kraft emergenter Eigenschaften das Lebendige in einem Gleichgewicht mit seinen Lebensbedingungen hält. Das kontinuierliche negative Feedback zwischen Organismen und ihren *environments* stabilisiert demzufolge die Lufttemperatur, den CO_2-Gehalt, den Salzanteil im Meer und die Zusammensetzung der Atmosphäre, womit die Bedingungen gesichert werden, unter denen sich Leben erhalten und neues Leben entstehen kann. Die regulative Funktion der Beziehung der Totalität aller Organismen und ihres gemeinsamen *environments* halte die Biosphäre im Gleichgewicht. Organische und anorganische Prozesse würden im Verbund zu einem komplexen System der Selbstregulation führen, das die Lebensbedingungen auf der Erde in einen metastabilen Zustand bringe.[191] Der lebensfreundliche Status des Planeten ist demnach Ergebnis der biochemischen Vorgänge auf der Erdoberfläche. Die Erde erscheint somit, wie Alexander Friedrich formuliert, »zugleich als notwendige Voraussetzung, zufälliges Resultat und funktionale Ganzheit des Lebens und damit als [ein] Gegenstand der Evolution«[192].

Lovelocks und Margulis' Konzept steht in der Spannung von Gegenkultur, Esoterik und Science Fiction, von Biologie, Raumfahrt und Kybernetik. Diesen historischen Kontext in den Blick nehmend beschreibt dieses Kapitel nicht nur Lovelocks Ansatz und die mit ihm verbundenen Epistemologien des Umgebens, sondern auch die jüngste Wiederaufnahme des Konzepts durch Bruno Latour. Die Gaia-Hypothese erlebt derzeit in unterschiedlichen Zusammenhängen eine

191 Peter Ward hat in *The Medea Hypothesis* von der Harmonie der Selbstorganisation Abstand genommen und Lovelocks Priorisierung des negativen Feedbacks kritisiert. Für Ward sind Ökosysteme nicht homöostatisch, sondern neigen zu chaotischen und katastrophalen Ausbrüchen durch positives, verstärkendes Feedback. Daher setzt er Lovelocks Gaia-Hypothese seinen Ansatz der Medea-Hypothese entgegen (vgl. Ward, Peter Douglas (2009): *The Medea Hypothesis. Is Life on Earth Ultimately Self-Destructive?* Princeton, Princeton University Press).

192 Friedrich: »Gaias Netze«. S. 23.

Neuauflage und dient bei Latour, der diese Aneignung am vehementesten vorantreibt, dem Versuch einer Ökologisierung von Relationen mit umstürzlerischem Anspruch: »It is very much a question of considering everything differently.«[193] In der Gaia-Hypothese findet Latour eine Sprache für seine Philosophie, in der menschliche und nicht-menschliche Aktanten gleichrangig behandelt werden sollen. In diesem Zug werden Skalierungsprobleme zwischen Maßstabsebenen durch eine ökologische Verknüpftheit gelöst und dem dadurch konstituierten Ganzen eine eigene Handlungsmacht zugesprochen. Die Gaia-Hypothese gewinnt entsprechend dort an Einfluss, wo Latour versucht, grundlegende abendländische Dualismen der Gegenüberstellung von Subjekt und Objekt oder Kultur und Natur aufzuheben, zu denen er in der Ökologie und ihrem Zirkulationswissen eine Alternative vermutet: »Gaia is unquestionably the great *empêcheur de penser en rond*, the grand inhibitor of circular thinking, a great impetus to thinking outside the box…«[194] Gaia erscheint einerseits durch die ökologische Allverbundenheit und andererseits durch die Geschlossenheit und Harmonie des nicht-modernen Kreises als angemessene Beschreibungssprache für eine Welt, deren Zusammenhalt Relationen bilden, die stets zirkulieren. Dualismen sind in dieser Welt aufgehoben. Ihr Bild ist der Kreis. Das Denken außerhalb der eckigen Box, um das es Latour geht, soll rund werden, um Binarismen auszuhebeln.

Die Dualismen der modernen, cartesianischen Welt unterläuft Latour mit Hilfe des Begriffs *environment*. In der ersten Erwähnung des Begriffs in *Wir sind nie modern gewesen*, in dem die Ökologie nur am Rande auftaucht, spricht Latour von einem »environnement non-humain«[195] und bringt mit dieser Rückübersetzung des ursprünglich aus dem Französischen zur Übersetzung von *milieu* ins Englische importierten Begriffs die Ökologie ins Spiel. Dieses »environnement non-humain«[196] umgibt den Menschen durch von ihm erzeugte Technologien und Hybride. Im Folgenden wird nachverfolgt, wie Latour mit dieser Frage nach dem Außen die in seiner Philosophie wirksame Epistemologie des Umgebens mit der angestrebten

193 Latour, Bruno: »To Modernize or to Ecologize? That's the Question«. In: Braun, Bruce/Castree, Noel (Hg., 1998): *Remaking Reality. Nature at the Millenium*. London, Routledge, S. 221-242. Hier: S. 240. Zu Isabell Stengers' Interpretation der Gaia-Hypothese, der Latour viel verdankt, die an dieser Stelle aber nicht aufgearbeitet werden kann, vgl. Löffler, Petra: »Gaias Fortune. Kosmopolitik und Ökologie der Praktiken bei Latour und Stengers«. In: Friedrich, Alexander/dies./Schrape, Niklas/Sprenger, Florian (Hg., 2018): *Ökologien der Erde. Zur Wissensgeschichte und Aktualität der Gaia-Hypothese*. Lüneburg, Meson Press, S. 95-122.

194 Latour, Bruno (2017): *Facing Gaia. Eight Lectures on the New Climatic Regime*. Cambridge, Polity Press. S. 6.

195 Latour, Bruno (1991): *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris, La Découverte. S. 104. Die deutsche Übersetzung lautet wenig treffend »nicht-menschliche Umwelt«. Latour, Bruno (1998): *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Frankfurt/Main, Fischer. S. 104.

196 Latour (1991): *Nous n'avons jamais été modernes*. S. 104.

Aufhebung von Dualismen koppelt und schließlich im Gaia-Konzept sowie in der Figur des Kreises ein neues Modell für diesen theoretischen Ansatz findet. Dabei übergeht er jedoch die historische Semantik dieser Konzepte sowie ihre technischen Hintergründe. Sein Ansatz bleibt blind für seine Voraussetzungen und kann als symptomatisch für die unhinterfragten Evidenzen des Begriffs *environment* und die Symbolik des Kreises gelten.

Latours Arbeiten kommen immer wieder auf den Begriff *environment* zurück, sind aber bislang noch nicht in dieser Hinsicht gelesen worden. Weil es auf eine spezifische Weise alles umfasst, indem es alles in einer konkreten Umgebung als Faktor gelten lässt und zugleich eine größere Einheit des Umfassenden bezeichnet, könne das *environment*, um Latours Position zusammenzufassen, nicht der dualistischen Aufräumarbeit unterworfen werden, die er seit *Wir sind nie modern gewesen* von 1991 unter dem Stichwort der modernen Verfassung attackiert. Das Verdienst dieses Buches besteht darin, die philosophischen und metaphysischen Auswirkungen einer zunächst wissenschaftshistorisch fundierten Beobachtung ausbuchstabiert zu haben, welche schließlich in den neueren Schriften Latours zur Grundlage einer alternativen Kosmologie geworden ist. Diese Kosmologie greift auf ökologisches Wissen zurück und spielt besonders dort, wo sie das Gaia-Konzept zur Referenz einer symmetrischen, keine dualistische Barriere zwischen Menschen und Nicht-Menschen errichtenden Wissenschaft erklärt, eine spezifische Relationalität des Umgebens durch, deren Ikone der Kreis bildet. Das zentrale Motiv von Latours Ansatz ist die Aufhebung von Dualismen, die strategisch eng mit der Bedeutung von Zirkulationen für sein Theorieprojekt zusammenhängt.[197]

Der Begriff *circulation*, dessen Rolle für Latour hier nur angedeutet werden kann, ist für die Actor-Network-Theory ein wichtiges Instrument, um die angedeutete Verteilung von Handlungsmacht zu erklären, wie ein Blick auf die Me-

197 Dieser Kampf gegen Dualismen durch Umgebungsdenken hat eine lange Geschichte, die hier nur angedeutet werden kann: Bereits 1940 formuliert der Philosoph und Mathematiker Oliver Reiser, seines Zeichens Advokat eines solchen Umbruchs: »Our sharpe dichotomies of nature and human nature, organism and environment, and the like, reflect the cultural heritage of Aristotelian logic.« (Reiser (1940): *The Promise of Scientific Humanism*. S. 312) Erst wenn man ihre gegenseitigen Abhängigkeiten außerhalb der zweiwertigen aristotelischen Logik zu erfassen beginne, könne man der Komplexität der Welt gerecht werden und Leben vielmehr als das Wechselspiel beider Seiten verstehen: »The science of the adjustment of man to his environment […] is based on a non-Aristotelian system rather than a logic.« (ebd., S. 79) Zunächst vor allem in der Physik und der Mathematik wirksam, ist dieses von Reiser beschworene ›neue Denken‹, das ebenfalls eng mit der Arbeit des Mathematikers Alfred Korzybski verbunden ist (vgl. Korzybski, Alfred (1933/1958): *Science and Sanity. An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics*. Lakeville, International Non-Aristotelian Library), auch in der Biologie von einem Widerstand gegen die rationalistische, atomistische Zerlegung des Ganzen in Einzelfaktoren geprägt. Entsprechend kann es sich in die ökologischen Auseinandersetzungen um Holismus und Mechanismus einschreiben.

taphorik von Latours Texten zeigt. Seit seinem vielzitiertem Kapitel »Circulating Reference: Sampling the Soil in the Amazon Forest« aus *Pandora's Hope* von 1999 steht die Figur der Zirkulation methodisch wie theoretisch im Mittelpunkt von Latours Arbeiten. Dort wird beschrieben, wie Referenzen des Wissens durch unterschiedliche Netzwerke hindurch zirkulieren und schließlich eine Tatsache formieren: »The circulation of their samples traces a network on the Earth as dense as the cotton webs spun by their topofils.«[198] Auch wenn der Begriff eher mit dem Netz als mit dem Kreis assoziiert wird, ist *circulation* in Latours Buch *Reassembling the Social* von 2005 auf nahezu jeder Seite präsent: »By localizing the circulation, production, formatting, and metrology of the social inside tiny, expansive, and expensive conduits, we have already opened a space in which other types of entities may begin to circulate.«[199] In *Politics of Nature* von 2004 (französisch 1999) taucht der Begriff Zirkulation hingegen selten auf, während die Metapher des Kurzschlusses, *short-circuit*, als Denkfigur dutzende Male aufgerufen wird. Diese steht einerseits für die Schließung eines elektrischen Schaltkreises zwischen zwei unterschiedlichen Spannungen, die zur Überlastung der Leitungen und damit zum Ausfall, d.h. zur Öffnung des Schaltkreises führt. Andererseits bezeichnet der Kurzschluss eine falsche logische Schlussfolgerung. Angesichts der ansonsten bei Latour vorherrschenden Kreislaufmetaphorik ist diese weitestgehend auf *Politics of Nature* beschränkte Metapher, in welcher der Kreis bricht, weil er (falsch) geschlossen wird, nicht sonderlich gut gewählt, doch ihre Dominanz in *Politics of Nature* dient der Kritik der modernen Wissenschaft. Ihre Kurzschlüsse entstehen Latour zufolge als Ausweichmanöver, um ein Denken in den ökologischen Relationen des Kreises zu vermeiden: »Thou shalt ensure that the number of voices that participate in the articulation of propositions has not been arbitrarily shortcircuited.«[200] Bereits dieser kurze Überblick – näher auf den theoretischen Kontext der ANT kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden – gibt einen Eindruck von der Bedeutung von Figuren des Kreises und des Kreislaufs für Latours Ansatz. Die bei Latour zum Tragen kommende »Faszination für Nicht-Modernität«[201] ist deckungsgleich mit der Faszination für den Kreis, der auch das Cover von Latours Buch *Down to*

198 Latour, Bruno (1999): *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, Harvard University Press. S. 6.

199 Latour, Bruno (2005): *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford, Oxford University Press. S. 233.

200 Latour, Bruno (2004): *Politics of Nature*. Cambridge, Harvard University Press. S. 106.

201 Hörl: »Die Ökologisierung des Denkens«. S. 35.

Earth: Politics in the New Climatic Regime ziert.[202] Noch einmal: Modernekritiker sind Kreistheoretiker.[203]

Nonlineare Kausalitäten wie die des Kreises, so ist an den in der ersten Hälfte dieses Kapitels behandelten Beispielen deutlich geworden, versprechen auf der einen Seite ökologischem Wissen ein nicht-reduktionistisches Verständnis der von ihm thematisierten Relationen. Auf der anderen Seite stellt die Ökologie mit diesen nonlinearen Relationen wiederum ein Modell bereit, das zum Leitbild des von Latour angestrebten ›neuen Denkens‹ aufsteigen kann. Die von ihm vorangetriebenen Debatten um eine Erneuerung Gaias können vor diesem Hintergrund als Bezugspunkt eines in der Gegenwart stärker werdenden Bestrebens nach alternativen Kausalitäts- und damit Wissenschaftsmodellen verstanden werden. Ökologie gilt dabei als Lösung der Probleme dualistischen Denkens und der Kreis nach den 1970er Jahren erneut als Symbol eines ›neuen Denkens‹. Indem im Folgenden die Rhetorik Latours auf die Genealogie seiner Konzepte bezogen wird, kann anhand der Gaia-Hypothese sowie ihrer Aneignung die gegenwärtige Funktion des Begriffs *environment* und der mit ihm in Verbindung gebrachten Kreisbilder beleuchtet werden.

6.4.1 Gaias Wechselwirkungen

Die von Lord Gifford an den vier schottischen Universitäten St. Andrews, Glasgow, Aberdeen und Edinburgh gestifteten Gifford Lectures haben die Aufgabe, eine *natural theology* zu verbreiten. In die illustre Reihe von Vortragenden, zu denen die bereits im Verlauf dieser Geschichte erwähnten Hannah Arendt, Henri Bergson, Werner Heisenberg, Carl Sagan sowie Alfred North Whitehead zählen, reiht sich 2013 auch Latour ein. Er versucht, diesem Anspruch gerecht zu werden, indem er erstmals systematisch die Gaia-Hypothese als eine Möglichkeit darstellt, zu einer planetarischen, Menschen wie Nicht-Menschen umfassenden Kosmologie zu gelangen.[204] In seinen sechs Vorträgen zeigt er, wie sich mit Hilfe des Gaia-Konzepts die symmetrische, parlamentarische Gesamtheit aller Aktanten erfassen und so die

202 Vgl. Latour, Bruno (2018): *Down to Earth. Politics in the New Climatic Regime*. London, Polity.

203 Dies gilt ebenso für Peter Sloterdijk, dessen Sphärentrilogie für aufgrund der bereits erwähnten historischen und begrifflichen Ungenauigkeiten an dieser Stelle nicht weiter herangezogen wird.

204 Latours Gifford-Vorlesungen wurden zunächst 2013 online veröffentlicht und dann 2015 auf Französisch sowie 2017 auf Englisch und auf Deutsch in stark überarbeiteter und erweiterter Fassung publiziert. Die Ausführungen in diesem Kapitel konsultieren sowohl die Online-Fassung als auch die englische Ausgabe, weil in ersterer die Polemik Latours stärker hervortritt, während die publizierte Version seine Bezugnahme auf die Gaia-Hypothese stärker im Kontext von Latours anderen Veröffentlichungen situiert. Zwar hat Latour zuvor schon in anderen Kontexten auf das Gaia-Konzept zurückgegriffen, doch erst in den Vorlesungen wird deren Nähe zu seinem Ansatz explizit.

dualistische Verfassung der Moderne unterlaufen lässt, wie also, in anderen Worten, Gaia Latours eigene Philosophie widerspiegelt. Diese Bewegung ist insofern bemerkenswert, als die Gaia-Hypothese lange Zeit als metaphysische Projektion globaler Allverbundenheit galt, als ein etwas obskures, wissenschaftlichen Kriterien nur marginal genügendes Konzept.

Mit der Rehabilitation Gaias nimmt Latour *erstens* mit aller rhetorischen Insistenz eine Unzeitgemäßheit für sich in Anspruch, die er zugleich zur einzig zeitgemäßen Wendung eines den ökologischen Herausforderungen des Anthropozäns angemessenen Denkens erklärt. Dieser Rückgriff gibt *zweitens* aus einer wissenshistorischen Perspektive einen Einblick in die von Latour systematisch ausgeblendete Genealogie der Akteur-Netzwerk-Theorie und ihrer politischen Ökologie aus den im dritten Kapitel erörterten historischen Debatten zwischen Holismus und Mechanismus, von denen auch die Gaia-Theorie gerahmt ist. Dabei wird *drittens* eine umgebungsepistemologische Frage auf transzendentale Weise reformuliert, die, wie an den Beispielen von Kreismodellen, Raumstationen und *Biosphere II* bereits deutlich geworden ist, um 1970 für ökologisches Denken zentral ist und heute neue Bedeutung erlangt: die Frage nach dem Außen und dem, was das *environment* umgibt. Diesen drei Fragen nach Rhetorik, Genealogie und Epistemologie nachgehend, nehmen die folgenden Überlegungen vor allem die Umgebungskonzepte in den Blick, die in Latours Lesart der Texte von Lovelock und Margulis hervortreten und in einer spezifischen Relationalität des Umgebens konvergieren.

Das Gaia-Konzept soll in Latours Lesart aufgrund der behaupteten organischen Verbundenheit zu einer höheren Einheit führen und aus allen Entitäten auf der Erde *einen* vernetzten Aktanten machen. Latour erhebt es daher, so kann man als Fazit seiner Vorlesung zusammenfassen, affirmativ zum bestmöglichen Modell für eine über die politische Ökologie hinausgehende politische Theologie.[205] In dieser soll statt Gott (als regulativer Transzendenz für die Religion) oder Natur (als regulativer Transzendenz für die Wissenschaft) eben Gaia stehen.[206] Das Gaia-Konzept liefere eine Anleitung, wie man diese Kollektive in globalem Maßstab auf neue Weise beschreiben und ihnen damit im Kampf um politische Vertretung zu ihrem Recht

205 Mit der politischen Dimension der neueren Schriften Latours beschäftigt sich aus soziologischer Sicht ein Themenheft der Zeitschrift *Soziale Welt* (vgl. Gertenbach, Lars/Opitz, Sven/Tellmann, Ute: »Bruno Latours neue politische Soziologie. Über das Desiderat einer Debatte«. In: *Soziale Welt* 67/3 (2016), S. 237-248).

206 Eine andere Lesart der Gaia-Theorie hat Bruce Clarke, näher an Lovelocks und Margulis' Schriften argumentierend, vorgeschlagen, indem er das Gaia-Konzept in der Geschichte der Selbstorganisationstheorien verortet: Clarke, Bruce: »Neocybernetics of Gaia. The Emergence of Second-Order Gaia Theory«. In: Crist, Eileen/Rinker, H. Bruce (Hg., 2009): *Gaia in Turmoil. Climate Change, Biodepletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis*. Cambridge, MIT Press, S. 293-314.

verhelfen könne.[207] In den Worten von Sven Opitz: »Mit der Adaption von Lovelocks Modell überträgt er [Latour] in ein und derselben Operation seine relationale Ontologie des Sozialen in das Register eines planetarischen Vitalsystems und gelangt gleichzeitig zu einer Reformulierung des Politischen.«[208] Der springende Punkt liegt darin, dass Latour implizit durchspielt, was das Verschwinden des Außen für seinen eigenen, allen Aktanten Handlungsmacht zuschreibenden Ansatz bedeutet. Der wissenshistorische Einsatz dieser Überlegungen und der damit verbundenen gegenmodernen ›großen Erzählung‹ bleibt dabei jedoch ungedacht. In einer abschließenden gemeinsamen Betrachtung der drei genannten Ebenen, der rhetorischen, der genealogischen und der epistemologischen, kann dieser Einsatz aufgearbeitet werden, um den Anspruch dieser Neubestimmung einer von Dualismen befreiten, von der Moderne losgelösten Welt zu umreißen und zugleich auf einige der Evidenzen hinzuweisen, welche die Gaia-Hypothese heute auch in anderen Kontexten plausibel machen.

6.4.2 Rhetorik der Handlungsmacht

Gaia manifestiert, wie Latour im Vorlesungsmanuskript schreibt, als »entity that is composed of multiple, reciprocally linked, but ungoverned selfadvancing processes«[209] die Verteilung von Handlungsmacht an alle Aktanten auf dem Planeten und kann deshalb als eine regulative Instanz dienen. »It means not that Gaia possesses

207 Wie Niels Werber gezeigt hat, ist Latours Entwurf einer Geopolitik mit seinen Anleihen an Carl Schmitt eschatologisch angelegt und läuft auf einen globalen Krieg um Gaia hinaus, der auf einer eindeutigen Unterscheidung in Freund und Feind basiert: die Kollektive auf der einen, die Dissoziierten auf der anderen Seite. »This is why there is some reason to call ›negationists‹ those who, having denied Gaia's sensitivity, listen to the call of the Devil, that Faustian character who says: ›I am the Spirit of always saying No.‹« (Latour, Bruno (2012): *Gifford Lectures. Facing Gaia. Six lectures on the political*, http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/GIFFORD-ASSEMBLED.pdf, zuletzt geprüft am 24. November 2013. S. 96). Indem Latour, so Werber, auf diese Weise opponierende Seiten gegenüberstellt, kann er zugleich mit dem Vokabular Schmitts eine Entscheidungsschlacht ausrufen, die das Schicksal der Erde bestimmen soll. Latour sieht, so Werber, eine dezisionistische Entscheidung bevorstehen, in deren Kontext er selbst als jene Instanz auftritt, die andere zum Widerstand aufruft, die Entscheidung herbeiführt und so zur historischen Macht wird (vgl. Werber, Niels: »Gaias Geopolitik«. In: *Merkur* 69/5 (2015), S. 59-67).

208 Opitz, Sven: »Neue Kollektivitäten. Das Kosmopolitische bei Bruno Latour und Ulrich Beck«. In: *Soziale Welt* 67/3 (2016), S. 249-266. Hier: S. 257.

209 Die hier zitierte Version der Vorlesung vom 10. März 2013 ist nicht mehr online. Zwar bemerkt Latour dort, dass diese Version nur zur Diskussion und nicht zum Zitieren gedacht sei, doch scheint es an dieser Stelle sinnvoll, aufgrund seiner Rhetorik auf das zunächst auf der Homepage der Gifford-Lectures veröffentliche Manuskript zurückzugreifen. Vgl. Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 8.

some sort of ›great sensitive soul‹, but that the concept of Gaia captures the distributed intentionality of all the agents, each of which modifies its surroundings for its own purposes.«[210] Das Konzept unterläuft, analog zu Latours früheren Überlegungen und deshalb so gut zu ihnen passend, die moderne Trennung der Welt, da es weder in handelnd und nicht-handelnd, noch in innen und außen scheidet, sondern an die Stelle dieser Dualismen Umgebungsverhältnisse setzt. Eben darin überschneidet sich die Ökologie Lovelocks und Margulis' mit der Latours.

In seiner ersten Vorlesung stellt Latour die These auf, dass der häufig vorgebrachte Vorwurf, das Gaia-Konzept fördere eine Subjektivierung oder metaphysische Überhöhung der Natur, nur Sinn macht vor dem Hintergrund einer an sich schon problematischen Aufteilung der Welt in handelnde und nicht-handelnde Wesen. Zwar beschreibe Lovelock Gaia mit den viel kritisierten Metaphern einer Mutter. In einer starken Fassung werde Gaia als geschlossenem, selbstorganisierendem System Lebendigkeit zugesprochen, was, so Latour, der wissenschaftlichen Rezeption überaus hinderlich gewesen ist. Doch basiere diese vom drohenden Kollaps des Planeten herausgeforderte Rhetorik auf einer ökologischen Verkettung von Faktoren durch Kreislaufmodelle der Zirkulation, denn als Entität sei Gaia das Resultat der Kreisläufe ihrer Bestandteile und keinesfalls unabhängig von ihnen. Darin ist Gaia, dies sei der Clou Lovelocks, weder reduktionistisch noch holistisch, sondern emergent: es handele sich um eine »hypothetical entity with properties that could not be predicted from the sum of its parts.«[211] Gaia ist demnach keine übergeordnete Instanz, sondern als Summe ihrer Teile ein Ganzes. Von diesem Ganzen her zu denken ist Lovelocks Anspruch, der Fragen nach Innen und Außen sowie nach Umgebenem und Umgebendem nahelegt. Zugrunde liegen dieser Annahme die von Commoner in eine populäre Fassung gebrachten zentralen ökologischen Prämissen der Verbundenheit von allem mit allem sowie der Emergenz, die aus dieser Verbundenheit entstehe.[212]

Der Anthropomorphismus, dem man mit Gaia entgehen könne, schreibe allein Menschen Handlungsmacht zu und lasse alles andere nur als passive Objekte gelten. Die ökologische Verkettung von Faktoren hingegen unterlaufe das Subjekt-Objekt-Schema, weil alles mit allem verbunden sei und es keinen externen Beobachter gebe. Daran kann Latours Denken der Kollektive anschließen. Die aus der Gegenüberstellung von Subjekt und Objekt folgenden Dualismen haben Latour zufolge in die ökologische Katastrophe geführt. Alle Aktanten und Aktionen seien hingegen in der planetarischen Ökologie Gaias, einer globalen Organisation aller organischen und anorganischen Vorgänge, so miteinander verknüpft, dass

210 Ebd., S. 98.

211 Lovelock/Margulis: »Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere«. S. 3.

212 Vgl. Commoner (1971): *The Closing Circle.*

die resultierenden Rückkopplungen als »waves of action«[213] die Möglichkeit der Zuschreibung von Handlungsmacht an einzelne Aktanten überschreiten und sich damit außerhalb des Binarismus bewegen. Gaia kann in Latours Lesart in diesem Sinne nur als systemische Einheit verstanden werden, nicht aber als intentionales Subjekt oder passives Objekt, weil im globalen Maßstab alles so eng verschränkt sei, dass jede einzelne Veränderung auf alle anderen zurückwirke.

Latour insistiert darauf, dass Gaia keine teleologische Personifizierung einer zusätzlichen Kraft ist, sondern allein auf die rückgekoppelten Prozesse ihrer Bestandteile zurückzuführen: »My Gaia – which is, of course, Lovelock's Gaia – indicates a non-global, a non-total vision«[214]. Latour unterstreicht die Metaphorizität Gaias und zählt Lovelocks Versuche auf, mit dieser metaphorischen Dimension umzugehen, ohne Gaia zu einer von der Zusammensetzung ihrer Teile unabhängigen Entität zu erklären.[215] Den Vorwurf einer metaphysischen Überhöhung sieht er damit entkräftet und den Holismus Gaias vielmehr auf eine ökologische Fassung des Verhältnisses von Teil und Ganzem zurückgeführt. »For Lovelock the ›collection‹ is never collected by anything more than the process by which the organisms themselves are intertwined, on the condition you find a way to follow the collecting process.«[216] Oder, um Lovelock zu zitieren, der sich hier explizit auf die Kybernetik bezieht, die Latour ablehnt: »The key to understanding cybernetic systems is that, like life itself, they are always more than the mere assembly of constituent parts. They can only be considered and understood as operating systems.«[217] Die Gaia-Theorie ist, anders als Latours Zitat nahelegt, in ihren kybernetischen Anleihen als doppelte Alternative: sowohl zu mechanistischen Ansätzen, die alles auf Einzelteile zurückführen, als auch zu holistischen Ansätzen, für die das Ganze mehr als die Summe seiner Teile bildet und damit wichtiger als die Teile ist. Dieser kybernetisch-systemtheoretische Hintergrund der Theorie erklärt den Versuch Lovelocks, sich von diesen unbefriedigenden Optionen, das Verhältnis von Teil und Ganzem zu denken, zu verabschieden und im systemischen Gefüge von Rückkopplungen, Feedbackschleifen und Rekursionen eine Erklärung für die Organisation des erweiterten Ganzen zu suchen – eines Ganzen, das, wie Latour unterstreicht, aus Umgebungsrelationen besteht.

Doch um den historischen Ort zu bestimmen, der diese Situierung gegen Holismus und gegen Mechanismus ermöglicht, müsste Latour das Gaia-Konzept auf

213 Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 101.

214 Gertenbach, Lars/Opitz, Sven/Tellmann, Ute: »There is no Earth corresponding to the Globe«. S. 353.

215 Latour, Bruno: »Why Gaia is not a God of Totality«. In: *Theory, Culture & Society* 34/2-3 (2016), S. 61-81. Hier: S. 10.

216 Latour, Bruno (2014): *How to make sure Gaia is not a God of Totality?*, http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/138-THOUSAND-NAMES.pdf Zuletzt geprüft am 27.12.2015.

217 Lovelock, James (1979): *Gaia. A New Look at Life on Earth*. Oxford, Oxford University Press. S. 52.

die Geschichten der Kybernetik wie der Ökologie beziehen. Eben diese Perspektiven weist Latour zurück: »This is also the limit of cybernetic interpretations of Gaia, which have simultaneously to pursue the technical metaphor – but then lose the specificity of Lovelock's argument – or slowly modify the metaphor – but then lose any precise connection with cybernetics taken as a science.«[218] Die kybernetischen Metaphern, von denen Latour spricht, stellen sich bei genauerem Blick auf die Geschichte des Gaia-Konzepts als alles andere als metaphorisch heraus. Latour wertet diese vermeintlichen Metaphern als unpassend ab, so dass in seiner Lesart die historische und systematische Verortung des Gaia-Konzepts übersprungen wird. »Gaia is not a cybernetic machine controlled by feedback loops but a series of historical events, each of which extends itself a little further – or not.«[219] Latour geht sogar so weit, die Gaia-Hypothese in einen Kampf gegen die Kybernetik zu verwickeln: »Without Margulis, it is probable that the Gaia hypothesis would not have been able to combat the cybernetic metaphor effectively.«[220] Indem Latour auf diese Weise den historischen Ort der Gaia-Hypothese verneint, verliert er deren theoretische Situierung aus dem Blick. In der Kybernetik sieht er eine Theorie, die einzelnen – menschlichen oder technischen – Akteuren Macht über das ganze System verschafft. »This is what will allow us finally to understand the highly unsettling metaphor of feedback loops and the highly unstable use of the notion of cybernetics. In the very etymology of the word cybernetics, there is a whole government that purports to be holding the tiller! The question is whether the metaphor tilts toward technology, with a proliferation of server commands and control centers, or toward politics, with a proliferation of opportunities to hear protests by those who insist on reacting in response to the commands!«[221] Latours Lektüre verneint den historischen Ort der Gaia-Hypothese.

Mit seiner Interpretation Gaias setzt Latour die Charakterisierung der Moderne fort, die er 1991 in *Wir sind nie modern gewesen* begonnen hat. Sie sei durch einen strikten Dualismus gekennzeichnet, der ihre Aufteilung der Welt konstituiere und sie damit von anderen Zeiten und Kulturen abhebe. Die modernen Wissenschaften, Techniken, Philosophien und Künste unterscheiden demzufolge in »vollkommen getrennte ontologische Zonen«[222] zwischen Menschen mit Handlungsmacht und Nicht-Menschen ohne Handlungsmacht, zwischen Kultur und Natur, zwischen Subjekten und Objekten, aktiven Aktanten und passiven Nicht-Aktanten. Die grundlegende Behauptung der Moderne laute, so Latour, Wissenschaft und Gesellschaft seien durch den unüberbrückbaren Graben der Asymmetrie getrennt. Die tote Welt der Dinge werde der sozialen und moralischen Welt des Menschen

218 Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 96.
219 Ebd., S. 140f.
220 Ebd., S. 105.
221 Ebd., S. 282.
222 Latour (1998): *Wir sind nie modern gewesen*. S. 19.

gegenüber gesetzt. Diese Aufteilung der Welt verhindere jedoch, hier setzt Latours Alternative ein, all jene hybriden Verkettungen zu erkennen, die unsere Welt durchziehen. Die Moderne produziert Latours Überlegungen zufolge beständig Objekte, die in ihrer dualistischen Verfassung nicht aufgehen. Eben deshalb könne Gaia der Moderne nur als irrational erscheinen. Die moderne Wissenschaft verdecke die Hälfte des Universums, spreche allein der einen Seite des Dualismus Bedeutung zu und müsse durch eine Betrachtung von Kollektiven, Netzwerken und Übersetzungsketten ersetzt werden, die solche Dualismen immer schon hintergehen. Denn die Moderne sei parallel zum Ideal ihrer Asymmetrie von einer gegenläufigen Tendenz durchzogen, die ihre Unterscheidungen brüchig werden lasse: Wissenschaft, Technik, Philosophie und Künste bringen demnach, ohne es zu merken und durch ihre Aufräumarbeit, beständig ›Quasi-Objekte‹ oder ›Hybride‹ hervor, die sich in der dualistischen Verfassung nicht unterbringen lassen. Sie seien weder Subjekt noch Objekt, weder Gesellschaft noch Natur, sondern vielmehr Verknüpfungen von menschlichen und nicht-menschlichen Aktanten. Ein typischer Hybrid, auf den Latour häufig zu sprechen kommt, ist die Klimaerwärmung, die aus technischen und sozialen Faktoren zusammengesetzt sei und aus einer Verkettung von wissenschaftlichen Instrumenten, Computersimulationen, Luftfeuchtigkeit, Wolken und wissenschaftlichen Konferenzen bestehe, also alles andere als eine einfache Tatsache über die Natur ausmache. Dualistischem Denken sei die Komplexität solcher Hybride unzugänglich.

Die dualistische Auslegung der Welt muss, so formuliert es an Latour anschließend der Anthropologe Alf Hornborg, unterbrochen werden, um die »Cartesian suppression of ›relatedness‹«[223] umzupolen, die den zerstörerischen Industriekapitalismus mit seinem ungebremsten Ressourcenverbrauch aufleben ließ. Im mechanischen Denken mit seinen strikten, seit René Descartes propagierten Trennungen von Geist und Materie, Kultur und Natur oder Menschlichem und Nicht-Menschlichem sowie dem von Francis Bacon eingeführten Programm der Naturbeherrschung sei die Verbundenheit aller Vorgänge verloren gegangen. Zentrale westliche Dualismen seien im cartesianischen Weltbild verschränkt, das mit dem Aufstieg des Rationalismus, den Äquivalenzen zwischen Cartesianismus und Kapitalismus und der neuzeitlichen Wissenschaft für die Zerstörung der Natur, die Missachtung systemischer Zusammenhänge und die Ableitung des Körpers vom Geist gesorgt habe.[224]

223 Hornborg, Alf: »Animism, Fetishism, and Objectivism as Strategies for Knowing (or not Knowing) the World«. In: *Ethnos* 71/1 (2006), S. 21-32. Hier: S. 32.

224 Vgl. exemplarisch Merchant (2005): *Radical Ecology* sowie Rogers, Richard A.: »Overcoming the Objectification of Nature in Constitutive Theories. Toward a Transhuman, Materialist Theory of Communication«. In: *Western Journal of Communication* 62/3 (1998), S. 244-272.

Der Rationalismus ist, so Hornborg und Latour, seit der frühen Neuzeit davon gekennzeichnet, in der Natur nur die Abwesenheit von Rationalität zu sehen und deshalb zu glauben, sie sich Untertan machen zu können. Eine symmetrische Beschreibung von Kollektiven oder Netzwerken, wie sie Latour in *Wir sind nie modern gewesen* vorschwebt, soll hingegen unterschiedlich gelagerte Faktoren auf eine Ebene bringen. Dafür wiederum bietet sich das Vokabular der Ökologie an. Ein Kollektiv oder Netzwerk, in dem Handlungsmacht zwischen Aktanten verteilt wäre, sei einer politischen Ökologie zugänglich, welche der geforderten ›symmetrischen Anthropologie‹ der Moderne gerecht werden könne. Ihr stellt Latour einen Ansatz zur Seite, den man ›symmetrische Kosmologie‹ nennen könnte. Sie will Menschen und NichtMenschen gleichrangig, d.h. symmetrisch behandeln. Die politische Ökologie vermag die vielfältigen und irreduziblen Verkettungen und Zirkulationen zu bestimmen, aus denen ein Kollektiv zusammengesetzt ist. Erst diese politische Ökologie und eine mit ihr einhergehende symmetrische Anthropologie könnten die gegenwärtigen, von den Dualismen der Moderne ausgelösten Probleme lösen, weil sie nicht dualistisch operierten und daher Rechenschaft von Hybriden und ihren Netzwerken der Zirkulation abzulegen wüssten.[225] Es soll jedoch nicht einfach ein neues Verhältnis zur ›Natur‹ an die Stelle vergangener Ausbeutung treten, da dieses Konzept selbst fragwürdig geworden sei. An seiner Stelle steht bei Latour der Begriff des *environments*, der einem essentialistischen Naturbegriff entgegengesetzt wird.

In diesem Anspruch ist zugleich ein zentraler Widerspruch von Latours Argumentation angelegt. Er fordert auf einer politischen Ebene die Kollektivierung nach dem Vorbild Gaias, die er auf einer ontologischen Ebene bereits voraussetzt, indem er der Planeten als Gaia beschreibt. In anderen Worten: Die symmetrische Verteilung von Handlungsmacht sei in einer Gaia-Welt schon vorhanden, soll aber zugleich erst in einer Revolution des Denkens hergestellt werden, an deren Speerspitze Latour sich selbst verortet. Dieses Denken hat eine Gleichrangigkeit aller Aktanten und eine Symmetrie von Dualismen zur Voraussetzung, die zugleich als zu erreichendes politisches Ziel gefordert werden. Dieser Zirkel einer gleichzeitigen Formulierung von Voraussetzung und Ziel, der weniger eine theoretische Inkonsistenz als eine rhetorische Strategie darstellt, macht Latours eigene Positionierung überaus vage: Er kann sich, je nach Situation, auf die eine oder die andere Seite stellen und entweder die ontologische Verbundenheit der bereits vorhandenen Symmetrie von Menschen und Nicht-Menschen verkünden, oder aber die Revolution gegen die zu überwindende Asymmetrie fordern, die in seinem eigenen Werk

225 Vgl. dazu auch Scholz, Leander: »Die Gerechtigkeit der Ökologie. Bruno Latour und das politische Projekt eines Parlaments der Dinge«. In: Balke, Friedrich/Muhle, Maria/von Schöning, Antonia (Hg., 2011): *Die Wiederkehr der Dinge*. Berlin, Kadmos, S. 115-128.

entworfen wird. Dieser Schachzug erlaubt es ihm, einerseits Kritikern seiner symmetrischen Anthropologie entgegenzuhalten, sie würden, ohne es zu ahnen, schon in einer symmetrischen Welt leben. Andererseits kann Latour so mit der politischen Forderung nach einer Symmetrisierung ein zu erreichendes Idealbild der Welt in Anschlag bringen, dem vor allem seine eigene Philosophie gerecht werde. Diese auch in anderen Schriften Latours wirkende Rhetorik dient der Immunisierung seiner eigenen Position. Charakteristischerweise kann seine Rhetorik je nach Kontext als Zuspitzung einer Utopie, als gegenwärtige Lagebeschreibung oder als Handlungsanleitung gelesen werden.

6.4.3 Vom Blick ins Innere zur Gestaltung des Außen

Die von Lovelock beschriebene Entstehungsszene der Gaia-Theorie deutet Latour als Parallele zur kopernikanischen Wende, die im Blick des Astronomen durch das Fernrohr ikonischen Status erlangt hat. Während Kopernikus' und Galileis Blicke von der Erde ins All nach anderen Planeten suchen, ist Lovelocks Blick aus dem *Jet Propulsion Laboratory* in Pasadena auf die Einmaligkeit der Erde zurückgeworfen. Im Auftrag der NASA untersucht er die Bewohnbarkeit des Mars und findet mit den Methoden der Spektralanalyse in dessen Atmosphäre keine Zusammensetzung, die den Schluss auf organisches Leben zulasse. Der Blick nach Außen isoliert Ende der 1960er Jahre nicht nur bei Lovelock das Innen auf neue Weise. In diesem Sinn dreht Latour den Titel von Alexandre Koyrés bereits zitiertem Buch über die neuzeitliche Wissenschaft um: Aus *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum* wird *Vom unendlichen Universum zur geschlossenen Welt*.[226] Mit Kopernikus' bzw. Galileis Blick ins Außen beginnt die Moderne, was sich in der Verabschiedung des Kreises als kosmologischem Modell manifestiert. Mit Lovelocks Blick ins Innen, welches ein neues Außen umhüllt, soll die Moderne Latour zufolge wieder enden, was auch an der Rückkehr von Zirkulationsmodellen sichtbar wird. Was bislang als Planet im All erschien, als Innen, das vom Außen des Universums umgeben war, erscheint nun nicht als isolierte Insel, sondern als Innen und Außen in einem geschlossenen, runden System. Die Gaia-Theorie manifestiert für Latour diese Erkenntnis. Mit dem Blick von außen wird im Kontext der Wissensgeschichte ökologischen Denkens deutlich, dass auf der Erde Organismen und *environments* derart verschränkt sind, dass Umgebenes und Umgebendes nur noch als Relationen gedacht werden können. Das Verschwinden des Außen und das Unterlaufen der modernen Dualismen durch ökologisches Denken sind für Latour zwei aufeinander aufbauende Schritte eines Projekts.

In der Frage nach dem Außen und seinem Verschwinden liegt mithin ein Schlüssel zum Verständnis dessen, was mit der Gaia-Theorie für Latour auf dem

226 Vgl. Koyré (1980): *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum.*

Spiel steht. Denn sie verhandelt nicht zuletzt die Frage, ob es ein *environment* des *environments* geben kann, ob also die Umgebungen auf dem Planeten noch von einem Außen bedingt werden oder nicht vielmehr selbst in ihren Abhängigkeiten voneinander und ohne übergeordnete Instanz gedacht werden müssen. Aus dieser Epistemologie des Umgebens heraus stellen Lovelock und Margulis, wie Latour deutlich macht, die Frage nach der Exteriorität auf neue Weise. Die Erdatmosphäre, ein Produkt der Wechselwirkung von Organismen und ihren *environments*, wirkt ihnen zufolge als Puffer, der das Innen innen hält und es gegen das Außen des Weltalls abschirmt. Aus diesem kommt zwar Energie in Form von Licht, aber sonst lauert dort nur der Tod. Die durch negatives, ausgleichendes Feedback und Homöostase erzeugte Umgebung nennen Lovelock und Margulis in Anspielung auf Claude Bernard auch *milieu extérieur*.[227] Diesem gegenüber stehen nicht nur die umgebenden Organismen, sondern auch das von Bernard Ende des 19. Jahrhunderts benannte *milieu intérieur*, also die durch die Organisation ihrer Lebensprozesse gebildete Stabilität, die jeden Organismus von der Außenwelt scheidet.[228] Eben diese Verdreifachung der Instanzen – Organismus, *milieu intérieur*, *milieu extérieur* – spielen Lovelock und Margulis auf eine neue Weise durch. Als spezifische Epistemologie des Umgebens tritt diese Konstellation bei Latour erneut hervor. Von entscheidender Bedeutung ist dabei für Latour, dass die Erde von Lovelock und Margulis als singulär gedacht wird: Sie steht nicht in biologischer Konkurrenz mit etwas anderem und sie umgibt nichts. Gaia ist kein einzelner Organismus, weil sich kein Organismus allein von seinen eigenen Produkten und Abfällen ernähren kann, sondern zu diesem Zweck ein *environment* braucht. Gaia erscheint bei Lovelock und Margulis als beides: Organismus und *environment*, und als *environment* ist Gaia zugleich Innen und Außen. Gaia umgibt nichts, weil Gaia Umgebendes und Umgebenes in einem geschlossenen System ist.

Die Aufhebung des Außen wird bei Latour, der seine Quellen und Einflüsse nicht immer in aller Deutlichkeit kennzeichnet, wohl aber um seinen eigenen historischen Ort weiß, zu einem weiteren Schritt einer möglichen Ablösung von der Moderne. Zu dem historischen Zeitpunkt, zu dem das *environment* nicht mehr als etwas Externes und Abgeschlossenes, sondern in wechselseitiger Beeinflussung mit dem Umgebenden gedacht wurde – also mit dem Aufstieg der Ökologie zum Modell der Welterklärung seit den 1960er Jahre und der Gaia-Hypothese als Ausweitung der Idee geschlossener Systeme –, verschwand, so Latours These, zugleich die Unterscheidung in Innen und Außen. In der Konsequenz verschob sich die Rolle des Beobachters. Im Glossar zu *Politics of Nature* wird Latour 2004 dahingehend

227 Lovelock/Margulis: »Biological Modulation of the Earth's Atmosphere«. S. 471.

228 Vgl. Bernard (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux.*

besonders deutlich. Dort definiert er den Begriff *environment* wie folgt und gibt zugleich einen Hinweis auf seine historische Rolle: »The concern that one can have for it appears with the disappearance of the environment as what is external to human behavior; it is the externalized whole of precisely what one can neither expel to the outside as a discharge nor keep as a reserve.«[229] Der Mensch könne aufgrund seiner Abhängigkeit vom *environment* nicht mehr als etwas außerhalb davon gedacht werden. Die Umgebung des *environments* wird von Latour konsequenterweise nicht mehr getrennt von dem, was sie umgibt.

Damit rekurriert Latour auf ein zentrales Motiv der Gaia-Hypothese: Organismen sind bei Lovelock und Margulis nicht einseitig vom *environment* abhängig, sondern transformieren dieses mit allen ihren Prozessen: »On earth the environment has been made and monitored by life as much as life has been made and influenced by the environment.«[230] Weil *environment* und Organismus auf diese Weise nur gemeinsam verstanden werden können, gibt es kein *environment*, das sich so weit außerhalb befindet, dass es unabhängig vom Umgebenen sei. Dies zu Ende gedacht zu haben ist, so Latour, das große Verdienst des Gaia-Konzepts: Gaia sei das, was aus Organismus und *environment* in ihrer Rückkopplung entstehe, wenn Organismus und *environment* beide in globalen Maßstäben gefasst werden: »the emergent property of interaction among organisms«[231]. In diesem Sinne radikalisieren Lovelock und Margulis die im Ökosystem-Begriff angelegten Rückkopplungen, weil sie nicht vereinzelt und isoliert ablaufen, sondern in globaler Sicht zusammengedacht werden: Alles, was auf der Erde geschieht, hängt notwendig zusammen, ›everything is interconnected‹.

Entsprechend ist es konsequent von Latours Fortschreibung der Gaia-Hypothese, zu versuchen, das Außerhalb und damit das *environment* zu streichen. »Being alive means not only adapting to but also modifying one's surroundings, or, to use Julius Von Uexküll's [sic] famous expression, there exists no general *Umwelt* (a term to which we will have to return) that could encompass the *Umwelt* of each organism.«[232] Weil sich nicht sagen lässt, welches *environment* einen Organismus beeinflusst, gibt es kein generelles, sondern viele einzelne *environments*, die aber

229 Latour (2004): *Politics of Nature*. S. 241. Im zeitgleich erschienenen französischen Original ist von *environnement* die Rede, einem Ausdruck, der in den 1960er Jahren im Zuge der Umweltschutzbewegungen aus dem Englischen – und damit aus der aus dem Französischen stammenden Neuprägung – rückübersetzt wird (vgl. Latour, Bruno (2004): *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. Paris, Découverte). In der deutschen Übersetzung heißt es stattdessen *Umwelt* (vgl. Latour, Bruno (2001): *Das Parlament der Dinge. Für eine politische Ökologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 299).

230 Margulis, Lynn/Sagan, Dorion (1987): *Microcosmos. Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors*. New York, Harper. S. 265.

231 Margulis, Lynn (1998): *Symbiotic Planet. A New Look At Evolution*. New York, Basic Books. S. 119.

232 Latour (2012): *Gifford Lectures*. S. 67. Zwar führt der zitierte, von Latour konsequent falsch geschriebene Uexküll in der Tat die Vielfalt an Umwelten nicht auf eine generelle Umwelt zurück,

gemeinsam ein komplexes *environment* bilden – und eben diese Stelle nimmt bei Latour Gaia ein. Mit der Streichung der Innen/Außen-Differenz im Gaia-Konzept wird der verbleibende, unmarkierte Raum der Biosphäre zum *environment* und das Weltall gänzlich von der Erde isoliert.

Wenn in den 1960er Jahren mit der Apollo-Mission, dem *environmentalism*, den *Environments* der Kunst, den neuen Architekturen des Umhüllens und schließlich mit der Gaia-Hypothese das globale Außen verschwindet und das *environment* sein Außen verliert, weil das äußere Außen des Weltalls abgetrennt wird und nur das Außen der Biosphäre durch seine Abhängigkeit vom Innen als geschlossenes System besteht, muss auch die Rolle des Beobachters neu bestimmt werden. Wenn es keinen herausgehobenen, distanzierten, externen und exklusiven Standort der Kritik mehr gibt, weil der Beobachter kein Außen mehr erreichen kann, dann leidet auch seine Unterscheidungsfähigkeit, der ein äußerer Maßstab fehlt.[233] Der Ansatz der Actor-Network-Theorie wird von Latour als Effekt dieser historischen Bewegung verstanden, weil im Zuge dieser Entwicklung lokale Netzwerke in den Fokus der Aufmerksamkeit treten und die Position eines übergeordneten Beobachters universeller Strukturen an Boden verliert.

Von einem externen Standpunkt, gleichsam aus dem Weltall urteilende Kritik bleibt, so setzt Latour in den Gifford-Vorlesungen seine Kritik an der Figur des Kritikers fort[234], der Trennung in ein Innen und ein Außen verpflichtet. Mit einer solchen Trennung wird sowohl die Involviertheit des Kritikers in das Kritisierte als auch die Bedeutung des Außen für das Innen negiert. Eine solche Kritik, die sich auf einer den kritisierten Unterscheidungen übergeordneten Ebene verortet, kann, so Latour, ihre eigene Rolle für die Unterscheidungen nicht mehr in den Blick bekommen. Gerade für die Aufgaben, welche die Zerstörung des *environments* stellt, sei eine kritische Perspektive also hinderlich. Latours politische Ökologie ist in diesem Sinne mit einer Verabschiedung des modernen Rollenbilds des Kritikers sowie des externen Beobachters verbunden, der das Außen vom Innen unterscheiden kann und damit die Asymmetrie von Menschen und Nicht-Menschen absichert.

Die von Latour angestrebte politische Ökologie benötigt daher die in den 1960er Jahren mit dem Begriff *environment* verbundene Epistemologie des Umgebens zur Erklärung der Wechselwirkungen, Verkettungen sowie Vernetzungen von Aktanten. Sie kann Umgebungen nicht mehr als unabhängig und abgegrenzt ansehen. Latour drückt es vierzig Jahre nach Lovelock wie folgt aus: »The inside and outside of all borders are subverted. Not because everything is connected in a ›great chain

---

doch sieht er dahinter, konträr zu Latour, das »Eine, das allen Umwelten für ewig verschlossen bleibt.« (Uexküll/Kriszat (1934): *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*. S. 103.)

233 Vgl. dazu auch die von Neyrats *ecology of separation* artikulierte Kritik an Latour: Neyrat: »Elements for an Ecology of Separation«.

234 Vgl. Latour, Bruno (2007): *Elend der Kritik. Vom Krieg um Fakten zu Dingen von Belang*. Zürich, Berlin, Diaphanes.

of being‹; not because there is some global plan that orders the concatenation of agents; but because the interaction between a neighbor who is actively manipulating his neighbors and all the others who are manipulating the first one defines what could be called waves of action, which respect no borders and, even more importantly, never respect any fixed scale.«[235] Die Isolierung des Organismus vom *environment*, die Lovelock an der Naturwissenschaft seiner Zeit kritisiert, kann diesem Gedanken zufolge nicht aufrecht erhalten bleiben. Damit bildet, wie Latour hervorhebt, das Gaia-Konzept eine Alternative zum klassischen Naturbegriff, der die Natur (analog zu Gott in der Religion) als außerhalb, universal, unveränderlich und unwiderlegbar charakterisiert habe. Und damit kann Gaia, wie nun gezeigt werden soll, als Umgebung des Inneren im Inneren, als Manifestation von Umgebendem wie Umgebenem zugleich, zur Grundlage einer neuen politischen Theologie werden, die man auch theologische Ökologie nennen könnte. Die Geschlossenheit ist ihre Voraussetzung, weil diese impliziert, dass es nur involvierte Beobachter gibt.

6.4.4 Onto-Ökologien und die Kybernetisierung der Ökologie

In dieser Hinsicht hat der Begriff des *environments* in den Arbeiten Latours eine doppelte Funktion. Er steht einerseits für eine ökologische Kausalität der Verbundenheit außerhalb der Linearität und soll andererseits die angesichts der globalen Bedrohungen prekär erscheinende dualistische Aufteilung der Welt in Natur und Kultur oder Menschliches und NichtMenschliches unterlaufen. Er bildet die begriffliche Grundlage dessen, was an dieser Stelle – komplementär zu den Epistemologien des Umgebens – *Onto-Ökologie* genannt werden soll. Diese analytische Bezeichnung soll dazu dienen, Komplexe ökologischen Wissens zu kennzeichnen, die nicht bei der Beschreibung biologischer Sachverhalte stehen bleiben, sondern einerseits die Ökologie zu einem Modus des Denkens von Verknüpfungen und Verbundenheiten erheben und diese Relationalität andererseits zu einer Ontologie erklären – im Fall Latours zu einer symmetrischen und ökologischen Kosmologie nach dem Vorbild der Gaia-Hypothese. Onto-Ökologien, die im Kontext der in den letzten Jahren vollzogenen Renaissance der Ökologie entstanden sind, teilen das Bedürfnis, grundlegende Binarismen des westlichen Denkens auszuhebeln, um einerseits das Denken aus deren Zwängen zu befreien und andererseits zu einer neuen Ontologie zu finden, die sich vom Anthropozentrismus lösen soll. Mit diesem Begriff ist zugleich angedeutet, in welche Richtung eine Kritik ökologischen Denkens in der Gegenwart über den Rahmen dieses Buches hinaus weitergehen könnte. Onto-Ökologien, wie sie neben Latours Ansatz etwa in den Ausprägungen

235 Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 101.

des *new materialism* oder in objektorientierten Ökologien entworfen werden, beruhen auf spezifischen Epistemologien des Umgebens, die in ontologische Aussagen extrapoliert werden.[236]

Latours onto-ökologischer Ansatz ist ein besonders prominentes Beispiel für die Forderung, dass das *environment* weniger auf der Seite der Natur stehen soll, um sie vor dem Zugriff der Kultur und der Technik zu schützen. Die Beachtung von *environments* könne vielmehr jene ontologische Aufteilung aufheben, in deren Folge die Ausbeutung der Natur folgenlos für die Kultur auf der anderen Seite der Unterscheidung erschien und die Materie dem Geist untergeordnet wurde. Der Anthropo- und Eurozentrismus der Moderne sollen verschoben oder gar durchgestrichen werden. Ihre Konstitution verhindere, so führt Latour immer wieder aus, genuin ökologisches Denken. Seine politische Ökologie stellt er als Antwort auf den Klimawandel in Form einer Reaktion auf die Erschütterung der ontologischen Trennung dar, weil es nicht mit einer Erweiterung der Handlungsmacht auf vormals passive Objekte getan sei. Latours Projekt und seine Fortschreibung der Gaia-Hypothese erscheinen damit sowohl als Verneinung der Moderne als auch als ihre Alternative. Die *environments*, die Gaia gibt, bieten sich an, um den Anthropomorphismus aufzulösen, weil Gaia weder eine transzendente Natur voraussetzt noch den Menschen in den Mittelpunkt stellt. Latour fordert in diesem Sinne eine Entscheidung zwischen Modernität und Ökologie und zieht damit eine deutliche Grenze zwischen zwei für ihn unvereinbaren Pfaden: »Political ecology cannot be inserted into the various niches of modernity. On the contrary it requires to be understood as an alternative to modernization. To do so one has to abandon the false

236 In dieser Hinsicht könnte man etwa die Rolle des Begriffs *environment* in den Schriften Graham Harmans untersuchen, der in seinem Buch *Guerrilla Metaphysics* schreibt: »The ether or level of qualities is the very environment that this book has been seeking.« (Harman, Graham (2005): *Guerrilla Metaphysics. Phenomenology and the Carpentry of Things*. Chicago, Open Court. S. 67) Der Äther und das *environment* sind für Harmans Projekt, Dinge und Menschen gleichrangig zu verhandeln, gleichermaßen argumentative Ressourcen. Diese Begriffe haben bei Harman eine ähnliche Funktion, weil sie als Umgebungen der Vermittlung zwischen Getrenntem oder Unterschiedlichem vermitteln. In einem ähnlichen theoretischen Kontext entwirft Timothy Morton eine *Ecology without Nature* und fragt »how nature has become a transcendental principle« (Morton (2007): *Ecology without Nature*. S. 5). Morton kritisiert am Naturbegriff, dass dessen instabile und vage Bedeutung für unterschiedliche Interessen herhalten müsse, entsprechend vereinnahmt werde und dadurch gänzlich an Erklärungspotential eingebüßt habe, ein solcher einen solchen Begriff aber benötigt werde, um den gegenwärtigen Herausforderungen zu begegnen. Doch der Begriff des *environments*, den Morton als Alternative einführt, historisiert er ebensowenig wie die Konvergenzen des Naturbegriffs mit der Ökologie. Wie die beiden Begriffe Natur und *environment* in diese Stellung gelangen konnte, bleibt bei Morton daher unklar. Entsprechend kann Morton die universelle Allverbundenheit der Ökologie als Gegenmittel präsentieren: »Ecology shows us that all beings are connected. The ecological thought is the thinking of interconnectedness.« (Morton (2010): *The Ecological Thought*. S. 7.)

conceit that ecology has anything to do with nature as such. It is understood here as a new way to handle all the objects of human and non-human collective life.«[237]

Latours Überlegungen sind rhetorisch bis ins Detail ausgeschmückt und operieren mit mächtigen Gegenüberstellungen von richtigen und falschen Weltbildern sowie dem Dualismus von Dualismen und Nondualismen. Es ist bemerkenswert, dass Latour, wie erläutert, kaum Verständnis für die Bedeutung der Kybernetik zeigt, die Lovelocks Arbeiten zugrunde liegt. Sie stellt für ihn eine Ingenieurswissenschaft dar, die erklärt, wie Technik durch ein Ingenieurssubjekt gesteuert wird. Die Vermutung liegt nahe, dass Latour die Kybernetik damit so weit trivialisiert, dass er sie mit einem deterministischen Mechanizismus verwechselt. Daher kann er die Kybernetik dem von ihm unterstellten Holismus der Gaia-Theorie gegenüberstellen, um erstere ab- sowie letztere aufzuwerten.

Latours Lektüre der Kybernetik hängt also eng mit seinem Verständnis eines ökologischen Holismus zusammen, in dem alles in runden Kreisläufen mit allem verbunden ist. Die Einführung von Rückkopplungen und Steuerungsprozessen in die Technik, aber mit dem Ökosystem-Begriff auch in die Ökologie, simplifiziert Latour als Einführung eines Steuermannes, eines *kybernetes*. Dass die Kybernetik im Sinne Norbert Wieners – darin explizit gegen mechanistische und gegen holistische Bewegungen gleichermaßen – auf einer Gleichbehandlung technischer und natürlicher Objekte beruht und mit Heinz von Foerster nicht-triviale Maschinen in ihrer Selbstorganisation als zelluläre Automaten betrachtet, dass sie Organisationen als negentropische Einheiten begreift und dabei nicht in Maschinen und Lebewesen unterscheidet[238], müsste Latour in die Karten spielen. Indem Latour diese Traditionslinie ausblendet, übersieht er zugleich, dass gerade in der Kybernetik Dualismen aufgeweicht wurden und dass die Ausweitung von Handlungsmacht auf Kollektive bereits dort angedacht war. Noch viel mehr sollte Latour überzeugen, dass die Kybernetik, von der Systemtheorie von Bertalanffys geprägt, als Versuch auftritt, aus der Starre zwischen Holismus und Mechanismus auszusteigen, die mit Latour gegen Latour als Reste der Moderne verstanden werden könnten. Der Ansatz von Lovelock und Margulis setzt die kybernetische Fassung des *environments* als manipulierbare, negentropische Black Box insofern fort, als ihre Hypothese zeigt, dass »environmental control«[239] eine Eigenschaft von selbstorganisierenden Systemen sein kann. Von einem ›natürlichen *environment*‹ zu sprechen ist im Anschluss daran, darin ist Latour recht zu geben, widersinnig, weil das von der Kybernetik aufgenommene Potential des Begriffs darin liegt, die Unterscheidung von natürlich und artifiziell zu unterlaufen. Doch wenn Latour die Kybernetik der

237 Latour: »To Modernize or to Ecologize?«. S. 222.

238 Wiener (1948): *Cybernetics* sowie Foerster: »On Self-Organizing Systems and their Environments«.

239 Lovelock/Margulis: »Biological Modulation of the Earth's Atmosphere«. S. 486.

Ökologie, gerade der politischen, entgegensetzt, bleibt deren historischer Einsatz verdeckt – und damit auch die Verstrickung der Gaia-Theorie und vielleicht auch von Latours eigenem Ansatz in diese Geschichte.

Dieses eigenwillige Verständnis oder gar Missverständnis der Kybernetik wird besonders deutlich, wenn Latour am Ende der Vorlesungsreihe konstatiert, dass Gaia durchaus als kybernetisches Wesen verstanden werden könne, aber eben nicht als technisches. Wie Bruce Clarke gezeigt hat[240], ist Latours Beschreibung Gaias durch und durch kybernetisch, wenn er davon spricht, dass »every consequence adds slightly to a cause« oder »consequences overwhelm their causes«[241]. Diese Zitate belegen die Bedeutung von Rekursionen und Rückkopplungen für Latours eigene Beschreibungen. Doch statt diesen Pfaden zu folgen, versteift sich Latour auf einen auch in anderen seiner Schriften dominanten, einfach anmutenden Technikbegriff, der eher Hämmer und Pistolen umfasst als Computer und digitale Netzwerke. Vor allem adaptive und regulative Umgebungstechnologien kann dieser Technikbegriff nicht erfassen. Diese Verengung von Technik, die Latours Arbeiten generell kennzeichnet[242], könnte in dieser – im Gegensatz zu Lovelock – einseitigen Lektüre der Kybernetik einen Ursprung haben. Sie wirkt insofern trivialisierend, als die Techniken, die bei Latour auftauchen, fast ausschließlich instrumentellen Charakter haben und von einem Subjekt verwendet werden. Konzeptuell unterläuft Latour damit die von ihm selbst in den Vordergrund gestellte nicht-menschliche Handlungsmacht der Technik, die mit Blick auf die Technikgeschichte gerade in kybernetischen Maschinen zum Tragen kommt.

Entsprechend ist es nicht verwunderlich, dass Latour den avanciertesten Verfahren des *environmental design* in Form von *geoengineering* das Wort redet.[243] Frédéric Neyrat hat gezeigt, wie eng Latours onto-ökologisches Projekt einer Revitalisierung der Gaia-Hypothese mit den gegenwärtigen Anstrengungen des *geo-constructivism* verbunden ist, die versuchen, den Planeten in ein technisches Projekt zu verwandeln: »In moving toward a better Anthropocene, the environment will be what we make it«[244], so Erle Ellis, einer der wichtigsten Protagonisten auf diesem Feld.

240 Vgl. Clarke, Bruce (2014): *Neocybernetics and Narrative*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

241 Latour, Bruno: »Attempt at an Compositionist Manifesto«. In: *New Literary History* 41/3 (2010), S. 471-490. Hier: S. 482, 484.

242 Vgl. etwa das Beispiel der Waffe, das Latour zur Erklärung technischer Vermittlung heranzieht: Latour, Bruno: »On Technical Mediation. Philosophy, Sociology, Genealogy«. In: *Common Knowledge* 3/2 (1994), S. 29-64.

243 Vgl. Latour, Bruno: »Love Your Monsters«. In: Shellenberger, Michael/Nordhaus, Ted (Hg., 2011): *Love Your Monsters. Postenvironmentalism and the Anthropocene*. Oakland, Breakthrough Institute, S. 17-25.

244 Ellis, Erle C.: »Overpopulation is not the Problem«. In: *New York Times* (13. September 2013). S. A19.

Ein ähnlicher Verdacht trifft Latours gelegentliche Bezugnahme auf den Begriff des Ökosystems, der in Tansleys Formulierung von 1935 und der kybernetischen Ausweitung durch Lindeman, Hutchinson und die Odum-Brüder viele von Latours Zuschreibungen an das Gaia-Konzept – Verteilung von Handlungsmacht in ›waves of action‹, nicht durchgehaltene Trennung in Mensch und Natur, Auflösung eines externen Beobachtungsstandpunkts – schon beinhaltet. In *Politics of Nature* schreibt Latour: »The ecosystem integrated everything, but too quickly and too cheaply.«[245] In *Facing Gaia* erwähnt er zwar die Verbindung zwischen Lovelock und Tansley sowie dessen Widerstand gegen den Holismus, bezeichnet Gaia jedoch inkohärenterweise als »anti-system«[246]. Leider gibt Latour keine Gründe für seine Ablehnung des Konzepts an. Stattdessen kann die Gaia-Hypothese, wie Clarke herausgearbeitet hat, als avanciertes ökologisches Systemkonzept in der Tradition Tansleys und von Bertalanffys gelten: »Taken together, the system's concept of autopoiesis and Gaia epitomize a shift in the aims of scientific rationality, from instrumental control without due regard for environmental ramifications, to the observation and integrated coordination of system/environment relation.«[247] Clarke hat gezeigt, wie Lovelock Systeme mit einem Holismus der Emergenz gleichsetzt, in dem das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile.[248] Angesichts dieses Missverständnisses werde zwar, so Clarke, Latours Aussage nachvollziehbar, Gaia sei kein System im Sinne eines »unified whole«[249]. Doch die biopolitische Dimension der Gaia-Hypothese wird so von beiden Autoren verdeckt und auch von Clarke nicht weiter verfolgt.

Selbst wo Latour gegen die Selbstverständlichkeit der Natur argumentiert, bleibt *environment* als Platzhalter für die gegenwärtigen Herausforderungen des Anthropozäns selbstverständlich. Zugespitzt ausgedrückt: Indem Latour die Gaia-Hypothese aus diesen Kontexten isoliert, setzt er sich selbst an die Spitze einer nunmehr geschichtslosen Bewegung. Dabei wiederum wird das holistische Nachleben dieses Konzepts zugunsten der Onto-Ökologie globaler Verbundenheit verdeckt. Entsprechend ignoriert Latour, wie die Epistemologien des Umgebens,

245 Latour (2004): *Politics of Nature*. S. 131.

246 Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 87.

247 Clarke, Bruce: »Autopoiesis and the Planet«. In: Sussman, Henry (Hg., 2012): *Impasses of the Post-Global. Theory in the Era of Climate Change*. Ann Arbor, Open Humanities Press, S. 58-75. Hier: S. 61.

248 Vgl. Clarke, Bruce: »Rethinking Gaia. Stengers, Latour, Margulis«. In: *Theory, Culture & Society* 34/4 (2017), S. 3-26. Hier: S. 5. Clarke selbst versucht seinerseits, das Gaia-Konzept auf der Grundlage des von Lovelock vernachlässigten Autopoiesis-Begriffs zu aktualisieren. In diesem Kontext präsentiert er auch eine Abbildung der in Gaia zusammengefassten Systeme, in dem Gaia als Kreis vom *cosmic environment* getrennt ist (ebd., S. 5).

249 Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 94.

die in all diesen Kontexten ökologischen Denkens eine zentrale Rolle spielen, die Position prägen, von der aus er selbst spricht.

Die Frage, auf die Latour im epistemologischen Herzen Gaias stößt, ist diesen Einwänden zum Trotz zentral für eine ihrer aktuellen, auch theoretischen Aufgaben bewussten Variante ökologischen Denkens: Kann man, wenn man das Ökosystem wie Lovelock und Margulis auf globalen Maßstab ausdehnt, noch von einem *environment* ausgehen, oder löst sich mit der Isolierung der Organismus und *environment* umfassenden Entität Gaia vom äußeren *environment* auch das *environment* auf, weil es, um im Bild zu bleiben, ohne Mittelpunkt keinen Kreis mehr gibt? Gibt es ein *environment*, wenn die Unterscheidung von Innen und Außen aufgehoben wird? Zwar betont Latour, dass es, wenn man den Planeten als Gaia betrachte, neben dem außerplanetarischen Nichts kein Außerhalb gebe und deshalb das *environment* im Sinne eines allgemeinen, von allen Aktanten geteilten und für alle Aktanten identischen *environments* verschwände. Doch zugleich verwendet er den Begriff als abstrakte Einheit aller je konkreten, vom Umgebenen abhängigen Umgebungen weiter. Diese rhetorische, epistemologische und letztlich in ihrem Anspruch einer Welterklärung auch ontologische Operation spielt sich an der Grenze zwischen einem globalen und einem lokalen *environment* ab. Um noch einmal den Eintrag *environment* aus dem Glossar von *Politics of Nature* zu zitieren: »It is the externalized whole of precisely what one can neither expel to the outside as a discharge nor keep as a reserve.«[250] Der Begriff *environment* steht zur Disposition, wird aber weiterhin benötigt. Er kann, so Latours Hoffnung, die Ontologie ökologischer Verschränktheit auch dort erfassen, wo die Welt nur aus ökologischen Relationen besteht. Auch ohne Außen muss es ein *environment* als Umgebendes geben, weil es etwas Umgebenes gibt. Der Begriff impliziert aber zugleich ein Verhältnis von Innen und Außen, das der Komplexität dieser ökologischen Allverbundenheit nicht mehr gerecht werde. Latour verwendet den Begriff dennoch weiter und greift auf das Gaia-Konzept zurück, weil es für ökologisches Denken Umgebungen geben muss, selbst wenn sie sich im Inneren befinden. Er kann den Begriff nicht endgültig verabschieden, weil er ihn braucht, um mit der Ökologie Gaias die modernen Dualismen zu unterlaufen bzw. weil er diese – so seine Rhetorik – bereits unterlaufen zu haben behauptet.

Latour äußert in seiner Anverwandlung des Gaia-Konzepts den Gedanken, dass die Rede vom *environment* ihre Grundlage verliere, wenn man den Planeten als globales Netzwerk der Verkettung von Aktanten begreife, dessen Außen verschwunden sei. Angesichts dieser konzeptuellen Verteilungen von Handlungsmacht auch auf das, was bis dahin als passive Umgebung galt, kann das *environment* nicht mehr im alten Sinne außerhalb sein, weil nichts mehr auf der unbedeutenden Seite

250 Latour (2004): *Politics of Nature*. S. 241. Im französischen Original ist von *environnement* die Rede: Latour (2004): *Politiques de la nature.* In der deutschen Übersetzung heißt es stattdessen *Umwelt*: Latour (2001): *Das Parlament der Dinge*. S. 299.

der Unterscheidung platziert werden kann. Man könnte demgegenüber einwenden, dass Latours Behauptung voraussetzt, dass *environments* immer als passiv und supplementär angesehen worden seien, was sich beim Blick auf die Geschichte der Ökologie jedoch als falsch herausstellt. Latours Argumentation baut zum wiederholten Male einen leicht zu schlagenden Gegner auf. Dennoch liegt in diesem Gedanken eine wichtige Intuition verborgen, die den gegenwärtigen Status des von der Ökosystem-Ökologie der 1960er Jahre geprägten Umgebungswissens fassbar macht. Denn trotz seiner eigenen Einwände führt Latour den Begriff des *environments* fort, und fast könnte man meinen, dass er trotz des verkündeten Endes vielsagender ist als zuvor. Betrachtet man Latours These vom Verschwinden des *environments* in ihrer Polemik, wird deutlich, dass das vermeintliche Verschwinden des *environments* – parallel zum Verschwinden des Außen – als Aufhebung der Macht einer Unterscheidung gedacht ist. Die Dyade von *environment* und Organismus wurde, so kann man Latour interpretieren, als absolut begriffen, stellt sich aber nunmehr als relativ heraus – als ökologisches Verhältnis einer nicht mehr essentialistischen Dyade von Organismus und *environment.* Im Rahmen dieser spezifischen Epistemologie des Umgebens kann ihr Verhältnis immer wieder auf sich selbst bezogen und in sich wiederholt werden. Eben diese Verschachtelung von *environments* setzt Latour mit Gaia gleich. Gaia bringt all diese *environments* zu einem Ganzen zusammen, ohne selbst ein übergeordnetes *environment* zu sein. Gaia ist rund wie ein Kreis und »when we appeal to the blue planet, we cannot help but go around in circles!«[251] Das Außen des Alls ist von Gaia abgeschnitten und jedes Außen im Innen ist bereits innen, so dass es nur noch Relationen von *environments* geben kann, Umgebungen von Umgebenem. Als Planet und als *environment* kreist Gaia um sich selbst

So wird noch einmal deutlich, dass die Frage des Umgebens zutiefst mit der Frage nach dem Außen und dem Außerhalb der Umgebung verwoben ist. Wenn das Außen verschwindet, muss es, weil es in der Ökologie als Umgebendes gedacht wird, im Inneren fortexistieren. Das *environment* bleibt auch ohne Außen *environment*, da es als Umgebendes umgebend bleibt. Entsprechend kann man vermuten, dass die historische Koinzidenz des Verschwindens des Außen und des Aufstiegs des *environments* innerhalb der theoretischen und politischen Auseinandersetzungen dieser Zeit auch damit zusammenhängt, dass letzteres die Frage nach dem Außen auf eine andere Weise stellen erlaubt als viele bis dahin vorherrschende Welterklärungen: Das umgebende *environment* hat kein Außen, aber es ist umgeben. Es gibt kein Jenseits der Umgebung, weshalb die Umgebung zu dieser Zeit nach Innen eingezogen werden kann. Die seit den 1960er Jahren um sich greifende und heute aktualisierte Frage lautet mithin, ob es ein umgebendes Außerhalb des

251 Latour (2017): *Facing Gaia*. S. 137.

environments geben kann, das selbst ein Außen des Organismus ist. Anders formuliert und die antike Tradition des Begriffs *periechon* aufgreifend: was umgibt das Umgebende, was ist außerhalb der Umgebung? Was ist die Umgebung der Umgebungen, die *Umwelt* der *Umwelten*, das *milieu* der *milieux*, das *environment* der *environments*? Was umgibt ein *environment*, dessen Abschließung, wie an den *closed worlds* gesehen, nie endgültig sein kann? Was liegt außerhalb der Kreise, mit denen in der Ökologie *environments* dargestellt werden? Wie und von welchem Standpunkt aus lassen sich *Umwelten*, *milieux* und *environments* beobachten, wenn es kein Außen gibt und ihre Beobachtung teilnehmend in einer Umgebung stattfindet? Und vor allem: Wie werden derartige Umgebungsrelationen durch adaptive Technologien neu gestaltet?

7 Schluss – Die Unsicherheit des *environments*

Environments sind, so kann man an dieser Stelle festhalten, Räume, in denen im Verlauf des 20. Jahrhunderts das Umgebene durch unterschiedliche Verfahren der Gestaltung ökologischer Relationen mit dem Umgebenden zum Einsatzpunkt einer Biopolitik geworden ist. Die Instrumente dieser Biopolitik stellen Relationen des Umgebens und die Wechselwirkungen zwischen beiden Seiten dar, in die mit den beschriebenen Verfahren des *environmental designs*, des *environmental engineerings* und des *environmental managements* auf sehr unterschiedliche Weise eingegriffen werden kann. Das *environment* gilt in den einschlägigen Debatten entsprechend als ein Ort der Zirkulation und der Regulation. Diese Konzeption wird zunächst in der akademischen Ökologie ab 1970 schrittweise von der Annahme der Unsicherheit und Unvorhersagbarkeit des *environments* überblendet, die schließlich über den Resilienz-Begriff auch Eingang in die Politik, die Pädagogik und die Psychologie findet. Zirkulation und Regulation verschwinden damit nicht als Instrumente der Biopolitik, sondern werden von Verfahren der Adaption an die Unvorhersagbarkeit des *environments* ergänzt. Ein Ökosystem kann demnach nicht mehr als ein harmonischer Zusammenhang der Stabilität beschrieben werden. Vielmehr erfordern die Unsicherheit des *environments* und die Fluktuation seiner Faktoren eine ständige Adaptionsleistung von den umgebenen Organismen, die nie in einer dauerhaft stabilen Relation stehen können. Adaption ist ein unabschließbarer dynamischer Prozess.

Die Herausbildung der verschiedenen Stadien und Ausprägungen dieser Biopolitik kann nicht von jenen Epistemologien des Umgebens gelöst werden, die in unterschiedlichen historischen Kontexten die Kausalitäten von Wechselwirkungen verhandeln, die als ökologische Relationen gelten. Wie die Beispiele des letzten Kapitels vorgeführt haben, bedingen sich das Wissen um ökologische Relationen und die Möglichkeiten ihrer Gestaltung gegenseitig. Diese Verschränkung hat das Buch bis hierhin nachverfolgt und damit gezeigt, wie der zunächst etwas Anti-Artifizielles bezeichnende Begriff *environment* im Kontext ökologischer und physiologischer Forschung die Seiten gewechselt hat: *Environments* sind im Verlauf dieser Geschichte zu synthetischen, technischen und gestaltbaren Umgebungen geworden, die noch dort, wo sie in der jüngsten Tendenz als Quellen der Unsicherheit

beschrieben werden, die Trennung in Natürliches und Künstliches unterlaufen. Der Begriff steht also nicht mehr in Opposition zum Gemachten, ist aber auch nicht länger vorrangig als Gegenstand regulierender Eingriffe in die Zirkulation definiert. Vielmehr legt die Unsicherheit des *environments* die Adaption des Umgebenen nahe, um flexibel und resilient auf ständige, unerwartbare Veränderungen und zukünftige Ereignisse zu reagieren. Zum Abschluss dieses Buches und als Sprung in die Gegenwart soll es darum gehen, wie in der Entwicklung autonomer, adaptiver Technologien – am Beispiel selbstfahrender Autos – Verfahren des Umgangs mit der Unsicherheit des *environments* etabliert werden. Adaption wird dabei zu einem Prinzip der Autonomie technischer Systeme, die in der Lage sind, mit ihrer Umgebung zu interagieren.

In der letzten Dekade ist in dieser Hinsicht parallel zum Wiederaufstieg der Ökologie als Selbstverständigungskonzept des Anthropozäns eine Ausweitung zu beobachten, in der im Raum verteilte, vernetzte, sensorisch aufgerüstete, sogenannte smarte Technologien immer mächtiger werden: ein »movement of computation out of the box and into the environment«.[1] In unterschiedlichen Kontexten lösen sich digitale Technologien unter Namen wie Internet der Dinge, *ubiquitous computing* oder Smartphone, aber auch in Form von autonomen Technologien wie Robotern, Drohnen und selbstfahrenden Autos von ihrer Kopplung an bestimmte Orte und erschließen die sie umgebenden Räume als *environments*. Sie unterliegen dem, was Orit Halpern, Robert Mitchell und Bernard Geoghegan »environmentally extended smartness«[2] genannt haben und machen Umgebungsrelationen nutzbar, um kontextabhängig, sensitiv und zeitkritisch auf Veränderungen ihrer Umgebung zu reagieren. Diese Technologien können unterschiedliche Gestalt annehmen: Wie an anderer Stelle ausgeführt, werden im Internet der Dinge Veränderungen der Umgebung des jeweiligen Objekts durch Sensoren und die Vernetzung zusammengehöriger Objekte registriert und zur Bereitstellung von Services genutzt.[3] Im *ubiquitous computing* dient die Lokalisierung eines Geräts in begrenzten Räumen zur Relationalisierung zu anderen Geräten.[4] Passive RFID-Chips werden

1 Hayles, N. Katherine: »RFID. Human Agency and Meaning in Information-Intensive Environments«. In: *Theory, Culture & Society* 26/2-3 (2009), S. 47-72. Hier: S. 48. Vgl. zum »becoming environmental of computation« auch Gabrys (2016): *Program Earth*. S. 4 sowie Hayles, N. Katherine (2017): *Unthought. The Power of the Cognitive Nonconscious*. Chicago, University of Chicago Press.

2 Halpern/Mitchell/Geoghegan: »The Smartness Mandate«. S. 108.

3 Vgl. Engemann, Christoph/Sprenger, Florian: »Das Netz der Dinge. Zur Einleitung«. In: ders./ders. (Hg., 2015): *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. Bielefeld, transcript, S. 7-57.

4 Sprenger, Florian: »Die Zukunft der Vergangenheit. Kommentar zu ›The Coming Age of Calm Technology‹«. In: Engemann, Christoph/ders. (Hg., 2015): *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. Bielefeld, transcript, S. 73-87. Vgl. auch McCullough, Malcolm (2005): *Digital Ground. Architecture, Pervasive Computing, and Environmental Knowing*. Cambridge, MIT Press. S. 74f.

in Logistikketten durch die räumliche Nähe des Induktionsfelds eines Transmitters aktiviert und erlauben das Tracking von Waren in Relation zu vorab definierten Orten.[5] GPS-Empfänger nutzen den Konvergenzpunkt der Signallaufzeit von mindestens drei Satelliten zur relationalen Ortsbestimmung.[6] Das Mobilfunknetz zeichnet aus, dass in ihm die Positionen aller Teilnehmer nicht trotz, sondern aufgrund ihrer Bewegung in Relation zu Sendemasten konstant registriert werden.[7] Automatisierte Verkehrsmittel von Autos über Drohnen bis hin zu Robotern sollen durch die Verzahnung von Sensorik, Algorithmen, Machine Learning und Motorik zur Adaption an unvorhersagbare Umgebungen in der Lage sein. Zu diesem Zweck müssen sie ein virtuelles *environment* entwerfen, das aus den sich ständig verändernden Relationen zu umgebenden Objekten besteht und es erlaubt, Aktionen und Reaktionen zu berechnen und durchzuführen.

Als Verfahren der Anpassung an unvorhersagbare *environments* sind adaptive, autonome Technologien heute so einflussreich, weil sie einen sicheren Umgang mit der Unsicherheit des *environments* versprechen. Die im Folgenden vorgeschlagene Perspektive auf die Entwicklung selbstfahrender Autos als adaptiver Technologien und insbesondere der neuartigen Kopplung von Sensorik und Filteralgorithmen im Kontext der Robotik und der KI-Forschung um 1990 legt offen, dass die Arbeit an Robotern, die sich in unvorhersagbaren *environments* sicher bewegen können, die Debatten der Kybernetik um die Gestaltbarkeit von Umgebungen fortsetzt und dabei den Ansatz Ross Ashbys aufnimmt, dessen Homöostat als Prototyp einer adaptiven Technologie gelten kann.

Die Annahme der Unsicherheit des *environments* ist entsprechend nicht als eine Absage an die Verfahren des *environmental designs*, des *environmental engineerings* und des *environmental managements* zu verstehen, auch wenn sich deren Verfahrensweisen ändern. Vielmehr geht es darum, dass die Annahme der Unvorhersagbarkeit des *environments* in der Erforschung seiner kybernetischen Gestaltbarkeit schon angelegt ist. Im Rückgriff auf Ashby wird deutlich, dass seine in *Design for a Brain* erarbeitete Definition der Autonomie eines Systems aus seiner Abhängigkeit vom *environment* nicht nur Adaption als Gestaltungsprinzip nahelegt, sondern Unsicherheit zur Voraussetzung der Adaptionsfähigkeit des Systems macht.[8] Auch Hollings Begriff der Resilienz und der mit ihm einhergehende Imperativ der Adaption ersetzen Stabilität durch Dynamik, bleiben aber der kybernetischen Kom-

5 Vgl. Hayles: »RFID« sowie Rosol, Christoph (2007): *RFID. Vom Ursprung einer (all)gegenwärtigen Kulturtechnologie*. Berlin, Kadmos.

6 Vgl. Ceruzzi, Paul E. (2018): *GPS*. Cambridge, MIT Press.

7 Vgl. Sprenger, Florian: »The Network is not the Territory. On Capturing Mobile Media«. In: *New Media & Society* 10/2 (2018) sowie Sprenger, Florian: »Ort und Bewegung. Mobile Adressierung, Cellular Triangulation und die Relativität der Kontrolle«. In: *Jahrbuch für Technikphilosophie* 5 (2019), S. 47-75.

8 Vgl. Ashby (1954): *Design for a Brain*. S. 57f.

position des Systems verpflichtet – lediglich die Vorzeichen ändern sich. Wie sich zeigen wird, ersetzt auch die Robotik die Annahme eines stabilen, durch gezielte Eingriffe gestaltbaren Umgebungsverhältnisses durch Verfahren der Adaption, definiert dabei aber die Autonomie des Systems als Steigerung seiner Abhängigkeit von der Umgebung. Unsicherheit wird so in die ökologische Relation integriert.-

Mit den Transformationen autonomer und adaptiver Technologien, die im Fall von selbstfahrenden Autos mit der Einführung von Fahrassistenzsystemen schrittweise neue Grade der Autonomie erlangen, während die vollständige Fahrerlosigkeit derzeit lediglich in einigen Prototypen realisiert ist, ist eine ganze Reihe medientheoretischer Fragen verbunden. Diese betreffen die Autonomie der im Detail sehr unterschiedlichen Techniken, das Verhältnis ihrer Mobilität zu lokalen und fest verankerten Infrastrukturen der Distribution von Energie und Information sowie die sensorischen Kapazitäten, mit denen sie sich im Raum verorten und mit den Objekten in ihren Umgebungen interagieren. Autonome und adaptive Technologien können nicht mehr als losgelöst von ihren Umgebungen beschrieben werden, weil sie auf der Grundlage der Relationen zu den technischen oder nicht-technischen Objekten in ihren *environments* operieren. Auf unterschiedliche Weise werden dabei Umgebungsrelationen nutzbar gemacht, um technische Objekte im Raum, d.h. in Relation zu anderen Objekten sowie möglichen Einflussfaktoren in ihrer Umgebung zu orientieren und zu mobilisieren.

Im Kontext dessen, was Mark Hansen in Bezug auf das *ubiquitous computing* eine »originary ›environmental condition‹«[9] genannt hat, ist es vor dem Hintergrund der bis hierhin erläuterten Geschichte nicht verwunderlich, dass zur Beschreibung dieser Technologien immer wieder die Ökologie mit ihren Modellen und Metaphern in Anschlag gebracht wird.[10] Sie verfügt über Begriffe und Konzepte, mit denen Umgebungsverhältnisse und die komplexen Dynamiken ihrer Wechselwirkungen erfasst werden können, ohne bestimmten Faktoren eine Priorität zuzuschreiben. Doch bei der Auseinandersetzung mit diesen Technologien wird allzu häufig eine ökologische Relationalität vorausgesetzt und ihre Beschreibung als Ökologie als selbstverständlich postuliert. Um diese unhinterfragte Übertragung ökologischer Modelle und Metaphern sowie die Verwechslung von Beschriebenem und Beschreibungssprache zu vermeiden, soll es an dieser Stelle darum gehen, anhand des Beispiels (semi)autonomer Fahrzeuge und der Verfahren der Virtualisierung ihrer *environments* anzudeuten, auf welche Weise Umgebungsrelationen gegenwärtig technologisch nutzbar gemacht und wie *environments* technisch verfertigt werden. Wichtig ist es dabei, die Beschreibung dieser Technologien als

9 Hansen: »Ubiquitous Sensation«. S. 84.

10 Vgl. McCullough (2005): *Digital Ground*. S. 188f.; Fuller (2007): *Media Ecologies*; Hörl: »Die Ökologisierung des Denkens«.

Ökologien nicht gegeben zu nehmen, sondern die Frage zu stellen, wie ihre *environments* hervorgebracht werden, welche Umgebungsverhältnisse und Kausalitäten sie bilden und welche Formen biopolitischer Macht über das Umgebene mit ihnen verbunden sind.

Wenn ein *environment* all das umfasst, was in einer Wechselwirkung mit dem jeweils Umgebenen steht und seine Reichweite von spezifischen ökologischen Relationen begrenzt wird, wenn also nicht jeder Raum ein *environment* ist, sondern es Bedingungen gibt, unter denen er dazu wird, dann resultieren adaptive Umgebungstechnologien in einer massiven Ausweitung technischer *environments*, die dennoch nicht allumfassend und ubiquitär sind. (Semi-)Autonome Autos bringen, wie deutlich werden wird, durch eine komplexe Verschränkung von Sensorik und Filteralgorithmen ihr *environment* hervor, indem sie sich in ihm bewegen. Entsprechend ist es wichtig, den Unterschied zwischen *environments* und topologischen Räumen aufrechtzuerhalten, weil nur so die Bedingtheit und Artifizialität von *environments* sichtbar wird. Diese Verfahren der Relationalisierung dienen dazu, Umgebungsverhältnisse in quantifizierbare und verwertbare Relationen zu überführen, indem sie in Wahrscheinlichkeiten verwandelt werden. Mit der Operationalisierung probabilistischer Verfahren zur Virtualisierung von *environments* wird die Unsicherheit des *environments* in Wahrscheinlichkeiten verwandelt.

Die Räume, in denen technische Objekte durch solche Verfahren der Relationalisierung lokalisiert werden bzw. sich selbst lokalisieren, sind relationale und kein absoluten Räume. Nur deswegen können sie zu *environments* werden. So wie der Navigator eines Schiffs dessen Position in Abhängigkeit von Himmelskörpern berechnet und damit räumliche Koordinaten durch Relationen ermittelt, so sind auch Umgebungstechnologien auf Verfahren der Bestimmung ihrer Relationen angewiesen, weil sie über keine Karte und keinen externen Beobachterstandpunkt verfügen. Im Gegensatz zum Navigator können sie sich jedoch nicht auf absolute Bezugspunkte im Außerhalb verlassen, sondern sind sowohl mit der Unsicherheit über ihre eigene Position im *environment* als auch mit der Unvorhersagbarkeit von dessen Dynamik konfrontiert. Die entsprechenden Verfahren der Relationalisierung operieren auf unterschiedlichen Skalierungsebenen von der geographischen Lokalisierung auf der Erdoberfläche bis hin zur Interaktion mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen auf einer Kreuzung. An dieser Stelle ist nur ein kleiner Ausblick auf eine Auswahl aus der Vielfalt solcher Verfahren möglich. Eine Auseinandersetzung mit ihnen bildet jedoch den Ausgangspunkt einer weiterführenden Kritik dieser Technologien, die – entsprechend der in den bisherigen Ausführungen wiederholten Vorsicht – *environments* nicht als gegebene Räume versteht und Ökologien nicht voraussetzt, sondern fragt, wie *environments* als Relationsräume verfertigt werden und warum ihre Beschreibung als Ökologien plausibel erscheint.

7.1 Autonome Autos und ihre Umgebungen

Um sich in den komplexen *environments* des Straßenverkehrs zu bewegen, muss ein autonomes Fahrzeug kontinuierlich die Zustände – Form, Position und Bewegung – der umgebenden Objekte registrieren und sich selbst in Relation zu ihnen lokalisieren.[11] Es hat keinen Zugriff auf einen Blick von außen, sondern muss seinen eigenen Ort und mögliche Reaktionen auf seine Umgebung immer wieder neu berechnen. Da sowohl das Fahrzeug als auch andere Verkehrsteilnehmer mobil sind, verändern sich die Umgebungsrelationen ständig. Weil das Fahrzeug nicht wissen kann, an welcher Position es sich aktuell befindet, sind ihm weder sein Ort noch sein Verhältnis zu anderen Objekten gegeben. Sein *environment* muss vielmehr durch technische Verfahren der Sensorik, der algorithmischen Filterung und der Datenauswertung sowie eine feingliedrige Motorik hervorgebracht werden, um die Relationen des Fahrzeugs zu seiner Umgebung zu bestimmen.[12] Selbst wenn das Fahrzeug über Kartenmaterial und GPS verfügt, sind diese Verfahren für Fahrmanöver zu ungenau und vor allem nicht dynamisch genug, um ein operationsfähiges Modell der Fahrzeugumgebung zu erstellen. Die technische Herausforderung besteht, anders gesagt, in einem sicheren Umgang einerseits mit der Unsicherheit des autonomen Systems über sein *environment* sowie andererseits mit der Unvorhersagbarkeit des Verhaltens anderer VerkehrsteilnehmerInnen. Sicherheit im Umgang mit dieser doppelten Unsicherheit (des Systems über seinen eigenen Zustand wie der Umgebung) ist eine wichtige Komponente der Autonomie des Fahrzeugs. In einer ökologischen Relation im Sinne Morins steigt mit seiner Unabhängigkeit von der Umgebung, ergo seiner Autonomie, die Abhängigkeit von

11 Autonom meint an dieser Stelle die Ausstattung eines Autos mit Fahrassistenzsystemen, die Aufgaben des Fahrers übernehmen (von adaptiven Abstandshaltern über Notbremsassistenten bis hin zu Autopiloten). Die Verfeinerung und Durchsetzung dieser Systeme geschieht schrittweise, während vollständig fahrerlose Autos derzeit nur in Prototypen existieren. Autonomie bedeutet also, Christoph Hubig folgend, die Erweiterung der dem semi-autonomen Fahrzeug eigenen Kapazitäten der Wahl der Mittel für ein gegebenes Ziel (operative Autonomie) bis hin zur Wahl unterschiedlicher Zwecke für ein Ziel (strategische Autonomie), jedoch nicht die Anerkennung und Rechtfertigung von Zielen (ethische Autonomie). Vgl. Hubig, Christoph (2015): *Die Kunst des Möglichen III. Grundlinien einer dialektischen Philosophie der Technik: Macht der Technik*. Bielefeld, transcript, S. 131f. Der Einfachheit halber wird an dieser Stelle der Terminus *autonome Autos* verwendet, ohne in semi-autonome, autonome und selbstfahrende Autos zu unterscheiden.

12 Ähnlich schreibt Jennifer Gabrys: »The becoming environmental of computation then signals that environments are not fixed backdrops for the implementation of sensor devices, but rather are involved in processes of becoming along with these technologies. Environment is not the ground or fundamental condition against which sensor technologies form, but rather develops with and through sensor technologies as they take hold and concresce in these contexts.« Gabrys (2016): *Program Earth*. S. 9.

der Umgebung, weil immer mehr Information über deren Gegebenheiten benötigt werden und auf immer mehr Faktoren reagiert werden muss. Autonome Autos sind Umgebungstechnologien, weil sie durch die Verschränkung von Sensorik und Filteralgorithmen jene *environments* als virtuelle Modelle technisch hervorbringen, in denen sie sich bewegen und mit denen sie interagieren.

Das aufgeworfene Problem wird in der Robotik und der Forschung zu Künstlicher Intelligenz um 1990 unter dem Namen *Simultaneous Location and Mapping* (SLAM) verhandelt: Die Ausgangsbedingung eines Roboters besteht im Nicht-Wissen über sein *environment*.[13] Er kann dieses nur kartographieren, indem er sich bewegt und mit den verfügbaren Sensoren Daten sammelt, die jedoch ebenso fehleranfällig sind wie die odometrischen Daten über den eigenen Zustand.[14] Alle Daten, die der Roboter über sein *environment* registriert, sind relativ zu seiner eigenen Position und damit abhängig von seiner Lokalisierung, deren Berechnung wiederum nötig ist, um sich auf der zu erstellenden Karte zu verorten. Wenn sich der Roboter bewegt und die Umgebung sowohl am Ausgangspunkt als auch während der Bewegung misst, verfügt er abhängig von seinen Positionen über unterschiedliche Datensätze über die Umgebung, die mittels probabilistischer Filterverfahren verglichen werden können. Daraus ergeben sich Wahrscheinlichkeitswerte sowohl für die aktuelle Position des Roboters als auch für die Form, Position und Bewegung umgebender Objekte, aus denen eine stets fragmentarische Karte bzw. ein Modell berechnet wird. Kurz gesagt: Um sich zu lokalisieren, braucht der Roboter eine Karte, und um eine Karte zu erstellen, muss er sich lokalisieren.[15] Beide Aufgaben können nur simultan gelöst werden: *Simultaneous Location and Mapping*.

Um 1990 entstehen in der Robotik unterschiedliche algorithmische Verfahren zur Lösung dieses Problems des Umgangs mit Unsicherheit (z.B. Kalman Filter,

13 Erstmals formuliert werden diese Prinzipien Ende der 1980er Jahre: Durrant-Whyte, Hugh F.: »Uncertain Geometry in Robotics«. In: *IEEE Journal on Robotics and Automation* 4/1 (1988), S. 23-31; Smith, Randall/Cheeseman, Peter: »On the Representation and Estimation of Spatial Uncertainty«. In: *The International Journal of Robotics Research* 5/4 (1986), S. 56-68; Smith, Randall/Self, Matthew/Cheeseman, Peter: »Estimating Uncertain Spatial Relationships in Robotics«. In: *Machine Intelligence and Pattern Recognition* 5 (1988), S. 435-461. Vgl. auch Dissanayake, M.W.M.G./Newman, P./Clark, S./Durrant-Whyte, H.F./Csorba, M.: »A Solution to the Simultaneous Localization and Map Building (SLAM) Problem«. In: *IEEE Transactions on Robotics and Automation* 17/3 (2001), S. 229-241.

14 Odometrie bezeichnet Methoden, mit denen die Position, Geschwindigkeit und Lage eines Roboters durch die Auswertung seines Antriebssystems geschätzt werden. Da diese Daten ungenau und fehlerbehaftet sind, können sie nur im Verbund mit anderen Daten verwendet werden.

15 Vgl. Burgard, Wolfram/Hebert, Martial/Bennewitz, Maren: »World Modeling«. In: Siciliano, Bruno/Khatib, Oussama (Hg., 2016): *Springer Handbook of Robotics*. Berlin, Springer, S. 1134-1151. Hier: S. 1134.

FastSLAM, Particle Filter Localization). Sie zielen darauf, von den verfügbaren Sensoren gesammelte Daten zu einem *world* bzw. *scene model* – in der Forschung bezeichnenderweise auch *belief* genannt[16] – zusammenzufügen. Die Herausforderung besteht darin, dass sich die von den Sensoren erfasste Gestalt mit jeder Bewegung des Roboters verändert. Entsprechend ist dieses Modell stets an den Standort der sensorischen Beobachtung gebunden und hat eine operative Funktion: »The world modeling system serves as a virtual demonstrative model of the environment for the whole autonomous system.«[17] Dieses Modell dient als eine Karte, die keinen Anspruch auf eine Repräsentation der Außenwelt stellt, sondern nur das zeigt, was in einer relevanten Relation zum Roboter steht und von dessen Sensoren registriert wird. Aufgrund des SLAM-Problems besteht dieses Modell, wie gezeigt werden soll, aus nichts anderem als Wahrscheinlichkeitswerten über die Attribute des *environments*. Diese Verfahren markieren eine Konzeption des *environments* als technisch durchdrungener Unsicherheit, die durch die Relationen eines autonomen Systems zu den Objekten seiner Umgebung in eine operationsfähige Probabilistik verwandelt werden kann. Damit sind eine erneute Transformation des Verhältnisses von *environment* und Technik sowie entsprechende Epistemologien des Umgebens verbunden, die den Abschluss dieses Buches bilden.

Funktionsfähig werden mobile autonome Systeme erst um 2005, als die Rechenkapazitäten ausreichen, um die Daten verbesserter Sensoren, insbesondere des neuen Lidar-Verfahrens, das Laser-Punktwolken zur exakten Erfassung der Konturen und Entfernungen von Objekten verwendet, in *real-time* auszuwerten und durch Machine Learnung zu optimieren.[18] Als Scheidepunkt für diese Technologi-

16 In der Forschung zu den probabilistischen Grundlagen der Robotik wird das Weltmodell *belief* genannt, weil das System seinen eigenen Status nie genau bestimmen kann (vgl. Thrun, Sebastian/Burgard, Wolfram/Fox, Dieter (2006): *Probabilistic Robotics*. Cambridge, MIT Press. S. 3). Die Begriffe *world model* und *scene model* sind nicht fest definiert und werden unterschiedlich verwendet. Verallgemeinert kann man sagen, dass *world modeling* auch extern zugespielte statische Daten z.B. über Straßenkarten oder die Verkehrslage sowie den Datenaustausch mit anderen Fahrzeugen umfasst, während *scene modeling* die Erstellung jener verkörperten Situation meint, in der das Fahrzeug sich befindet.

17 Beyerer, Jürgen/Gheța, Ioana/Heizmann, Michael/Belkin, Andrey: »World Modeling for Autonomous Systems«. In: Dillmann, Rüdiger/Beyerer, Jürgen/Hanebeck, Uwe et al. (Hg., 2010): *KI 2010. Advances in Artificial Intelligence.* Berlin, Springer, S. 176-183. Hier: S. 138.

18 Lidar steht für *Light Detection and Ranging* und bezeichnet eine Methode, durch eine Kopplung einer großen Menge von Laserstrahlen mittels Reflexionen an Objekten optische Messungen von Abständen und Geschwindigkeiten durchzuführen. Durch die Parallelisierung von Laserstrahlen entstehen sogenannte Punktwolken, die den dreidimensionalen Umriss eines Objekts abhängig vom Ausgangspunkt des Lidar-Moduls anzeigen. Im Gegensatz zu optischen Kameras kann Lidar also nicht nur die Form von Objekten erfassen, sondern liefert exakte Daten über deren Entfernung zum Fahrzeug und macht dadurch ihre Geschwindigkeit berechenbar. Da Lidar-Systeme sehr teuer sind, werden in vielen Fahrassistenzsystemen derzeit einfachere Laser- und Radar-Module verwendet.

en gelten die von der DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) und damit vom US-Verteidigungsministerium ausgeschriebenen drei Grand Challenges von 2004, 2005 und 2007.[19] Die Herausforderung der ersten beiden mit einem Preisgeld von zwei Millionen Dollar versehenen Wettbewerbe besteht darin, ein autonomes Auto ohne Fahrenden oder Fernsteuerung eine vorgegebene Strecke durch die kalifornische Mojave-Wüste fahren zu lassen. In der ersten DARPA Grand Challenge schafft 2004 das erfolgreichste Fahrzeug von der Carnegie-Mellon University nur zwölf von 227 Kilometern. Spätestens seitdem nur ein Jahr später das vom Stanford Racing Team um den Ingenieur und KI-Forscher Sebastian Thrun in Kooperation mit Volkswagen konstruierte selbstfahrende Auto Stanley die zweite Challenge mit 107 registrierten und 17 antretenden Teilnehmern gewinnt, gilt die technische Konvergenz von neuen Sensortechnologien mit probabilistischen Algorithmen und Machine Learning als Standardverfahren. Heute dominiert dieses Vorgehen in ständig weiterentwickelten Ausführungen die Entwicklung von Fahrassistenten.

Der Prototyp Stanley, dessen Weiterentwicklung Junior zwei Jahre später bei der DARPA Urban Challenge den zweiten Platz hinter dem verbesserten Fahrzeug der Carnegie-Mellon University belegt, verfügt über die Sensorik eines auf dem Dach montierten rotierenden Lidar-Moduls, optischer Kameras, eines Radars und eines GPS-Moduls. Im ersten Schritt werden die Daten dieser unterschiedlichen Sensoren durch die algorithmischen Filter des SLAM-Verfahrens zu einem *world model* synthetisiert und im zweiten Schritt die Manövrierung mittels der neuen Möglichkeiten des Machine Learning durch die Beobachtung erfolgreicher (menschlicher) Fahrmanöver optimiert. Dieses doppelte Vorgehen ersetzt die Notwendigkeit einer apriori gegebenen topologischen Karte und ermöglicht die Manövrierung und Navigation auch in unwegigem Terrain bzw. in Anwesenheit anderer VerkehrsteilnehmerInnen, deren Verhalten sich nicht vorhersagen lässt.

Algorithmische Verfahren der Lokalisierung und räumliche Tracking-Systeme, wie sie seitdem in selbstfahrenden Autos oder Drohnen im sensorischen Verbund von optischen, Infrarot-, Ultraschall- und Wärmebildkameras, Sonar, Radar, Laser und Lidar verwendet werden, repräsentieren nicht einfach den erfassten Raum, sondern registrieren durch unterschiedliche Wellenspektren die Umrisse und Entfernungen von Objekten. Da jedoch sowohl das Fahrzeug als auch die Objekte potentiell mobil sind und sich Entfernungen ständig ändern, können zumindest mit Sonar, Radar, Laser und Lidar nur Wahrscheinlichkeiten ihrer Position angegeben werden.

19 Vgl. Iagnemma, Karl/Buehler, Martin: »Editorial for Journal of Field Robotics. Special Issue on the DARPA Grand Challenge«. In: *Journal of Field Robotics* 23/8 (2006), S. 461-462. Hintergrund der Darpa Challenges war die Vorgabe des Verteidigungsministeriums, dass bis 2015 ein Drittel der militärischen Bodenfahrzeuge fahrerlos sein sollte.

Die dazu angewandten Verfahren verbinden sensorische Erfassung und Filteralgorithmen. Auf der Grundlage von Daten über Umgebungsrelationen, die sowohl aus den Sensoren als auch aus den odometrischen Systemen der Selbstdiagnose stammen, berechnet die Prozessoreinheit des Autos durch mathematische Filter die Wahrscheinlichkeit möglicher Positionen und Bewegungen der getrackten Objekte im Raum sowie die wahrscheinliche Position des Fahrzeugs in Relation zu diesen Objekten.[20] Die algorithmischen Filter basieren auf dem Vergleich von zu unterschiedlichen Zeitpunkten an unterschiedlichen Positionen gesammelten Sensordaten, deren Überlagerung Wahrscheinlichkeiten ergibt. Die Analyse der Sensordaten geschieht grob gesprochen dadurch, dass mittels sogenannter Bayesischer Filter aus der gemessenen Entfernung und Kontur eines umgebenden Objekts zu unterschiedlichen Zeitpunkten und an unterschiedlichen Positionen in Relation zum Fahrzeug wahrscheinliche Attribute des *environments* sowie Dynamiken der Bewegung berechnet werden. Ein Bayesischer Filter vergleicht das erstellte Modell der Umgebung zum Zeitpunkt t_{-1} mit den von einer anderen Position aus gesammelten Sensordaten zum Zeitpunkt t und bestimmt aus der Überlagerung beider Messungen die Wahrscheinlichkeit der Lokalisierung des Fahrzeugs sowie von Objekten in der Umgebung. Da sich die Gegenwart t stets als anders herausstellen kann als die aus der Vergangenheit t_{-1} berechnete Zukunft, entspricht diese Probabilistik der Virtualität einer möglichen, aber wahrscheinlichen Welt, die in ein operationalisierbares Modell überführt wird, das wiederum zeitkritisches Agieren ermöglicht.

Die Identifizierung spezifischer Objekte – etwa von Kindern oder Verkehrsschildern am Straßenrand – und die Berechnung von Fahrmanövern – Bremsen, Ausweichen, Abbiegen – sind ein sekundärer Schritt, für den zumeist auf optische Kameras zurückgegriffen wird. Davor steht die Synthese unterschiedlicher Sensorsysteme zu einem Modell des *environments*, das jedoch immer den Status von Wahrscheinlichkeiten hat.[21] Dazu müssen die Daten unterschiedlicher Sensoren durch sogenannte »generic multisensor data fusion algorithms«[22] synthetisiert werden. Mit jeder Modifikation oder Neueinführung von Sensoren müssen diese Algorithmen angepasst und die unterschiedlichen Kapazitäten der Sensoren zur Erfassung des *environments* abgeglichen werden. Beispielsweise hat Laser nur eine Reichweite

20 Vgl. Thrun, Sebastian/Burgard, Wolfram/Fox, Dieter: »A Probabilistic Approach to Concurrent Mapping and Localization for Mobile Robots«. In: *Machine Learning* 31/1/3 (1998), S. 29-53 sowie Matthaei, Richard/Maurer, Markus: »Autonomous Driving. A Top-Down-Approach«. In: *Automatisierungstechnik* 63/3 (2015), S. 155-167.

21 Vgl. Belkin, Andrey (2017): *World Modeling for Intelligent Autonomous Systems*. Karlsruhe, KIT Scientific Publishing.

22 Elfring, Jos/Appeldoorn, Rein/van den Dries, Sjoerd/Kwakkernaat, Maurice: »Effective World Modeling: Multisensor Data Fusion Methodology for Automated Driving«. In: *Sensors* 16/10 (2016), S. 1-28. Hier: S. 1.

von dreißig Metern, erfasst die Konturen naher Gegenstände aber aufgrund der Entfernungsmessung sehr genau, während optische Kameras in Nahsituationen unzuverlässig sind, aber eine hohe Reichweite bieten. Jede Sensortechnologie erfasst in diesem Sinn ein eigenes *environment*, das im *scene modeling* durch die Fusion der Daten mit anderen *environments* verknüpft wird. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen je nach Ausstattung des Fahrzeugs von der Berechnung des Abstands zu anderen VerkehrsteilnehmerInnen bis hin zum 360 Grad-Modeling des Autos.

Solche Modelle sind nicht als Repräsentation der Umgebung zu verstehen, sondern als temporäre Konstellation sensorischer Daten und ihrer Probabilistik. Die komplexe Sensorik dieser Technologien ist mithin nicht auf die Kartographierung einer Ontologie ausgerichtet, in der alle Objekte wie auf einer Landkarte anhand gegebener Koordinaten registriert werden, sondern auf die sich ständig wandelnden Relationen eines virtuellen *environments*, das durch die Verhältnisse von Objekten zueinander und zum umgebenen Objekt gebildet wird. Objekte sind für Sensoren keine physischen Dinge, sondern Bewegungen und Umrisse, also Relationen. Für das mobile autonome System, das sich anhand solcher Verfahren im Raum orientiert und schließlich bewegt, bedeutet dies, sich als Umgebenes durch Relationen zum Umgebenden zu verorten. Es hat keinen Zugang zur Außenwelt, sondern operiert ausschließlich mit den ihm zur Verfügung stehenden digitalen Sensordaten.

Das anhand dieser Daten entworfene Modell des *environments* ist die Grundlage für alle Entscheidungen, die ein autonomes Auto treffen muss: bremsen oder nicht bremsen, rechts oder links abbiegen, den LKW überholen oder nicht. Diese Akte können nicht erklärt werden, wenn man sie allein als Ausführung determinierter Algorithmen versteht, die bei gleichem Input immer gleichen Output liefern und festlegen, dass bei einem bestimmten Ereignis eine definierte Reaktion ausgelöst werden muss. Ein autonomes System muss in der Lage sein, auf alle Ereignisse in der Umgebung zu reagieren. Dafür müssen ihm stets mehrere Optionen offenstehen. Andernfalls wäre es nicht autonom, sondern determiniert und könnte sich nicht adaptiv an unsichere Umgebungen anpassen. Dass es stets über mehrere Optionen verfügt, ist die Bedingung seiner Autonomie, die durch adaptive Umgebungstechnologien ermöglicht wird.

In diesem Sinn geht die Ausweitung und ständige Verbesserung autonomer technischer Systeme nicht nur im Straßen- und Luftverkehr, sondern auch im Internet der Dinge oder in logistischen Zusammenhängen mit einer Rekonzeptualisierung der ökologischen Un/Abhängigkeitsrelationen zwischen Umgebendem und Umgebenem einher. Der heutige Stand dieser Technologien, ihre Kapazitäten und Adaptionspotentiale, hängen mit der langjährigen Erforschung adaptiver Vorgänge in einem mit seinem *environment* rückgekoppelten System zusammen, die in

den 1990er Jahren unter dem Namen *artifical life* firmieren.[23] Vor allem die in diesem Kontext einflussreichen Arbeiten Francisco Varelas greifen einen Strang der Kybernetik aus den 1940er Jahren auf, als im Zusammenhang der Forschung zu den Kapazitäten des Nervensystems versucht wird, dessen Lernvorgänge nicht nur durch die symbolische Verarbeitung von In- und Outputs, sondern durch das adaptive Verhalten des Organismus gegenüber seinem *environment* zu definieren. Ausgehend von der Annahme, dass adaptives Verhalten – in komplexitätsreduzierter Form – in technischen Modellen repräsentierbar sei, geht William Ross Ashby zu dieser Zeit davon aus, dass das Nervensystem in einem analogen System simulierbar ist. 1948 entwickelt er mit dem Homöostaten die im dritten Kapitel genauer untersuchte ›verkörperte Theorie‹ des Nervensystems als selbstregulierender Maschine, die Organismus und *environment* verschränkt. Mit seiner Maschine versucht er, ein sich selbst regulierendes System umzusetzen, das weder als Werkzeug noch als Rechenmaschine verstanden werden kann. Es operiert auf der Grundlage ökologischer Relationen der Un/Abhängigkeit des Umgebenen vom Umgebenden und führt vor, dass die Autonomie eines Systems auf einem adaptiven Verhältnis der Abhängigkeit vom *environment* basiert. Eben dieses adaptive Umgebungsverhältnis wird von Varela um 1990 zur Beschreibung autonomer technischer Systeme in Anschlag gebracht und inspiriert auch die Robotik.

Ashbys Homöostat entsteht, wie im dritten Kapitel gezeigt wurde, aus der Auseinandersetzung mit der Adaptionsfähigkeit des Nervensystems an fluktuierende Zustände seines *environments*. Es handelt sich um eine Umgebungsmaschine, die sich zwar nicht autonom im Raum bewegt, aber ihre eigenen Zustände durch die reziproke Verschränkung mit dem *environment* reguliert.[24] Der Homöostat besteht aus vier elektrisch verbundenen Modulen, die so verschaltet sind, dass der Eingangsstrom jedes Moduls von den drei Ausgangsströmen der anderen Module beeinflusst wird. Jede Veränderung eines Moduls wird als Output an die drei anderen Module verteilt und sorgt für Schwankungen in den anderen Modulen und dem jeweiligen Modul selbst. Wird eines der Module über einen Grenzwert belastet, wird der elektrische Widerstand des betroffenen Moduls im Zufallsmodus gewechselt und ein neuer Grenzwert definiert. Als adaptives System stabilisiert (oder destabilisiert) dieser Prototyp durch die Relationen zwischen den Modulen seinen eigenen Zustand. Jedes Modul ist in der Lage, sich an beständig ändernde Variablen seiner

23 Der Begriff *artifical life* wird Mitte der 1980er Jahre von Christopher Langton geprägt, der sich vor allem mit der computergestützten Simulation zellulärer Automaten beschäftigt: Langton, Christopher G.: »Studying Artificial Life with Cellular Automata«. In: *Physica D: Nonlinear Phenomena* 22/1-3 (1986), S. 120-149.

24 Die beiden von Grey Walter entwickelten schildkrötenartigen Roboter Elmer und Elsie bewegen sich zwar im Raum, behandeln das *environment* aber nur als Black Box, die Reaktionen auslöst (vgl. Walter: »An Imitation of Life« sowie Parikka, Jussi (2010): *Insect Media. An Archaeology of Animals and Technology*. Minneapolis, University of Minnesota Press. S. 134f.).

Umgebung, an Fluktuationen und abrupte Wechsel anzupassen, ohne seine innere Organisation zu verlieren. Um mit der Komplexität der Fluktuationen seiner Umgebung umzugehen und sich in ihr verhalten zu können, muss der Homöostat seinen eigenen Zustand nicht nur in das System einspeisen und sich mit sich selbst rückkoppeln, sondern zugleich die Effekte seines rückgekoppelten Zustands auf seine Umgebung in seinen eigenen Zustand einfließen lassen. Er muss eine Form von Rekursivität aufweisen, die als Zirkularität zwischen dem System und seinem *environment* vermittelt – ganz so, wie der Kreis, mit dem Ashby in seinem Labortagebuch das Umgebungsverhältnis darstellt. Das System des Homöostaten wird erst als Dyade autonom, weil es Abhängigkeit – die Angewiesenheit jedes Moduls auf den Stromfluss der anderen Module – und Unabhängigkeit – den je eigenen Grenzwert – durch eine ökologische Relation verschränkt. So wird die Umgebung des Systems in dessen inneren Zustand integriert.

Ashbys Überlegungen geraten aufgrund der Erfolge symbolischer Maschinen, die Daten in digitaler Form verarbeiten, zunächst in Vergessenheit. Um 1990 münden sie jedoch in eine Reformulierung dieses Forschungsansatzes, in dessen Zusammenhang Ashbys Arbeiten zum Ausgangspunkt einer mit einigen Unterbrechungen bis in die Gegenwart geführten Debatte über die Autonomie adaptiver Maschinen werden.[25] Im Kontext dessen, was zu dieser Zeit *artifical life* genannt wird und die KI-Forschung und die Robotik gleichermaßen umtreibt, geht es um die Konstruktion autonomer, ihre Umgebungen erfassender Maschinen. Diese Ansätze stehen noch im Hintergrund der gegenwärtigen Entwicklungen autonomer Technologien und haben deren theoretische Grundlagen beeinflusst. Das in diesem Kontext etablierte Nachdenken über Umgebungsrelationen und die Konstruktion von Umgebungstechnologien greifen ineinander und münden in der historischen Konstellation der Gegenwart, in der nicht nur Umgebungen technisch gestaltet werden, sondern autonome Technologien wie selbstfahrende Autos oder Drohnen *environments* hervorbringen, die als virtuelle Modelle der Wahrscheinlichkeit operational sind.

Zumindest die bereits angedeutete kybernetische Ausrichtung dieser neuen Forschungsperspektive steht in direkter Kontinuität zu den Arbeiten der Kybernetik. Der chilenische Biologe und Philosoph Francisco Varela, der um 1990 ein neues, umgebungsgebundenes Verständnis von Autonomie formuliert, ist Anfang der 1970er Jahre am von Heinz von Foerster geleiteten Biological Computer Laboratory (BCL) der University of Urbana-Champaign in Illinois zu Besuch, wo Ashby von 1960 bis 1970 dauerhafter Visiting Research Professor ist.[26] Gemeinsam mit Humberto Maturana, zu dieser Zeit ebenfalls Gast am BCL, entwickelt Varela im

25 Vgl. zur aktuellen Auseinandersetzung Franchi, Stefano: »Homeostats for the 21st Century? Simulating Ashby Simulating the Brain«. In: *Constructivist Foundations* 9 (2013), S. 93-124.

26 Vgl. zum BCL ausführlich Müggenburg (2018): *Lebhafte Artefakte*.

Kontext der dortigen Ansätze die Theorie der Autopoiesis, d.h. der Hervorbringung der Komponenten eines biologischen Systems durch die Operationen dieses Systems. In ihrem 1971 auf Spanisch erschienenen und 1980 übersetzten Text *Biology of Cognition* überführen Maturana und Varela den Gedanken der operationalen Schließung eines biologischen Systems in die Idee eines seine eigenen Bestandteile erzeugenden Systems. Die beiden Biologen stützen sich auf das Prinzip der undifferenzierten Codierung, welches besagt, dass Nervenimpulse nur die Quantitäten, nicht aber die Qualitäten ihrer Ursachen codieren. Daraus folgern sie, dass das Nervensystem ein funktional geschlossenes und energetisch offenes System darstellt. Entgegen der gängigen Annahme, dass Schließung Stillstand bedeute, erklären sie, wie die operationale Schließung des Systems seine Kontinuität ermöglicht und führen zur Beschreibung biologischer Systeme den Begriff der Autopoiesis ein: »[…] An autopoietic machine continuously generates and specifies its own organisation through its operations as a system of production of its own components, and does this in an endless turnover of components under the conditions of continuous perturbations and compensations of perturbation.«[27] Autopoietische Systeme haben in diesem Sinn keinen In- oder Output, sondern werden von Ereignissen in ihren *environments* strukturell perturbiert. Auf welche Art Veränderungen des *environments* indirekt aufgenommen werden, ist von der Struktur des Systems determiniert. Es besteht zwar eine strukturelle Kopplung mit dem *environment*, das System hat aufgrund seiner operativen Schließung aber keinen Zugang zu dem, was außerhalb von ihm geschieht.

Mit diesem Ansatz formulieren Maturana und Varela die Grundlagen der Kybernetik zweiter Ordnung, in welcher der Begriff der Adaption seine Bedeutung verändert und Ashbys Ansatz auf neue Weise virulent wird. Organismen adaptieren sich demnach nicht einfach an gegebene *environments* und können nicht auf die Außenwelt zugreifen, sondern bringen ihre Umgebung durch ihre geschlossene Selbstorganisation und Selbstreferentialität hervor.[28] In Fortsetzung dieses Ansatzes arbeitet Varela Mitte der 1980er Jahre in Paris an der Epistemologie des Nervensystems und seiner Autonomie. Vor dem Hintergrund dieser Forschungsarbeiten veranstaltet er 1991 gemeinsam mit dem Spieltheoretiker und Mathematiker Paul Bourgine die erste europäische Konferenz über *artificial life* mit dem Titel

27 Maturana, Humberto R./Varela, Francisco J. (1972/1980): *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living*. Dordecht, Reidel. S. 79.

28 Im Anschluss an Maturana und Varela sowie die Kybernetik zweiter Ordnung hat Mark Hansen die technische Durchdringung von *environments* beschrieben und gefordert, die Schließung bzw. Öffnung von *system-environment-hybrids* neu zu durchdenken, weil die technische Dimension des *environments* durch digitale Medien für die Beobachtung des Systems bislang vernachlässigt worden sei (vgl. Hansen: »System-Environment Hybrids«).

Toward a Practice of Autonomous Systems.[29] Die Beiträge der Konferenz richten sich auf ein neues Programm der Erforschung autonomer Systeme und der Simulation adaptiven Verhaltens, das die Herausgeber in ihrer Einleitung zum entsprechenden Sammelband als explizite Fortsetzung der Arbeiten Grey Walters und Ross Ashbys vorstellen.[30] Sie betonen, dass die symbolistischen und kognitivistischen Ansätze, welche die Forschung zu künstlicher Intelligenz zu dieser Zeit dominieren, die von der frühen Kybernetik erforschte Bedingtheit der Autonomie von Systemen gegenüber ihren *environments* nicht erklären können. Die konnektivistischen Modelle und frühen Versuche neuronaler Netzwerke hingegen, als deren Vorboten Varela und Bourgine Walters und Ashbys Arbeiten sehen, stünden für ein anderes Verständnis von *artificial life* und damit von autonomen Systemen: »Metaphorically, this current of thought would see in a modest insect, rather than in the symbolic abilities of an expert, the best prototype for intelligence.«[31] Während der symbolistische Ansatz darauf ziele, Intelligenz als Symbolverarbeitung zu erfassen und damit das Verhältnis von Input und Output in den Mittelpunkt stelle, beschreiben Bourgine und Varela autonome Systeme mit dem Vokabular der kybernetischen Theorie der Autopoiesis und der daraus abgeleiteten Konzeption von Autonomie.

---

29 John Johnston hat die Bedeutung dieser Tagung für einen Perspektivwechsel innerhalb der KI-Forschung in den 1990er Jahren betont, der die Grundlage aktueller Arbeiten zu neuronalen Netzen bilde: Johnston (2008): *The Allure of Machinic Life*. S. 189f. Katherine Hayles beschreibt Varelas Forschung zu *artifical life* als dritte Phase der Kybernetik: Hayles (1999): *How We Became Posthuman*. S. 222f.

30 Zu dieser Veränderung in der Robotik und ihren medientheoretischen Implikationen vgl. Kasprowicz, Dawid: »New Labor, Old Questions. Practices of Collaboration with Robots«. In: Bergermann, Ulrike/Dommann, Monika/Schüttpelz, Erhard/Stolow, Jeremy/Taha, Nadine (Hg., 2019): *Connect and Divide. The Practice Turn in Media Studies*. Berlin, Diaphanes. Im Erscheinen.

31 Bourgine, Paul/Varela, Francisco J.: »Towards a Practice of Autonomous Systems«. In: ders./ders. (Hg., 1992): *Towards a Practice of Autonomous Systems. Proceedings of the First European Conference on Artificial Life*. Cambridge, MIT Press, S. XI-XVIII. Hier: S. XIII. Zur Geschichte solcher ›lebendiger Maschinen‹ in der Kybernetik vgl. ausführlich Müggenburg (2018): *Lebhafte Artefakte.* Parallel zu den Debatten um *artificial life*, d.h. die Umsetzung des Lebens sowohl durch natürliche als auch durch künstliche Systeme, werden in der KI-Forschung und der Robotik die zentralen Konzepte der *situatedness* und des *embodiment* eingeführt (vgl. Brooks, Rodney: »New Approaches to Robotics«. In: *Science* 253/5025 (1991), S. 1227-1232 sowie Ziemke, Tom: »The Construction of ›Reality‹ in the Robot«. In: *Foundations of Science* 6/1/3 (2001), S. 163-233). Der in der Robotik dieser Zeit verfolgte Grundgedanke lautet, dass das Verhalten eines Roboters in seinem *environment* nicht durch Versuche der Repräsentation der umgebenden Objekte verstanden werden kann, sondern durch die verkörperte Interaktion mit ihnen. Zentral ist dabei der Gedanke der Situiertheit, der impliziert, dass das Design eines Roboters dessen Adaption an das gegebene environment umsetzen muss, anstatt diese Anpassung durch Datenverarbeitung herzustellen. Vgl. dazu auch Weber, Jutta/Suchman, Lucy: »Human–Machine Autonomies«. In: Bhuta, Nehal/Beck, Susanne/Geiß, Robin et al. (Hg.; 2016): *Autonomous Weapons Systems. Law, Ethics, Policy*. Cambridge, Cambridge University Press, S. 75-102.

Das *environment* fungiert dabei Varela zufolge »as a source of independent events in the sense that these are not determined by the organization of the system«[32]. Wenn ein autonomes System im erläuterten Sinn geschlossen ist, dann kann das *environment* nur ein unabhängiges, aber die Organisation des Systems perturbierendes Außen darstellen. Für einen externen Beobachter hingegen erscheint die strukturelle Kopplung des unabhängigen *environments* und des Systems als gegenseitige prozessuale Hervorbringung: »If we can consider the system's environment also as a structurally plastic system, then the system and the environment will have an interlocked history of structural transformations, selecting each other's trajectories.«[33] Nur weil ein solches System von seinem *environment* abgeschlossen ist, aber in einem komplexen Verhältnis struktureller Kopplung zu ihm steht, kann es Autonomie entwickeln.[34] Der Organismus erkennt nur das in seiner Außenwelt, was Teil seiner Autopoiesis wird.

Bourgine und Varela übernehmen gut zwanzig Jahre nach der ersten Formulierung dieses Konzepts die Prinzipien biologischer Organismen und fordern, sie in abgewandelter Form – Autopoiesis ist Varela zufolge auf biologische Systeme beschränkt[35] – auf die Konstruktion künstlicher Organismen anzuwenden. Auch autonome Systeme wie Roboter oder selbstfahrende Autos haben demnach keinen Zugang zur Außenwelt, sondern operieren auf der Grundlage sensorischer Daten – zumeist in digitaler Form – und müssen ihr *environment* selbst herstellen. Ein autonomes und geschlossenes technisches System bringt zwar nicht alle Komponenten seines Operierens selbst hervor, reagiert aber auf seine Umgebung so, wie es die interne Selbstorganisation erlaubt. Gemeinsam mit Bourgine skizziert Varela ein Verständnis von Autonomie, das die Verflechtung des Systems mit seinem *environment* in den Mittelpunkt stellt und die Intensität dieser Kopplung trotz der Schließung sowohl zum Maßstab der Autonomie als auch zum Konstruktionsprinzip macht.

Diese Systemarchitektur stützt sich auf den konnektivistischen Ansatz, an den Bourgine und Varela 1991 erfolgreich anschließen und der seitdem weite Teile der KI-Forschung dominiert. In Fortsetzung von Ashbys Überlegungen erklärt dieser Ansatz Autonomie durch die strukturelle Kopplung von Organismus und *environment* bei operationaler Geschlossenheit des Organismus: »Autonomy in this context refers to their [the autonomous system's] basic and fundamental capacity to *be*, to assert their existence and to bring forth a world that is significant and pertinent

32 Varela, Francisco J. (1979): *Principles of Biological Autonomy*. New York, North Holland. S. 33.

33 Ebd.

34 Claus Emmeche hat ähnliche Fragen für den *Umwelt*-Begriff durchgespielt: Emmeche, Claus: »Does a Robot have an Umwelt? Refections on the Qualitative Biosemiotics of Jakob von Uexküll«. In: *Semiotica* 134/1/4 (2001), S. 653-693.

35 Varela (1979): *Principles of Biological Autonomy*. S. 54.

without being pre-digested in advance.«[36] Artikuliert wird hier eine Kritik an repräsentationalistischen KI-Modellen, die dazu tendieren, dem Roboter eine Welt vorzugeben, die vom Forscher definiert wird. Für Bourgine und Varela hingegen resultiert Autonomie nicht nur in angemessenem Problemlösungsverhalten technischer Systeme, sondern im Hervorbringen von Welten – d.h. von unterschiedlichen Interpretationen des *environments*.[37] Die Organisation des Systems ist aufgrund von dessen Autonomie dazu in der Lage, sich in struktureller Kopplung mit dem *environment*, aber operational geschlossen selbst zu verändern und gleichsam im Inneren neue Welten entstehen zu lassen, weil das System keinen Zugang zur Außenwelt hat– so wie ein autonomes Fahrzeug nur über Sensordaten verfügt, aus denen Wahrscheinlichkeiten berechnet werden. Operational entstehen diese Welten dadurch, dass dem autonomen System zur Adaption an die fluktuierenden Bedingungen des *environments* stets mehrere gleichermaßen mögliche Optionen des Verhaltens offenstehen müssen, es also unterschiedliche Möglichkeiten seiner Restrukturierung geben muss. Bourgine und Varela rekurrieren zu diesem Zweck auf die Annahme der Viabilität, die besagt, dass ein autonomes System angesichts eines »unpredictable or unspecified environment«[38] durch die dynamische Organisation seiner Geschlossenheit nicht eine determinierte, einzelne Option zur Lösung der Herausforderungen des *environments* entwickelt, sondern eine Pluralität möglicher Lösungen. Ohne diese Offenheit wäre das geschlossene System nicht autonom. Die Offenheit der Autonomie bedeutet hier nicht, dass das System frei

36 Bourgine/Varela: »Towards a Practice of Autonomous Systems«, S. XIII. Hervorhebung im Original. Varela erläutert diese Prinzipien in seinem Buch *Principles of Biological Autonomy* von 1979, dem ein Zitat aus Lawrence J. Hendersons *The Fitness of the Environment* vorangestellt ist. Seine Unterscheidung in *environment* und *world* ist offensichtlich von Uexkülls Unterscheidung in *Umgebung* und *Umwelt* inspiriert.

37 Das *worlding*, das im Sinne Donna Haraways die exkludierende Gegenüberstellung von Organismus und *environment* durch ihre symbiotische Verschränkung und das gegenseitige Hervorbringen von Welten ersetzen soll, ist als konstruktivistischer Ansatz mit der Geschichte der Kybernetik verwoben. Im Kontext eines von Alfred Tauber herausgegebenen Sammelbands über *Organisms and the Idea of Self*, der die später von Tauber gemeinsam mit Scott Gilbert und Jan Sapp formulierte Idee des Holobionten vorwegnimmt, die auch den Fluchtpunkt von Haraways Arbeiten bildet, fasst Varela die Operationalisierbarkeit ökologischer Relationen in folgende Worte: »The key point, then, is that the organism brings forth and specifies its own domain of problems and actions to be ›solved‹; this cognitive domain does not exist ›out there‹ in an environment that acts as a landing pad for organisms that somehow drops or is parachuted into the world. Instead, living beings and their worlds of meaning stand in relation to each other through mutual specification or co-determination. […] Environmental regularities are the result of a conjoint history, a congruence which unfolds from a long history of co-determination.« Varela, Francisco J.: »Organism. A Meshwork of Selfless Selves«. In: Tauber, Alfred I. (Hg., 1991): *Organism and the Origins of Self*. Dordrecht, Kluwer, S. 79-108. Hier: S. 103.

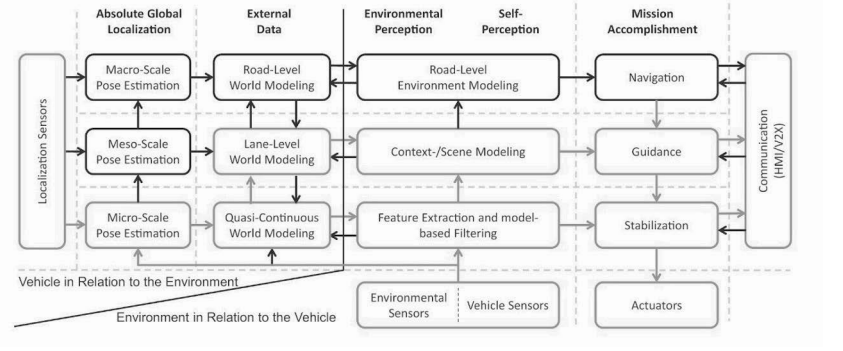
38 Bourgine/Varela: »Towards a Practice of Autonomous Systems«. S. XIII.

zwischen beliebigen Optionen wählen kann, sondern dass seine Organisation auf variable, aber nicht auf beliebige Weise an das *environment* adaptiert ist.

Ein autonomes System braucht also Varela und Bourgine zufolge eine Offenheit möglicher Reaktionen, um auf Ereignisse in seiner Umgebung reagieren zu können und sich ihr anzupassen. Wäre es allein auf determinierte Reaktionen festgelegt, könnte es nicht in ein reziprokes Verhältnis zu seiner Umgebung eintreten. Diese Offenheit ist jedoch kein ontologischer Zustand des autonomen Systems, sondern im Fall selbstfahrender Autos auf ihre probabilistischen Verfahrensweisen zurückzuführen, die durch das *world* bzw. *scene modeling* umgesetzt werden. Innerhalb der Architektur autonomer Fahrzeuge haben die unter diesen Namen zusammengefassten Verfahren eine zentrale Funktion für ihr Verhalten gegenüber der Umgebung.

Die autonomen Umgebungstechnologien, die seitdem entstanden sind, sind in diesem Sinn in unterschiedlichen Entwicklungsschritten mit Umgebungsrelationen befasst, weil sie nicht als isolierte Maschinen, sondern nur in ihrer Relation mit der Umgebung operieren können. Da sie reziprok mit der Umgebung verschränkt sind, müssen sie, um sich in dieser Umgebung bewegen und mit ihr interagieren zu können, diese Relationen in ihren Operationen reproduzieren. Im Gegensatz zu den Robotern, zellulären Automaten und künstlichen Organismen der Vergangenheit verfügen heutige autonome Maschinen über eine Vielzahl leistungsfähiger Sensoren und komplexe Algorithmen zur Filterung sensorischer Daten. Die technischen Herausforderungen bestehen gegenwärtig in der Synthetisierung der Datenströme, der Optimierung von Machine Learning und der Anpassung der Algorithmen an unvorhersagbare Ereignisse.

Abbildung 7.1 – Abstraction Levels of Methods for the Environmental Perception



Quelle: Matthaei, Richard/Maurer, Markus: »Autonomous Driving. A Top-Down-Approach«. In: *Automatisierungstechnik* 63/3 (2015), S. 155-167. Hier: S. 159.

Um zu verstehen, wie autonome Fahrzeuge mit ihren Umgebungen interagieren und dabei Optionen ihres Verhaltens entwerfen, hilft ein Blick auf die Architektur autonomer Fahrzeuge. Abbildung 7.1 stammt aus einem Forschungsprojekt der TU Braunschweig und zeigt in abstrahierter Form eine solche Architektur.[39] Ihre Grundstruktur bildet die Unterscheidung in eine strategische, eine taktische und eine operationale Ebene, die den drei oberen Zeilen entsprechen. Darunter liegt die Ebene der sensorischer Datensammlung sowie der Umsetzung von Manövern. Während die strategische Ebene die Navigation des Autos zwischen zwei Orten betrifft und die operationale Ebene die Ausführung von Fahrmanövern, wird auf der taktischen Ebene das Auto in seiner Umgebung verortet und die Situation analysiert. Während auf allen Ebenen notwendigerweise Algorithmen im Spiel sind, bestehen diese auf der strategischen Ebene im Berechnen von Routen, auf der operationalen Ebene im Steuern und Manövrieren des Fahrzeugs, auf der taktischen Ebene hingegen im Erstellen einer Probabilistik möglicher Welten und der entsprechenden Handlungsoptionen.

In der Abbildung ist zu sehen, wie die sensorischen Daten in das Modul des »Feature Abstraction and Model-Based Filtering« und von dort aus weiter in »Context/Scene Modeling« sowie »Road-Level Environmental Modeling« fließen. Dem entsprechen auf der linken Seite unter den extern zugespielten Daten etwa über Straßenkarten oder die Verkehrslage drei Ebenen des *world modelings*. *Modeling* – ob von Welten oder von Szenen – ist in diesem Kontext nicht die vollständige Repräsentation der Außenwelt gleichsam im Geist der Maschine, sondern das Zusammensetzen von fragmentierten Sensordaten zu einem viablen, d.h. operationsfähigen Modell der für das System wichtigen Umgebungsfaktoren.

7.2 Operationalisierungen der Unsicherheit

Das Modellieren der Umgebung auf der taktischen Ebene kann mit der algorithmischen Verarbeitung von Umgebungsdaten allein nicht erklärt werden, denn die berechneten Wahrscheinlichkeitswerte – über nichts anderes als über Wahrscheinlichkeiten verfügt das Auto – enthalten immer Unwahrscheinlichkeiten und damit mögliche andere Welten, ergo jene alternativen Optionen, die die Voraussetzung seiner Autonomie sind. Das *scene model* entspricht der Wahrscheinlichkeit möglicher Zustände der Umgebung, die stets auch anders sein könnten. Es ist virtuell und operational zugleich. Durch diese Virtualität, in der Wahrscheinlichkeit und Möglichkeit aneinander gekoppelt sind, wird die Vergangenheit ausgewertet, um die Zukunft zu antizipieren und in der Gegenwart zeitkritische Entscheidungen

39 Im Kontext dieses Forschungsprojekts war das selbstfahrende Auto Leonie 2010 das erste Fahrzeug, das auf öffentlichen Straßen fahren durfte – mit einem menschlichen Begleiter.

zu treffen, die diese Zukunft eintreten lassen oder verhindern. Die Autonomie solcher Systeme besteht darin, sich an ihr *environment* adaptieren zu können, weil sie aufgrund ihrer probabilistischen Operationsweisen mit Weltmodellen arbeiten, die auch anders sein könnten und damit die Möglichkeit eröffnen, überhaupt – und damit potentiell anders – zu entscheiden. Diese Offenheit ist die Grundlage ihrer relationalen Verschränkung mit dem *environment*. Das *environment* dieser Technologien ist zugleich relational und probabilistisch – und es kann sich jederzeit ändern. Ein autonomes Fahrzeug ist an eine nicht-determinierte Pfadabhängigkeit gebunden: Dass das System mehrere Lösungen zur Auswahl hat, garantiert sein Fortbestehen, weil es nicht auf einen determinierten Weg festgelegt ist, aber durch seine Kopplung nur bestimmte Möglichkeiten offenstehen.

Diese Offenheit besteht darin, dass die Wahrscheinlichkeiten der Zustände des *environments*, mit denen das System operiert, ihre Unwahrscheinlichkeit als Möglichkeit in sich tragen. Aus technischer Sicht ist ein Wahrscheinlichkeitswert eindeutig und kann als Grundlage erfolgreicher und zuverlässiger Operationen dienen – dass autonome Fahrzeuge weniger Unfälle machen als menschliche Fahrer zeigt dies. Die Unsicherheit des *environments* resultiert in Verfahren der Adaption an diese Unsicherheit, die das autonome System immer stärker mit seinem *environment* verschränken, um es von diesem zu lösen. Als ökologische Relation formuliert: Desto unabhängiger ein autonomes System wird, desto abhängiger wird es. Die technischen Verfahren der Adaption resultieren in diesem Sinn in ökologischen Relationen der Un-/Abhängigkeit. Ein Blick auf die in der Robotik um 1990 entworfene Konzeption von Unsicherheit soll deren Operationalisierung abschließend in den Mittelpunkt stellen.

Die zugrundeliegenden Verfahren der Probabilistik entstehen, wie bereits angedeutet, um 1990 als Antwort auf die Herausforderungen, die inbesondere neue Sensoren bzw. Verarbeitungsalgorithmen an die Robotik stellen. In seinem maßgeblichen Aufsatz »Uncertain Geometry in Robotics« von 1988 setzt der Ingenieur Hugh F. Durrant-Whyte folgerichtig mit der Annahme ein, dass das *environment* eines Roboters unsicher und unvorhersagbar sei.[40] Sein Aufsatz steht stellvertretend für die Versuche dieser Zeit, Unsicherheit probabilistisch durch Algorithmen prozessierbar zu machen. In diesem Kontext wird auch die Unvorhersagbarkeit des *environments* genauer gefasst. Unsicherkeit kann in diesem Kontext zweierlei bedeuten: das Nicht-Wissen des Roboters über seine Position und die Unvorhersagbarkeit der Dynamik des *environments*. Diese Doppelung bildet den epistemologischen Kern der neuen Verfahren, die Teil einer bis in die Gegenwart reichenden Transformation von Epistemologien des Umgebens sind.

Die Konfrontation eines autonomen Roboters mit der doppelten Unvorhersagbarkeit der Welt erfordert Durrant-Whyte zufolge eine Optimierung weniger von

40 Durrant-Whyte: »Uncertain Geometry in Robotics«.

dessen kognitiven und symbolverarbeitenden Kapazitäten als vielmehr von ökologischen Relationen der Un/Abhängigkeit. Mit diesen Herausforderungen kann die Robotik erst umgehen, als es zu dieser Zeit technisch möglich wird, Roboter auch in industriellem Ausmaß nicht nur in den kontrollierten *environments* von Laboren oder Fabrikhallen zu determinierten Aufgaben einzusetzen: »Increasingly, however, robots are being used to recognize objects and environments which are not known a priori and to execute motions which are not predetermined. In these cases an *implicit* allowance for uncertainty is not enough, we must *explicitly* represent errors and have an understanding of how they affect the geometric analysis leading to recognition, manipulation and motion.«[41] Unsicherheit soll also Teil der Operationen des Roboters werden. Die Ersetzung von Eindeutigkeit und sicherem, repräsentationalem Wissen durch Probabilistik, die heute die technische Grundlage autonomer Fahrzeuge bildet, ist also kein Versuch, Unsicherheit zu eliminieren, sondern sie im Gegenteil durch die Verwandlung in Wahrscheinlichkeitswerte operationsfähig zu machen. Zu diesem Zweck erarbeitet die avancierte Robotik dieser Zeit die erläuterten Verfahren, um aus Unsicherheit über die Lokalisierung durch den Vergleich von Sensordaten vor und während der Bewegung des Roboters Wahrscheinlichkeiten zu extrahieren und ein *world model* des *environments* anzulegen, das stets mehrere Optionen des Verhaltens enthält. Dies impliziert, dass das *environment* zwar unvorhersagbar ist – »inherently uncertain«[42] –, aber durch probabilistische Verfahren beherrschbar genug, um mit einer »explicit representation of uncertain geometry«[43] zuverlässig in ihm zu operieren. Damit verbunden ist eine Ausrichtung auf die Zukunft, in der die Unerwartbarkeit liegt.

Das *environment* ist mithin als Verteilung von Wahrscheinlichkeitswerten für den Roboter, die Drohne oder das Fahrzeug eine strukturelle Quelle von Unsicherheit und Unerwartbarkeit. Unsicherheit und Unerwartbarkeit verhindern Autonomie nicht, sondern sind die Voraussetzung für die Adaptionsfähigkeit des Systems an sich ständig wandelnde Umgebungen. Nur dadurch kann die Dynamik des Systems aufrechterhalten werden. Ohne dass dieser Konnex in den zitierten Texten hergestellt würde, spiegelt diese Annahme über das *environment* die Strategien der Resilienz, die von C.S. Holling Mitte der 1970er Jahre formuliert werden, aber erst etwa um 1990 die Grenzen der Ökologie überschreiten. In beiden Kontexten zeigt sich ein neues und bis heute wirksames Verständnis des *environments*. Das *environment* ist für Holling ein Faktor der Fluktuation, Unsicherheit und Kontingenz, der von den umgebenen und koevolutiv mit ihm verschränkten Organismen ein hohes Maß an Adaption und die Herausbildung von Kapazitäten der Absorption von

41 Ebd., S. 851. Hervorhebungen im Original.
42 Ebd.
43 Ebd.

Unsicherheit erfordert, um nach einer Störung neue Schwellenwerte der temporären Stabilität zu erreichen. Das *environment* tritt dabei nicht als determinierender Faktor auf, sondern als reziproker Auslöser von Adaption. Während es bei Holling darum geht, komplexen Systemen angesichts der Unvorhersagbarkeit des *environments* Resilienz anzutrainieren, setzt die Robotik um 1990 dazu an, technische Systeme der autonomen Adaption zu entwickeln, die Unsicherheit zur Grundlage ihrer Probabilistik machen. Beide Tendenzen, so wird nun deutlich, sind Teil einer erneuten Transformation des Begriffs, die eine Veränderung der epistemologischen Verhältnisse von Umgebendem und Umgebenem impliziert und schließlich in der Gegenwart technisch etabliert wird.

Wenn, wie am Ende des dritten Kapitels ausgeführt, das Sicherheitsdispositiv der Gegenwart auf der Durchsetzung von Verhaltensdesigns und Politikmodellen der Resilienz beruht, und wenn im Fall selbstfahrender Autos die Adaption an fluktuierende Zustände des *environments* sowie die Herausbildung entsprechender Kapazitäten der Absorption von Schwankungen ein zentraler Entwicklungsschritt autonomer Technologien sind, dann wird die Bedeutung dieser epistemologischen Verschiebung des *environments* deutlich. Auch autonome Fahrzeuge unterliegen einem »designing for uncertainty«[44], denn ihre Offenheit, sich anders verhalten zu können, ist die Voraussetzung ihrer reziproken Verschränkung mit dem *environment* und damit ihrer Autonomie. Würden sie nicht mit Wahrscheinlichkeiten, sondern mit determinierten Reaktionen auf vorgegebene Reize operieren, könnten sie nicht flexibel und adaptiv interagieren. Wenn Adaption an Unvorhersagbarkeit und Unsicherheit in der Herausbildung von Resilienz resultiert, dann stellen autonome Technologien eine Form implementierter Resilienz dar. Sie sind Instanzen einer Biopolitik, die auf Unsicherheit gründet, sie nutzbar macht und Adaption zum Imperativ wie zum technischen Operationsmodus erhebt.

Auf diese Weise werden die Unvorhersagbarkeit und ergo Unsicherheit des *environments* sowie die Modelle der resilienten Krisenbewältigung nicht nur zum Verhaltensimperativ an flexible, widerstandsfähige Subjekte erhoben, sondern auch als Funktionsprinzip technischer Adaption an unvorhersagbare *environments* etabliert. Die Autonomie derartige Subjekte bzw. technischer Systeme besteht in ihren ökologischen Relationen: sie sind in dem Grad unabhängig von ihrer Umgebung, in dem sie von ihr abhängig sind. Wird diese Umgebung der ökologischen Relation als konstitutiv unsicher definiert und zugleich Autonomie von den Potentialen der Adaption her begriffen, dann kann ein Subjekt bzw. ein technisches System nur noch autonom sein, wenn es die Unsicherheit seines *environments* internalisiert. In dieser Konzeption gibt es keine Adaption ohne Unsicherheit, also kein Verhalten ohne den Umgang mit Unvorhersagbarkeit. Die Verantwortung für Krisenresistenz, Anpassungsfähigkeit und letztlich Überleben wird im Individuum

44 Holling (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. S. 138.

situiert, das seinem *environment* weder gegenübersteht nochvon ihm determiniert wird, sondern dessen Unsicherheit teilt.

Regierung durch Regulation der Zirkulation, so wie sie Michel Foucault für das Sicherheitsdispositiv des *milieus* beschrieben hat, wird unter der Ägide der Resilienz zur Regierung durch Adaption an unsichere *environments*. Adaption bedeutet hier Anpassung an Unvorhersagbarkeit und Unsicherheit. Sie umfasst nicht mehr nur Organismen, sondern auch Maschinen. Wenn diese Maschinen wiederum zu allumfassenden *environments* von Menschen werden, zu einer »originary ›environmental condition‹«[45], dann werden künstliche Umgebungen zur Grundlage einer Biopolitik, die das Lebendige durch Umgebungsrelationen zu gestalten vermag. Dabei erscheint »uncertainty as a fundamental facet of environmental life rather than as a distasteful transition to attainable certainty«[46]. Foucaults Frage ›Wie nicht auf diese Weise und nicht um diesen Preis regiert werden?‹ könnte man heute in zwei unterschiedliche Fragen umformulieren: ›Wie nicht vom *environment* determiniert werden?‹ und ›Wie sich nicht auf diese Weise adaptieren?‹.[47] Doch so wenig es ein Leben ohne Regierung und Regulation gibt, so wenig gibt es ein Leben ohne Umgebung und ohne Adaption. Es gibt, in anderen Worten, keine unumgebene Umgebung und keinen Ausstieg aus Umgebungsrelationen.

7.3 Am Ende: Unbequeme Begriffe und unsichere *environments*

Die erläuterten technischen Verfahren der Lokalisierung, Sensorik und Probabilistik sorgen für die Unabhängigkeit adaptiver Umgebungstechnologien, indem sie diese immer stärker an ihr *environment* binden und die Abhängigkeit steigern. In dieser ökologischen Relation bringen die Umgebungetechnologien autonomer Fahrzeuge mit unterschiedlichen Verfahren Verhältnisse des Umgebens hervor, indem sie sich in ihren *environments* bewegen. Das bedeutet jedoch noch nicht, dass es zu ihrem Verständnis reicht, sie als Ökologien zu bezeichnen und deren Modelle und Metaphern in Anschlag zu bringen, denn damit ist über die Spezifik ihrer Relationen noch nichts gesagt. Erst wenn man rekonstruiert, wie diese Relationen gestaltet werden, kann man anhand ihrer Abhängigkeiten und Unabhängigkeiten nachzeichnen, wie durch die Hervorbringung von Umgebungsrelationen in konkreten technischen Konstellationen *environments* zu Objekten der Adaption werden und Macht auf Umgebenes durch Umgebendes ausgeübt wird. Einige Einblicke in die historische Vielfalt solcher Machtkonstellationen hat dieses Buch für den Begriff *environment* durchgespielt.

45 Hansen: »Ubiquitous Sensation«. S. 84.
46 Holling (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. S. 139.
47 Vgl. Foucault, Michel (1996): *Was ist Kritik?* Berlin, Merve. S. 12.

Es ist kein Zufall, dass die Debatten um die Umgebungstechnologien der Gegenwart mit dem Begriff *environment* operieren, diesen verändern und neu prägen, aber nur selten auf *Umwelt* oder *milieu* zurückgreifen. Die Entwicklung von Umgebungstechnologien hat Teil an der Geschichte dieses Begriffs, denn sie manifestiert jene Transformation von etwas Anti-Artifiziellem in etwas Technisches, Synthetisches, Gestaltbares und schließlich in etwas Unsicheres, die diesen Begriff begleitet. Die *environmental technologies* der Gegenwart können nur verstanden werden, wenn man sie in den Kontext jener begrifflichen Transformationen setzt, in denen auf andere Weise als für *Umwelt* oder *milieu* aus dem der Technik entgegengesetzten *environment* durch *environmental design*, *environmental management* und *environmental engineering* veränderbare *environments* und schließlich *environments* der Unsicherheit geworden sind. Historisch betrachtet ist die gegenwärtige Dominanz der Unsicherheit ein Effekt der Abkehr von Modellen des Gleichgewichts und der Stabilität zugunsten der Dynamik unvorhersagbarer Fluktuationen, die in der akademischen Ökologie um 1970 diskutiert wird (und die die populäre Ökologie sowie ihre theoretischen Aneignungen bis heute nicht erreicht hat). Damit geht eine Abkehr von Techniken der Regulation hin zu Maßnahmen der Adaption einher. Betrachtet man Umgebungsrelationen nicht als gegebene Einheiten, sondern als Bestandteile jener in diesem Buch beschriebenen Epistemologien des Umgebens, dann werden auch die gegenwärtigen Transformationen des Begriffs *environment* deutlich. Er stellt keineswegs eine ahistorische oder gar unschuldige Beschreibung bereit, sondern ist als Bestandteil von Epistemologien des Umgebens in die technische Durchdringung von Umgebungsräumen involviert.

Was aktuell unter dem Begriff Medienökologie verhandelt wird, sollte also nach den Anleihen aus dieser Geschichte befragt werden. Wendet man Konzepte wie Ökosystem, Emergenz oder Relationalität schlicht als Erklärungsmuster an, verliert man die Involviertheit dieser Konzepte in diese Geschichte aus dem Blick. Vielmehr sollte gefragt werden, was sie zu unterschiedlichen Zeitpunkten in verschiedenen Kontexten plausibel macht – vor allem also, warum gegenwärtig ökologische Beschreibungen so evident erscheinen und welche Rolle der Begriff des *environments* sowie die von ihm benannten Umgebungsrelationen dabei spielen. Keineswegs soll mit dieser kritischen Einschätzung die Produktivität des Begriffs *environment* geleugnet werden, Probleme und Fragen auf neue Weise zu formulieren, Alternativen zu benennen und zu einer nachhaltigeren Praxis anzuleiten. Die Relationen des Umgebens können Wechselverhältnisse in ihrer Komplexität und Verschränktheit erfassen. Dennoch bringt die Selbstverständlichkeit des Begriffs *environment* – und analog von Ökologie – die Gefahr mit sich, die unterschiedlichen Etappen der Biopolitik des Umgebens zugunsten einer vermeintlichen Verbundenheit, Emergenz, Stabilität oder Harmonie zu übersehen. Eine allgemeine Relationalität sollte nicht an die Stelle der Spezifik von Umgebungsrelationen treten. In den im Verlauf des Buches beschriebenen Systemen ist keinesfalls alles mit allem

verbunden. Vielmehr stellen jede Verbindung und jede Relation Einsatzpunkte von Macht dar und können zum Gegenstand technischer Verfahren werden.

Die Suggestivkraft des Begriffs, die in den im letzten Kapitel behandelten Abbildungen deutlich wird, legt nahe, dass lediglich Linien zu Kreisen gebogen werden müssen, um das Gleichgewicht zu rekalibrieren und zu einer stabilen Relationalität zurückzukehren, in der alles mit allem verbunden ist. Wenn, wie die ökologische Prämisse der 1970er Jahre besagt, in einem Ökosystem alles auf alles wirkt, dann muss nicht länger spezifiziert werden, was wie zusammenhängt, weil alles zusammenhängt. Der Begriff *environment* steht immer bereit, um die Vielfalt dessen, was man beschreiben will, durch die ökologische Verbundenheit zu einem Singular zusammenzufügen, der auch im Plural die Heterogenität desjenigen, was er umfassen soll, eingehegt hat – als transzendentaler, geradezu bequemer Begriff. Ihn unbequem zu machen war die Aufgabe dieses Buches.

Danksagung

Ohne viele Blicke, Stimmen und Gesten wäre dieses Buch nicht entstanden. Für Kommentare, Unterstützung und gemeinsames Nachdenken danke ich Antoine Balga, Weihong Bao, Peter Berz, Armin Beverungen, Horst Bredekamp, Hubertus Büschel, Mathias Denecke, Anne Dippel, Christoph Eggersglüß, Christoph Engemann, Andreas Folkers, Alexander Friedrich, Moritz Gleich, Novina Göhlsdorf, Vinzenz Hediger, Julia Heunemann, Florian Hoof, Erich Hörl, Rembert Hüser, Dawid Kasprowicz, Yasemin Kis, Matthias Koch, Anne Kockelkorn, Joachim Krausse, Thomas Lemke, Petra Löffler, Martin Müller, Jan Müggenburg, John Durham Peters, Ben Peters, Claus Pias, Thomas Pringle, Wolfgang Schäffner, Eva Schauerte, Gottfried Schnödl, Isabell Schrickel, Antonio Somaini, Andreas Sudmann, Stephan Trinkaus, Christina Vagt, Sebastian Vehlken, Mareike Vennen, Christian Voller, Christina Wessely, Regina Wuzella und Hannah Zindel.

Die Johanna Quandt Young Academy hat es mir mit einem Sabbatical Fellowship im Wintersemester 2018/2019 erlaubt, dieses Buch fertigzustellen und darüber hinaus die Publikation als Open Access ermöglicht. Dem Forschungszentrum für Historische Geisteswissenschaften der Goethe Universität Frankfurt danke ich für die großzügige Finanzierung der Druckkosten.

Bibliographie

Acheson, A. L. K./Chant, J. F./Prachowny, M. F. J. (Hg., 1972): *Bretton Woods Revisited. Evaluations of the International Monetary Fund and the International Bank for Recontruction and Development*. Toronto, University of Toronto Press.

Acot, Pascal (1988): *Histoire de l'ecologie*. Paris, Presses universitaires de France.

Adams, Ross Exo: »Notes from the Resilient City«. In: *Log* 23/3 (2014), S. 126-139.

Adolphs, E. F.: »Early Concepts of Physiological Regulations«. In: *Physiological Review* 41/4 (1961), S. 737-770.

Adorno, Theodor W. (1951): *Minima Moralia*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Agamben, Giorgio (2002): *Homo sacer. Die souveräne Macht und das nackte Leben*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Agee, James/Johnson, Darryll (Hg., 1988): *Ecosystem Management for Parks and Wilderness*. Seattle, University of Washington Press.

Alexander, D. E.: »Resilience and Disaster Risk Reduction. An Etymological Journey«. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13/11 (2013), S. 2707-2716.

Allan, Kenneth R.: »Marshall McLuhan and the Counterenvironment«. In: *Art Journal* 73/4 (2015), S. 22-45.

Allee, W. C./Emerson, Alfred E./Park, Orlando/Park, Thomas/Schmidt, Karl P. (1949): *Principles of Animal Ecology*. Philadelphia, Saunders.

Allen, Garland E.: »J.S. Haldane. The Development of the Idea of Control Mechanisms in Respiration«. In: *Journal for the History of Medicine* 22/4 (1967), S. 392-412.

Allen, Garland E. (1975): *Life Science in the 20th Century*. New York, Wiley.

Allen, Garland E.: »Mechanism, Vitalism and Organicism in Late Nineteenth and Twentieth-Century Biology. The Importance of Historical Context«. In: *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36/2 (2005), S. 261-283.

Allen, John (1991): *Biosphere 2. The Human Experiment*. New York, Viking.

Allen, John/Nelson, Mark (1986): *Space Biospheres*. Santa Fe, Synergetic Press.

Altheide, David L. (1995): *An Ecology of Communication. Cultural Formats of Control*. New York, De Gruyter.

Ambasz, Emilio (Hg., 2006): *The Universitas Project. Solutions for a Post-Technological Society*. New York, Museum of Modern Art.

Anders, Günther (1994): *Der Blick vom Mond. Reflexionen über Weltraumflüge*. München, Beck.

Andrewartha, H. G./Birch, Charles (1984): *The Ecological Web. More on the Distribution and Abundance of Animals*. Chicago, University of Chicago Press.

Angerer, Marie-Luise (2017): *Affektökologie. Intensive Milieus und zufällige Begegnungen*. Lüneburg, Meson Press.

Anker, Peder (2001): *Imperial Ecology. Environmental Order in the British Empire, 1895-1945*. Cambridge, Harvard University Press.

Anker, Peder: »The Closed World of Ecological Architecture«. In: *The Journal of Architecture* 10/5 (2005), S. 527-552.

Anker, Peder: »The Ecological Colonization of Space«. In: *Environmental History* 10/2 (2005), S. 239-268.

Anker, Peder: »Buckminster Fuller as Captain of Spaceship Earth«. In: *Minerva* 45/4 (2007), S. 417-434.

Anker, Peder (2010): *From Bauhaus to Ecohouse. A History of Ecological Design*. Baton Rouge, Louisiana State University Press.

Anonym: »Life and Death«. In: *Nature* 122/3075 (1928), S. 501-503.

Anonym: »Discussion: Techniques of Learning«. In: Thomas, William L./Sauer, Carl O./Bates, Marston et al. (Hg., 1956): *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago, University of Chicago Press, S. 944-958.

Apian, Peter (1574): *Cosmographia*. Antwerpen, Ioannem VVithagium.

Appenzeller, T.: »Biosphere 2 Makes a New Bid for Scientific Credibility«. In: *Science* 263/5152 (1994), S. 1368-1369.

Arendt, Hannah (1970): *Vita Activa. Oder vom tätigen Leben*. Stuttgart, Kohlhammer.

Aristoteles (1987): *Physik*. Hamburg, Meiner.

Aronowsky, Leah V.: »Of Astronauts and Algae. NASA and the Dream of Multispecies Spaceflight«. In: *Environmental Humanities* 9/2 (2017), S. 359-377.

Asaro, Peter M.: »From Mechanisms of Adaptation to lntelligence Amplifiers. The Philosophy of W. Ross Ashby«. In: Husbands, Phil/Holland, Owen/Wheeler, Michael (Hg., 2008): *The Mechanical Mind in History*. Cambridge, MIT Press, S. 149-184.

Asendorf, Christoph (1984): *Batterien der Lebenskraft. Zur Geschichte der Dinge und ihrer Wahrnehmung im 19. Jahrhundert*. Berlin, Anabas.

Ashby, W. Ross: »Adaptiveness and Equilibrium«. In: *British Journal of Psychiatry* 86/362 (1940), S. 478-483.

Ashby, W. Ross: »The Physical Origin of Adaptation by Trial and Error«. In: *Journal of General Psychology* 32/1 (1945), S. 13-25.

Ashby, W. Ross: »Principles of the Self-Organizing Dynamic System«. In: *The Journal of General Psychology* 37/2 (1947), S. 125-128.

Ashby, W. Ross: »The Homeostat«. In: *Electronic engineering* 20/12 (1948), S. 379-383.

Ashby, W. Ross (1954): *Design for a Brain*. New York, Wiley.

Ashby, W. Ross (1956): *An Introduction to Cybernetics*. London, Chapman & Hall.

Ashby, W. Ross: »Homeostasis (1956)«. In: Pias, Claus (Hg., 2005): *Kybernetik – Cybernetics. Band 1*. Berlin, Diaphanes, S. 593-619.

Ashby, W. Ross: »Principles of the Self-Organizing System«. In: Foerster, Heinz von/Zopf, G. W. (Hg., 1962): *Principles of Self-Organization. Transactions of the University of Illinois Symposium*. London, Pergamon Press, S. 255-278.

Auerbach, Joel: »Biosphere 2. Bogus New World«. In: *Washington Post* (8. Januar 1992).

Ayala, Francisco José: »Introduction«. In: ders./Dobzhansky, Theodosius (Hg., 1974): *Studies in the Philosophy of Biology. Reduction and Related Problems*. Berkeley, University of California Press, S. VI-XVIII.

Ayres, Peter G. (2012): *Shaping Ecology. The Life of Arthur Tansley*. Malden, Wiley-Blackwell.

Bachelard, Gaston (1987): *Der neue wissenschaftliche Geist*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Bailey, Nathan (1727): *Universal Etymological English Dictionary*. London, Cox.

Baird, George (2001): *The Architectural Expression of Environmental Control Systems*. London, Spon Press.

Balke, Friedrich/Muhle, Maria: »Einführung«. In: ders./dies. (Hg., 2016): *Räume und Medien des Regierens*. Paderborn, Fink, S. 8-23.

Balke, Friedrich/Muhle, Maria (Hg., 2016): *Räume und Medien des Regierens*. Paderborn, Fink.

Banham, Reyner: »Stocktaking«. In: *Architectural Review* 127 (1960), S. 93-100.

Banham, Reyner (1960): *Theory and Design in the First Machine Age*. New York, Praeger.

Banham, Reyner: »The Environmentalist«. In: *Program* 2 (1962), S. 57-64.

Banham, Reyner: »A Home is not a House«. In: *Art in America* 2/2 (1965), S. 70-79.

Banham, Reyner: »Monumental Wind-bags«. In: *New Society* 11/290 (1968), S. 569-570.

Banham, Reyner (1969): *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. Chicago, University of Chicago Press.

Banham, Reyner (Hg., 1974): *The Aspen Papers. Twenty Years of Design Theory from the International Design Conference in Aspen*. New York, Praeger.

Banham, Reyner (1976): *Megastructure*. London, Thames and Hudson.

Banham, Reyner (1986): *A Concrete Atlantis. U.S. Industrial Building and European Modern Architecture, 1900-1925*. Cambridge, MIT Press.

Bank, Michael/Brubakk, Alf O.: »J.S. Haldane, the First Environmental Physiologist«. In: ders./ders. (Hg., 2009): *The Future of Diving. 100 Years of Haldane and Beyond*. Washington, Smithsonian Press, S. 5-10.

Barber, Daniel A. (2016): *A House in the Sun. Modern Architecture and Solar Energy in the Cold War*. New York, Oxford University Press.

Barbour, Michael G.: »Ecological Fragmentation in the Fifties«. In: Cronon, William (Hg., 1995): *Uncommon Ground. Toward Reinventing Nature*. New York, W.W. Norton & Co., S. 233-255.

Barrow, John D./Morris, Simon Conway/Freeland, Stephen J./Harper, Charles L. (2008): *Fitness of the Cosmos for Life. Biochemistry and Fine-Tuning*. Cambridge, Cambridge University Press.

Bateson, Gregory: »Form, Substance, and Difference«. In: ders. (Hg., 1972): *Steps to an Ecology of Mind*. Chicago, University of Chicago Press, S. 448-464.

Baudrillard, Jean: »The Environmental Witch-Hunt. Statement by the French Group«. In: Banham, Reyner (Hg., 1974): *The Aspen Papers. Twenty Years of Design Theory from the International Design Conference in Aspen*. New York, Praeger, S. 208-210.

Baudrillard, Jean: »Warum Ökologie? Eine Diskussion zwischen *Liberation*, Brice Lalonde, Dominique Simonnet, Laurent Samuel und Jean Baudrillard«. In: ders. (1978): *Kool Killer oder Der Aufstand der Zeichen*. Berlin, Merve, S. 119-127.

Baudrillard, Jean: »Design and Environment. Or, The Inflationary Curve of Political Economy [1972]«. In: Ambasz, Emilio (Hg., 2006): *The Universitas Project. Solutions for a Post-Technological Society*. New York, Museum of Modern Art, S. 50-66.

Beck, Martin: »Panel 2. ›Nothing Better than a Touch of Ecology and Catastrophe to Unite the Social Classes…‹«. In: ders. (Hg., 2012): *The Aspen Complex*. Berlin, Sternberg Press, S. 8-29.

Beech, Martin (2009): *Terraforming. The Creating of Habitable Worlds*. New York, Springer.

Beever, Jonathan: »Baudrillard's Simulated Ecology«. In: *Sign Systems Studies* 41/1 (2013), S. 82-92.

Belkin, Andrey (2017): *World Modeling for Intelligent Autonomous Systems*. Karlsruhe, KIT Scientific Publishing.

Bellamy Foster, John/Clark, Brett: »The Sociology of Ecology«. In: *Organization & Environment* 21/3 (2008), S. 311-352.

Bell, Garrett de (Hg., 1970): *The Environmental Handbook. Prepared for the First National Environmental Teach-In*. New York, Ballantine.

Benison, Saul/Barger, A. Clifford/Wolfe, Elin: »Walter B. Cannon and the Mystery of Shock. A Study of Anglo-American Cooperation in World War I«. In: *Medical History* 35/2 (1991), S. 217-249.

Bennett, Jane: »The Agency of Assemblages and the North American Blackout«. In: *Public Culture* 17/3 (2005), S. 445-465.

Bennett, Jane (2010): *Vibrant Matter. A Political Ecology of Things*. Durham, Duke University Press.

Benson, Etienne (2010): *Wired Wilderness. Technologies of Tracking and the Making of Modern Wildlife*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Benson, Keith: »Biology's ›Phoenix‹. Historical Perspectives on the Importance of the Organism«. In: *American Zoologist* 29/3 (1989), S. 1067-1074.

Benton, E.: »Vitalism in Nineteenth-Century Scientific Thought. A Typology and Reassessment«. In: *Studies In History and Philosophy of Science, Part A* 5/1 (1974), S. 17-48.

Bergandi, Donato: »›Reductionist Holism‹. An Oxymoron or Philosophical Chimera of E. P. Odum's Systems Ecology«. In: *Ludus Vitalis* 3/5 (1995), S. 145-180.

Bergandi, Donato: »Multifaceted Ecology Between Organicism, Emergentism and Reductionism«. In: Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S. 31-44.

Bergermann, Ulrike: »Das Planetarische. Vom Denken und Abbilden des ganzen Globus«. In: dies./Otto, Isabell/Schabacher, Gabriele (Hg., 2010): *Das Planetarische. Kultur - Technik - Medien im postglobalen Zeitalter*. München, Fink, S. 17-41.

Bergermann, Ulrike (2015): *Leere Fächer. Gründungsdiskurse in Kybernetik und Medienwissenschaft*. Münster, Lit.

Bergson, Henri (1896): *Matière et mémoire*. Paris, Felix Alcan.

Bergson, Henri (2005): *Matter and Memory*. New York, Zone Books.

Bernal, John Desmond (1929): *The World, The Flesh And The Devil*. New York, Paul, Trench & Trubner.

Bernard, Claude (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, Baillière.

Bernard, Claude (1966): *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris, Garnier-Flammarion.

Bertalanffy, Ludwig von (1928): *Kritische Theorie der Formbildung*. Berlin, Bornträger.

Bertalanffy, Ludwig von (1932): *Theoretische Biologie. Band 1: Allgemeine Theorie, Physikochemie, Aufbau und Entwicklung des Organismus*. Berlin, Bornträger.

Bertalanffy, Ludwig von (1942): *Theoretische Biologie. Band 2: Stoffwechsel, Wachstum*. Berlin, Bornträger.

Bertalanffy, Ludwig von: »The Theory of Open Systems in Physics and Biology«. In: *Science & Education* 111/January 13 (1950), S. 23-29.

Bertalanffy, Ludwig von (1953): *Biophysik des Fließgleichgewichts*. Vieweg, Braunschweig.

Bertalanffy, Ludwig von (1968): *General System Theory*. New York, Braziller.

Berz, Peter: »Die Lebewesen und ihre Medien«. In: Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 23-50.

Berz, Peter: »Contenant Contenu. Anordnungen des Enthaltens«. In: Härtel, Insa/Knellessen, Olaf (Hg., 2012): *Das Motiv der Kästchenwahl. Container in Psychoanalyse, Kunst, Kultur*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, S. 133-154.

Beyerer, Jürgen/Gheţa, Ioana/Heizmann, Michael/Belkin, Andrey: »World Modeling for Autonomous Systems«. In: Dillmann, Rüdiger/Beyerer, Jürgen/Hane-

beck, Uwe et al. (Hg., 2010): *KI 2010. Advances in Artificial Intelligence.* Berlin, Springer, S. 176-183.

Beyers, Robert J.: »The Metabolism of Twelve Aquatic Laboratory Microecosystems«. In: *Ecological Monographs,* 33/4 (1962), S. 281-306.

Beyers, Robert J./Odum, Howard T. (1993): *Ecological Microcosms*. New York, Springer.

Billings, W. Dwight: »The Environmental Complex in Relation to Plant Growth and Distribution«. In: *Quarterly Review of Biology* 27/3 (1952), S. 251-265.

Billings, W. Dwight (1964): *Plants, Man, and the Ecosystem*. Belmont, Wadsworth.

Blair, Frank/Auerbach, Stanley I./Gates, David M./Inger, Robert F./Ketchum, Bostwick H.: »The Importance of Ecology and the Study of Ecosystems«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 154-158.

Blumenberg, Hans (1981): *Die Genesis der kopernikanischen Welt*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Blumenberg, Hans (1997): *Die Vollzähligkeit der Sterne*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Bocking, Stephen (1997): *Ecologists and Environmental Politics. A History of Contemporary Ecology*. New Haven, Yale University Press.

Bondi, Damiano: »Gaia and the Anthropocene; or, The Return of Teleology«. In: *Telos* 172/3 (2015), S. 125-137.

Bookchin, Murray (1962): *Our Synthetic Environment*. New York, Knopf.

Borck, Cornelius: »Die Weisheit der Homöostase. Walter B. Cannons integrierte Theorie des Organismus«. In: *Zeithistorische Forschungen* 11/3 (2014), S. 472-477.

Boulding, Kenneth E.: »The Economics of the Coming Spaceship Earth«. In: Jarrett, Henry (Hg., 1966): *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore, John Hopkins University Press, S. 3-14.

Bourgine, Paul/Varela, Francisco J.: »Towards a Practice of Autonomous Systems«. In: ders./ders. (Hg., 1992): *Towards a Practice of Autonomous Systems. Proceedings of the First European Conference on Artificial Life*. Cambridge, MIT Press, S. XI-XVIII.

Bowker, Geoffrey: »How to be Universal. Some Cybernetic Strategies, 1943-70«. In: *Social Studies of Science* 23/1 (1993), S. 107-127.

Bowker, Geoffrey/Chou, Ray-Shyng: »Ashby's Notion of Memory and the Ontology of Technical Evolution«. In: *International Journal of General Systems* 38/2 (2009), S. 129-137.

Boycott, A. E./Damant, G. C. C./Haldane, John Scott: »The Prevention of Compressed-air Illness«. In: *Journal of Hygiene* 8/3 (1908), S. 342-443.

Boycott, A. E./Haldane, John Scott: »The Effects of Low Atmospheric Pressures on Respiration«. In: *Journal of Physiology* 37/5 (1908), S. 355-377.

Braidotti, Rosi (Hg., 2019): *Posthuman Ecologies. Complexity and Process after Deleuze*. London, Rowman & Littlefield.

Bramwell, Anna (1985): *Blood and Soil. Richard Walther Darré and Hitler's Green Party*. Abbotsbrook, Kensal Press.

Bramwell, Anna (1989): *Ecology in the 20th Century. A History*. New Haven, Yale University Press.

Brand, Fridolin/Jax, Kurt: »Focusing the Meaning(s) of Resilience. Resilience as a Descriptive Concept and a Boundary Object«. In: *Ecology and Society* 23/1 (2007), S. 1-16.

Brandstetter, Thomas: »Vom Nachleben in der Wissenschaftsgeschichte«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 1 (2009), S. 73-79.

Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin: »Einleitung«. In: ders./dies. (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 7-21.

Braun, Bruce P.: »A New Urban Dispositif. Governing Life in an Age of Climate Change«. In: *Environment and Planning D* 32/1 (2014), S. 49-64.

Braun, Wernher von: »Crossing the Last Frontier«. In: *Collier's Weekly* (22. März 1952), S. 24-29.

Bredekamp, Horst (2005): *Darwins Korallen. Die frühen Evolutionsdiagramme und die Tradition der Naturgeschichte*. Berlin, Wagenbach.

Bröckling, Ulrich (2017): *Gute Hirten führen sanft. Über Menschenregierungskünste*. Berlin, Suhrkamp.

Bröckling, Ulrich/Krasmann, Susanne/Lemke, Thomas (Hg., 2010): *Gouvernementalität der Gegenwart. Studien zur Ökonomisierung des Sozialen*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Brooks, Rodney: »New Approaches to Robotics«. In: *Science* 253/5025 (1991), S. 1227-1232.

Brothers, A.C.: »Weapons Systems«. In: *Architectural Review* 126 (1960), S. 184-185.

Brown, Mark T.: »A Picture is Worth a Thousand Words. Energy Systems Language and Simulation«. In: *Ecological Modelling* 178/1-2 (2004), S. 83-100.

Brüggemeier, Franz-Josef/Cioc, Mark/Zeller, Thomas (Hg., 2005): *How Green were the Nazis? Nature, Environment, and Nation in the Third Reich*. Athens, Ohio University Press.

Bryant, William (2006): *Whole System, Whole Earth. The Convergence of Technology and Ecology in Twentieth-Century American Culture*. Dissertation, University of Iowa.

Buchanan, Brett (2008): *Onto-Ethologies. The Animal Environments of Uexküll, Heidegger, Merleau-Ponty, and Deleuze*. New York, University of New York Press.

Bud, Robert (1993): *The Uses of Life. A History of Biotechnology*. Cambridge, Cambridge University Press.

Bühler, Benjamin: »Austernwirtschaft und politische Ökologie«. In: Heiden, Anne von der/Vogl, Joseph (Hg., 2007): *Politische Zoologie*. Zürich, Berlin, Diaphanes, S. 275-286.

Bühler, Benjamin: »Kreise des Lebendigen. Geschlossene und offene Räume in der Umweltlehre und philosophischen Anthropologie«. In: Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 67-90.

Bühler, Benjamin: »See«. In: ders./Rieger, Stefan (Hg., 2014): *Kultur. Ein Machinarium des Wissens*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 206-218.

Bühler, Benjamin (2018): *Ökologische Gouvernementalität. Zur Geschichte einer Regierungsform*. Bielefeld, Transcript.

Burchert, Linn (2019): *Das Bild als Lebensraum. Ökologische Wirkungskonzepte in der abstrakten Kunst, 1910-1960*. Bielefeld, Transcript.

Burgard, Wolfram/Hebert, Martial/Bennewitz, Maren: »World Modeling«. In: Siciliano, Bruno/Khatib, Oussama (Hg., 2016): *Springer Handbook of Robotics*. Berlin, Springer, S. 1134-1151.

Busbea, Larry: »Metadesign. Object and Environment in France, c. 1970«. In: *Design Issues* 25/4 (2009), S. 103-119.

Busbea, Larry D.: »Soft Control Material. Environment and Design c. 1970«. In: *Journal of Design History* 30/2 (2016), S. 139-156.

Caldwell, Lynton: »Environment. A New Focus for Public Policy?«. In: *Public Administration Review* 23/3 (1963), S. 132-139.

Caldwell, Lynton: »Biopolitics. Science, Ethics, and Public Policy«. In: *Yale Review* 54/1 (1964), S. 1-16.

Caldwell, Lynton/van Ness, William: »A National Policy for the Environment. Report«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 87-128.

Canguilhem, Georges: »Die Herausbildung des Konzepts der biologischen Regulation im 18. und 19. Jahrhundert«. In: ders. (1979): *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 89-109.

Canguilhem, Georges: »Aspekte des Vitalismus«. In: ders. (Hg., 2009): *Die Erkenntnis des Lebens*. Berlin, August, S. 149-182.

Canguilhem, Georges: »Das Lebendige und sein Milieu«. In: ders. (Hg., 2009): *Die Erkenntnis des Lebens*. Berlin, August, S. 242-279.

Canguilhem, Georges: »Regulation«. In: ders. (2017): *Regulation und Leben*. Berlin, August, S. 123-139.

Canguilhem, Georges (2017): *Regulation und Leben*. Berlin, August.

Cannon, Walter B.: »The Emergency Function of the Adrenal Medulla in Pain and the Major Emotions«. In: *American Journal of Physiology* 33/2 (1914), S. 356-372.

Cannon, Walter B. (1932): *The Wisdom of the Body*. New York, Norton.

Cannon, Walter B.: »The Body Physiologic and the Body Politic«. In: *Science* 93/2401, S. 1-10.

Cannon, Walter B.: »Biographical Memoir of Lawrence J. Henderson«. In: *Biographical Memoirs of the National Academy of Science* 23 (1946), S. 31-58.

Cantor, G.N.: »The Theological Significance of Ethers«. In: ders./Hodge, M.J.S. (Hg., 1981): *Conceptions of Ether. Studies in the History of Ether Theories 1740-1900*. Cambridge, Cambridge University Press, S. 135-156.

Capra, Fritjof (1983): *The Turning Point. Science, Society, and the Rising Culture*. Toronto, Bantam Books.

Capra, Fritjof (1996): *The Web of Life. A New Scientific Understanding of Living Systems*. United States, Doubleday.

Capra, Fritjof (2010): *The Tao of Physics. An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism*. Boston, Shambhala.

Carey, James W.: »Mumford and McLuhan. The Roots of Modern Media Analysis«. In: *Journal of Communication* 31/3 (1981), S. 162-176.

Carey, James W./Quirk, John J.: »The Mythos of Electronic Revolution«. In: *The American Scholar* 39/40 (1970), S. 219-241; 395-424.

Cariani, Peter: »The Homeostat as Embodiment of Adaptive Control«. In: *International Journal of General Systems* 38/2 (2009), S. 139-154.

Carnelley, Thomas/Haldane, John Scott: »The Air of Sewers«. In: *Proceedings of the Royal Society of London* 42/251 (1887), S. 501-522.

Carson, Rachel (1962): *Silent Spring*. Boston, Houghton Mifflin.

Carson, Rachel: »The Pollution of our Environment«. In: dies. (1998): *Lost Woods. The Discovered Writing of Rachel Carson*. Boston, Beacon Press, S. 227-245.

Carter, Luther: »Earth Day. A Fresh Way of Perceiving the Environment«. In: *Science & Education* 168/3931 (1970), S. 558-559.

Casillo, Robert: »Lewis Mumford and the Organicist Concept in Social Thought«. In: *Journal of the History of Ideas* 53/1 (1992), S. 91-116.

Cassidy, W. B. (Hg., 1969): *Bioengineering and Cabin Ecology*. Washington, American Astronautical Society.

Cassirer, Ernst: »Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit. Band 4«. In: ders. (1998): *Gesammelte Werke. Hamburger Ausgabe. Band 5*. Hamburg, Meiner.

Cavell, Richard (2002): *McLuhan in Space. A Cultural Geography*. Toronto, University of Toronto Press.

Cazelles, Émile-Honoré: »Les principes de la biologie d'après M. Herbert Spencer«. In: *La Revue des cours scientifiques* 33/1 (1876), S. 146-160, 178–183.

Ceruzzi, Paul E. (2018): *GPS*. Cambridge, MIT Press.

Chambers, Nancy Kent/Buchman, Timothy G.: »Shock at the Millenium I. Walter B. Cannon and Alfred Blalock«. In: *Shock* 13/6 (2000), S. 497-504.

Chambers, Nancy Kent/Buchman, Timothy G.: »Shock at the Millenium II. Walter B. Cannon and Lawrence Henderson«. In: *Shock* 16/4 (2001), S. 278-284.

Chandler, David (2014): *Resilience. The Governance of Complexity*. London, Routledge.

Chandler, David: »Resilience. The Societalization of Security«. In: ders./Reid, Julian (Hg., 2016): *The Neoliberal Subject. Resilience, Adaptation and Vulnerability*. London, Rowman & Littlefield, S. 27-50.

Chandler, David/Reid, Julian: »Introduction«. In: ders./ders. (Hg., 2016): *The Neoliberal Subject. Resilience, Adaptation and Vulnerability*. London, Rowman & Littlefield, S. 1-8.

Chapman, Royal Norton (1931): *Animal Ecology*. New York, McGraw-Hill.

Charvolin, Florian: »1970. L'année clef pour la définition de l'environnement en France«. In: *La Revue pour l'histoire du CNRS* 4 (2001).

Cheung, Tobias: »Außenwelt und Organismus. Überlegungen zu einer begriffsgeschichtlichen Konstellation um 1800«. In: *Forum interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 1/2 (2012), S. 8-14.

Cheung, Tobias (2014): *Organismen. Agenten zwischen Innen- und Außenwelten 1780-1860*. Bielefeld, Transcript.

Chien, Jui-Pi: »Of Animals and Men. A Study of Umwelt in Uexküll, Cassirer, and Heidegger«. In: *Concentric: Literary and Cultural Studies* 32/1 (2006), S. 57-79.

Chien, Jui-Pi: »Umwelt, Milieu(x), and Environment. A Survey of Cross-Cultural Concept Mutations«. In: *Semiotica* 167/1 (2007), S. 65-89.

Cittadino, Eugene (2002): *Nature as the Laboratory. Darwinian Plant Ecology in the German Empire, 1880-1900*. Cambridge, Cambridge University Press.

Clarke, Bruce: »Neocybernetics of Gaia. The Emergence of Second-Order Gaia Theory«. In: Crist, Eileen/Rinker, H. Bruce (Hg., 2009): *Gaia in Turmoil. Climate Change, Biodepletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis*. Cambridge, MIT Press, S. 293-314.

Clarke, Bruce: »Steps to an Ecology of Systems. Whole Earth and Systemic Holism«. In: Bergthaller, Hannes/Schinko, Carsten (Hg., 2011): *Addressing Modernity. Social Systems Theory and U.S. Cultures*. Amsterdam, Rodopi, S. 259-288.

Clarke, Bruce: »Autopoiesis and the Planet«. In: Sussman, Henry (Hg., 2012): *Impasses of the Post-Global. Theory in the Era of Climate Change*. Ann Arbor, Open Humanities Press, S. 58-75.

Clarke, Bruce (2014): *Neocybernetics and Narrative*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Clarke, Bruce: »Rethinking Gaia. Stengers, Latour, Margulis«. In: *Theory, Culture & Society* 34/4 (2017), S. 3-26.

Clark, Nigel: »Ex-Orbitant Globality«. In: *Theory, Culture & Society* 22/5 (2016), S. 165-185.

Clark, Ray/Canter, Larry (Hg., 1997): *Environmental Policy and NEPA. Past, Present, and Future*. Boca Raton, Lucie.

Clark, Ronald William (1968): *J.B.S. The Life and Work of J.B.S. Haldane*. Oxford, Oxford University Press.

Clements, Frederic E. (1916): *Plant Succession. An Analysis of the Development of Vegetation*. Washington, Carnegie Institution.

Clynes, Manfred E./Kline, Nathan S.: »Cyborgs and Space«. In: *Astronautics* September (1960), S. 26-27, 74-76.

Coleman, Daniel C. (2010): *Big Ecology. The Emergence of Ecosystem Science*. Berkeley, University of California Press.

Collier, Stephen J.: »Topologies of Power. Foucault's Analysis of Political Government beyond Governmentality«. In: *Theory, Culture & Society* 26/6 (2009), S. 78-108.

Collin, P.H (1985): *Dictionary of Environment and Ecology*. London, Bloomsbury.

Commoner, Barry (1971): *The Closing Circle. Confronting the Environmental Crisis*. New York, Knopf.

Comte, Auguste (1830): *Cours de philosophie positive. Tome Troisième*. Paris, Baillière.

Cook, Robert Edward: »Raymond Lindeman and the Trophic-Dynamic Concept in Ecology«. In: *Science & Education* 198/4312 (1977), S. 22-26.

Cooper, Gail (1998): *Air-Conditioning America. Engineers and the Controlled Environment, 1900-1960*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Cooper, Melinda: »Turbulent Worlds. Financial Markets and Environmental Crisis«. In: *Theory, Culture & Society* 27/2-3 (2010), S. 167-190.

Cosgrove, Denis: »Contested Global Visions. One-World, Whole-Earth, and the Apollo Space Photographs«. In: *Annals of the Association of American Geographers* 84/2 (1994), S. 270-294.

Cot, Annie: »A 1930's North American creative community. The Harvard ›Pareto Circle‹«. In: *History of Political Economy* 43/1 (2011), S. 131-159.

Cronon, William (Hg., 1995): *Uncommon Ground. Toward Reinventing Nature*. New York, W.W. Norton & Co.

Cross, Stephen J./Albury, William R.: »Walter B. Cannon, L.J. Henderson, and the Organic Analogy«. In: *Osiris* 3 (1987), S. 165-192.

Crowder, George (1991): *Classical Anarchism. The Political Thought of Goodwin, Proudhon, Bakuin and Kropotkin*. London, Clarendon Press.

Cubitt, Sean (2017): *Finite Media. Environmental Implications of Digital Technologies*. Durham, Duke University Press.

Dalby, Simon: »Anthropocene Formations. Environmental Security, Geopolitics and Disaster«. In: *Theory, Culture & Society* 34/2-3 (2015), S. 233-252.

Darwin, Charles (1859): *On the Origin of Species*. London, Murray.

Darwin, Charles (1876): *Cross and Self-Fertilisation of Plants*. London, Murray.

Darwin, Charles (1881): *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits*. London, John Murray.

Dauvergne, Peter (2009): *Dictionary of Environmentalism*. Plymouth, Sacrecrow.

Davis, Frederick R.: »›Like a Keen North Wind‹. How Charles Elton influenced Silent Spring«. In: *Endeavour* 36/4 (2012), S. 143-148.

Davis, Robert H. (1953): *Breathing in Irrespirable Atmospheres*. London, Saint Catherines Press.

Davis, Robert H. (1981): *Deep Diving and Submarine Operations. A Manual for Deep Sea Divers and Compressed Air Workers*. Siebe & Gorman, Cwmbran.

de Geus, Marius: »Peter Kropotkin's Anarchist Vision of Organization«. In: *Ephemera* 14/4 (2014), S. 853-871.

Debaise, Didier: »What is Relational Thinking?«. In: *Inflexions* 5 (2012), S. 1-11.

Deichmann, Ute (1995): *Biologen unter Hitler. Porträt einer Wissenschaft im NS-Staat*. Frankfurt/Main, Fischer.

Deichmann, Ute (1996): *Biologists under Hitler*. Cambridge, Harvard University Press.

Deleuze, Gilles: »Postskriptum über die Kontrollgesellschaften«. In: ders. (1993): *Unterhandlungen 1972-1990*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 254-262.

Deleuze, Gilles/Guattari, Félix (1980): *Mille plateaux*. Paris, Éditions de Minuit.

DeLoughrey, Elizabeth M.: »The Myth of Isolates. Ecosystem Ecologies in the Nuclear Pacific«. In: *Cultural Geographies* 20/2 (2013), S. 167-184.

Dempster, William: »Biosphere 2 Engineering Design«. In: *Ecological Engineering* 13/1 (1999), S. 31-42.

Dempster, William F.: »Biosphere 2 Was Science, Not a Stunt«. In: *Vice*, 14. Juni 2017, http://www.vice.com/en_us/article/gypak9/biosphere-2-was-science-not-a-stunt, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Den Otter, Sandra M. (1996): *British Idealism, and Social Explanation. A Study in late Victorian Thought*. Oxford, Clarendon Press.

Derrida, Jacques: »Die Struktur, das Zeichen und das Spiel im Diskurs der Wissenschaften vom Menschen«. In: Derrida, Jacques (1976): *Die Schrift und die Differenz*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 422-442.

Detwyler, Thomas (1971): *Man's Impact on Environment*. New York, McGraw-Hill.

Dewey, John (1922): *Human Nature and Conduct*. New York, Holt and Company.

Dibley, Ben/Neilson, Brett: »Climate Crisis and the Actuarial Imaginary. ›The War on Global Warming‹«. In: *New Formations* 69/69 (2010), S. 144-159.

Dill, D.B: »L.J. Henderson. His Transition from Physicial Chemist to Physiologist«. In: *The Physiologist* 20/2 (1977), S. 1-15.

Dissanayake, M.W.M.G./Newman, P./Clark, S./Durrant-Whyte, H.F./Csorba, M.: »A Solution to the Simultaneous Localization and Map Building (SLAM) Problem«. In: *IEEE Transactions on Robotics and Automation* 17/3 (2001), S. 229-241.

Douglas, C. Gordon/Haldane, John Scott/Henderson, Yandell/Schneider, Edward C.: »Physiological Observations made on Pike's Peak, Colorado, with Special Reference to Adaptation to Low Barometric Pressures«. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character* 203 (1911), S. 185-318.

Drouin, Jean-Marc (1993): *L'écologie et son histoire. Réinventer la nature*. Paris, Flammarion.

Drummond, M.E.: »Computers«. In: *Architectural Review* 126 (1960), S. 186-188.

Du Bois-Reymond, Emil: »Antwort an Möbius«. In: *Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 27/2 (1888), S. 701-704.

Du Bois-Reymond, Emil: »Über die Lebenskraft«. In: ders. (1912): *Reden von Emil Du Bois-Reymond. Band 1*. Leipzig, Veit, S. 1-26.

Dunlap, Riley E.: »Trends in Public Opinion Towards Environmental Issues«. In: ders./Mertig, Angela G. (Hg., 1992): *American Environmentalism. The U.S. Environmental Movement 1970-1990*. Philadelphia, Taylor & Francis, S. 89-116.

Durrant-Whyte, Hugh F.: »Uncertain Geometry in Robotics«. In: *IEEE Journal on Robotics and Automation* 6/2 (1987), S. 851-856.

Easterling, Keller (1999): *Organization Space. Landscapes, Highways, and Houses in America*. Cambridge, MIT Press.

Edwards, Paul N.: »The World in a Machine. Origins and Impacts of Early Computerized Global System Models«. In: Hughes, A. C./Hughes, Thomas P. (Hg., 2000): *Systems, Experts and Computers. The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After*. Cambridge, MIT Press, S. 221-253.

Egan, Michael (2007): *Barry Commoner and the Science of Survival*. Cambridge, MIT Press.

Egerton, Frank N.: »Changing Concepts of the Balance of Nature«. In: *The Quarterly Review of Biology* 28/2 (1973), S. 322-350.

Elfring, Jos/Appeldoorn, Rein/van den Dries, Sjoerd/Kwakkernaat, Maurice: »Effective World Modeling: Multisensor Data Fusion Methodology for Automated Driving«. In: *Sensors* 16/10 (2016), S. 1-28.

Eliot, Christopher: »Method and Metaphysics in Clements's and Gleason's Ecological Explanations«. In: *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 38/1 (2007), S. 85-109.

Ellis, Erle C.: »Overpopulation is not the Problem«. In: *New York Times* (13. September 2013), S. A19.

Elton, Charles (1958): *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. London, Chapman & Hall.

Emmeche, Claus: »Does a Robot have an Umwelt? Refections on the Qualitative Biosemiotics of Jakob von Uexküll«. In: *Semiotica* 134/1 (2001), S. 653-693.

Encyclopaedia Britannica (2016): *Environment*, http://www.britannica.com/science/environment Zuletzt geprüft am 22.01.2019.

Engemann, Christoph/Sprenger, Florian: »Das Netz der Dinge. Zur Einleitung«. In: ders./ders. (Hg., 2015): *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. Bielefeld, Transcript, S. 7-57.

Erdur, Onur (2018): *Die epistemologischen Jahre. Philosophie und Biologie in Frankreich, 1960–1980*. Zürich, Chronos.

Esposito, Roberto (2008): *Bíos. Biopolitics and Philosophy*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Fairfax, Sally K./Russell, Edmund (Hg., 2014): *Guide to U.S. Environmental Policy*. Los Angeles, CQ Press.

Fanger, Povl Ove (1970): *Thermal Comfort-Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Kopenhagen, Danish Technical Press.

Farish, Matthew: »Creating Cold War Climates. The Laboratories of American Globalism«. In: McNeill, John Robert/Unger, Corinna R. (Hg., 2010): *Environmental Histories of the Cold War*. Cambridge, Cambridge University Press, S. 51-84.

Ferreira, Aline: »Mechanized Humanity. J.B.S. Haldane and his Circle«. In: Spinozzi, Paola/Hurwitz, Brian (Hg., 2011): *Discourses and Narrations in the Biosciences*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, S. 145-158.

Feuerhahn, Wolf: »Du milieu à l'Umwelt. Enjeux d'un changement terminologique«. In: *Revue philosophique de la France et de l'étranger* 134/4 (2009), S. 419-438.

Feuerhahn, Wolf: »A Specter Is Haunting Germany – the French Specter of Milieu. On the Nomadicity and Nationality of Cultural Vocabularies«. In: *Contributions to the History of Concepts* 9/2 (2014), S. 33-50.

Feuerhahn, Wolf: »*Milieu*-Renaissance auf den Schultern von Leo Spitzer und Georges Canguilhem? Zum Nachleben der Sekundärliteratur in der Wissenschaftsgeschichte«. In: Huber, Florian/Wessely, Christina (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 18-34.

Flippen, J. Brooks (2000): *Nixon and the Environment*. Albuquerque, University of New Mexico Press.

Flippen, J. Brooks: »Richard Nixon, Russell Train, and the Birth of Modern American Environmental Diplomacy«. In: *Diplomatic History* 32/4 (2008), S. 613-638.

Foerster, Heinz von: »On Self-Organizing Systems and their Environments«. In: Yovits, Marshall C./Jacobi, George T./Goldstein, Gordon D. (Hg., 1960): *Self Organizing Systems*. London, Pergamon Press, S. 31-50.

Fogg, Martyn J. (1995): *Terraforming. Engineering Planetary Environments*. Warrendale, Society of Automotive Engineers.

Folkers, Andreas (2018): *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz. Katastrophische Risiken und die Biopolitik vitaler Systeme*. Frankfurt/Main, Campus.

Folkers, Andreas/Hoppe, Katharina: »Von der Modernisierung zur Ökologisierung. Werden und Biopolitik bei Deleuze/Guattari und Haraway«. In: Nungesser, Frithjof/Delitz, Heike/Seyfert, Robert (Hg., 2018): *Soziologien des Lebens. Überschreitung – Differenzierung – Kritik*. Bielefeld, Transcript, S. 137-165.

Folkers, Andreas/Marquardt, Nadine: »Die Verschränkung von Umwelt und Wohnwelt. Grüne smart homes aus der Perspektive der pluralen Sphärologie«. In: *Geographica Helvetica* 73/1 (2018), S. 79-93.

Folsome, Clair: »The Emergence of Materially-Closed-System Ecology«. In: Polunin, Nicholas Vladimir (Hg., 1986): *Ecosystem Theory and Application*. New York, Wiley, S. 269-288.

Forbes, Stephen: »On some Interactions of Organisms«. In: *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natura History* 1/3 (1880/1903), S. 3-18.

Forbes, Stephen: »The Lake as a Microcosm«. In: *Bulletin of the Scientific Association* 1 (1887), S. 77-87.

Forbes, Stephen: »On Some Interactions of Organisms«. In: *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History* 1/1 (1903), S. 3-18.

Forbes, Stephen: »The Mid-Summer Bird Life of Illinois. A Statistical Study«. In: *The American Naturalist* 42/500 (1908), S. 505-519.

Forbes, Stephen: »The Humanizing of Ecology«. In: *Ecology* 3/2 (1922), S. 89-92.

Forty, Adrian: »Spatial Mechanics. Scientific Metaphors in Architecture«. In: Galison, Peter/Thompson, Emily Ann (Hg., 1999): *The Architecture of Science*. Cambridge, MIT Press, S. 213-231.

Foster, John Bellamy/Clark, Brett: »Rachel Carson's Ecological Critique«. In: *Monthly Review* 59/9 (2008), S. 1-17.

Foucault, Michel: »Introduction par Michel Foucault«. In: ders. (Hg., 1977): *Dits et Écrits*. Paris, Gallimard, S. 429-442.

Foucault, Michel (Hg., 1977): *Politiques de l'habitat. 1800-1850*. Paris, Comité de la recherche et du développement en architecture.

Foucault, Michel: »Das Subjekt und die Macht«. In: Dreyfus, Hubert L./Rabinow, Paul (Hg., 1987): *Michel Foucault. Jenseits von Strukturalismus und Hermeneutik*. Frankfurt/Main, Athenäum, S. 243-261.

Foucault, Michel: »Nietzsche, die Genealogie, die Historie (1971)«. In: ders. (1987): *Von der Subversion des Wissens*. Frankfurt/Main, Fischer, S. 69-90.

Foucault, Michel (1996): *Was ist Kritik?* Berlin, Merve.

Foucault, Michel (2001): *In Verteidigung der Gesellschaft. Vorlesung am Collège de France 1975-1976*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Foucault, Michel (2003): *Der Wille zum Wissen. Sexualität und Wahrheit, Band 1*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Foucault, Michel (2004): *Naissance de la biopolitique. Cours au Collège de France (1978-1979)*. Paris, Gallimard.

Foucault, Michel (2004): *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung. Geschichte der Gouvernmentalität 1. Vorlesungen am Collège de France 1977-1978*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Foucault, Michel: »Die Bühne der Philosophie [1978]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 718-747.

Foucault, Michel: »Die Psychologie von 1850 bis 1950 [1957]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 1*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 175-195.

Foucault, Michel: »Die Situation Cuviers in der Geschichte der Biologie [1970]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 2*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 37-82.

Foucault, Michel: »Diskussionsbeitrag zu François Dagognet [1970]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 2*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 34-37.

Foucault, Michel: »Geburt der Sozialmedizin [1977]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 272-297.

Foucault, Michel: »Vorwort von Michel Foucault [1978]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 551-568.

Foucault, Michel/Rabinow, Paul: »Raum, Wissen und Macht [1982]«. In: ders. (2005): *Schriften. Band 4*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 324-341.

Foucault, Michel (2008): *The Birth of Biopolitics. Lectures at the Collège de France, 1978-1979*. New York, Palgrave Macmillan.

Foucault, Michel (2009): *Die Geburt der Biopolitik. Geschichte der Gouvernementalität II. Vorlesung am Collège de France 1978 - 1979*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Fox-Keller, Evelyn: »Organisms, Machines, and Thunderstorms. A History of Self-Organization. Part One«. In: *Historical Studies in the Natural Sciences* 38/1 (2008), S. 45-75.

Franchi, Stefano: »Homeostats for the 21st Century? Simulating Ashby Simulating the Brain«. In: *Constructivist Foundations* 9 (2013), S. 93-124.

Franke, Anselm: »Earthrise und das Verschwinden des Außen«. In: Diedrichsen, Diedrich/ders. (Hg., 2013): *The Whole Earth. Kalifornien und das Verschwinden des Außen*. Berlin, Sternberg Press, S. 12-20.

Franklin, Thomas (1925): *The Environmental Basis of Society. A Study in the History of Sociological Theory*. New York, Century.

Frank, Philipp: »Mechanismus oder Vitalismus«. In: *Annalen der Naturphilosophie* 7 (1908), S. 393-409.

Fraser, Mariam/Kember, Sarah/Lury, Celia: »Introduction: Inventive Life«. In: dies./dies./dies. (Hg., 2006): *Inventive Life. Approaches to the New Vitalism*. London, Sage, S. 1-14.

Friederichs, Karl: »Vom Wesen der Ökologie«. In: *Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* 27/3-4 (1934), S. 277-285.

Friederichs, Karl (1937): *Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung*. Leipzig, Barth.

Friedrich, Alexander: »Gaias Netze. Zur Metaphorologie der planetarischen Selbstregulation des Lebens«. In: ders./Löffler, Petra/Schrape, Niklas/Sprenger, Florian (Hg., 2018): *Ökologien der Erde. Zur Wissensgeschichte und Aktualität der Gaia-Hypothese*. Lüneburg, Meson Press, S. 21-62.

Fröhlich, Werner D./Zitzlsperger, Rolf/Franzmann, Bodo (Hg., 1988): *Die verstellte Welt. Beiträge zur Medienökologie*. Frankfurt/Main, Fischer.

Fry, Iris: »On the Biological Significance of the Properties of Matter. L.J. Henderson's Theory of the Fitness of the Environment«. In: *Journal of the History of Biology* 29/2 (1996), S. 155-196.

Fuller, Matthew (2007): *Media Ecologies. Materialist Energies in Art and Technoculture*. Cambridge, MIT Press.

Fuller, R. Buckminster (1938): *Nine Chains to the Moon. An Adventure Story of Thought*. Philadelphia, Lippincott.

Fuller, R. Buckminster (1962): *Education Automation. Freeing the Scholar to Return to His Studies*. Carbondale, Southern Illinois University Press.

Fuller, R. Buckminster: »Communication to the Committee«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 189-203.

Fuller, R. Buckminster (1968): *Operating Manual for Spaceship Earth*. Mattituck, Amereon.

Fuller, R. Buckminster: »What Quality of Environment Do We Want?«. In: *Archives of Environmental Health* 16/5 (1968), S. 685-699.

Fuller, R. Buckminster (1972): *Utopia or Oblivion. The Prospects for Humanity*. New York, Viking.

Fuller, R. Buckminster (1983): *Guinea Pig B. The 56 Year Experiment*. Clayton, Critical Path Publishing.

Fuller, R. Buckminster/Walker, Eric A./Killian, James A. (Hg., 1970): *Approaching the Benign Environment*. London, Collier.

Gabrys, Jennifer (2011): *Digital Rubbish. A Natural History of Electronics*. Ann Arbor, University of Michigan Press.

Gabrys, Jennifer: »Programming Environments. Environmentality and Citizen Sensing in the Smart City«. In: *Environment and Planning D* 32/1 (2014), S. 30-48.

Gabrys, Jennifer (2016): *Program Earth. Environmental Sensing Technology and the Making of a Computational Planet*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Galison, Peter: »The Ontology of the Enemy. Norbert Wiener and the Cybernetic Vision«. In: *Critical Inquiry* 21/1 (1994), S. 228-266.

Galison, Peter (1997): *Image and logic. A Material Culture of Microphysics*. Chicago, University of Chicago Press.

Gates, David M.: »Communication to the Colloquium«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 174-179.

Geddes, Patrick: »Environment«. In: *Chambers Encyclopedia. Volume IV* (1901). London, William & Robert Chambers, S. 389-390.

Geddes, Patrick (1904): *City Development. A Study of Parks, Gardens and Culture-Institutes*. Bournville, Saint George Press.

Geddes, Patrick (1915): *Cities in Evolution*. London, Williams and Norgate.

Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1911): *Evolution*. New York, Holt and Company.

Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1931): *Life. Outline of General Biology. Volume 1*. London, Williams & Norgate.

Geddes, Patrick/Thomson, J. Arthur (1931): *Life. Outline of General Biology. Volume 2*. London, Williams & Norgate.

Geoghegan, Bernard Dionysius: »From Information Theory to French Theory. Jakobson, Lévi-Strauss, and the Cybernetic Apparatus«. In: *Critical Inquiry* 38/1 (2011), S. 96-126.

Gertenbach, Lars/Opitz, Sven/Tellmann, Ute: »›There is no Earth corresponding to the Globe‹. An Interview with Bruno Latour«. In: *Soziale Welt* 67/3 (2016), S. 353-364.

Gertenbach, Lars/Opitz, Sven/Tellmann, Ute: »Bruno Latours neue politische Soziologie. Über das Desiderat einer Debatte«. In: *Soziale Welt* 67/3 (2016), S. 237-248.

Geulen, Christian: »Plädoyer für eine Geschichte der Grundbegriffe des 20. Jahrhunderts«. In: *Zeithistorische Forschungen* 7/1 (2010), S. 79-97.

Gibson, James J. (1986): *The Ecological Approach to Visual Perception*. New York, Taylor & Francis.

Giedion, Sigfried (1948): *Mechanization Takes Command. A Contribution to Anonymous History*. Oxford, Oxford University Press.

Gilbert, Scott F./Sapp, Jan/Tauber, Alfred I.: »A Symbiotic View of Life. We Have Never Been Individuals«. In: *The Quarterly Review of Biology* 87/4 (2012), S. 325-341.

Gitelson, I. I./Lisovsky, G. M./MacElroy, R. D. (2003): *Manmade Closed Ecological Systems*. London, Taylor & Francis.

Glacken, Clarence J. (1967): *Traces on the Rhodian Shore. Nature and Culture in Western Thought from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century*. Berkeley, University of California Press.

Glanville, Ranulph/Müller, Albert (Hg., 2008): *Pask Present. An Exhibition of Art and Design inspired by the Work of Gordon Pask*. Wien, Edition Echoraum.

Gleich, Moritz: »Vom Speichern zum Übertragen. Architektur und die Kommunikation der Wärme«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (2015), S. 19-32.

Goddard, Michael: »Towards an Archaeology of Media Ecologies. Media Ecology, Political Subjectivation and Free Radios«. In: *Fibreculture Journal* 17 (2011), S. 6-17.

Goddard, Michael: »Media Ecology«. In: Ryan, Marie-Laure/Emerson, Lori/Robertson, Benjamin J. (Hg., 2014): *The Johns Hopkins Guide to Digital Media*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, S. 331-334.

Goddard, Michael (2018): *Guerrilla Networks. An Anarchaeology of 1970s Radical Media Ecologies*. Amsterdam, Amsterdam University Press.

Golley, Frank B. (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology. More than the Sum of the Parts*. New Haven, Yale University Press.

Goodman, Martin (2007): *Suffer and Survive. The Extreme Life of J.S. Haldane*. London, Simon & Schuster.

Greenfield, Adam (2006): *Everyware. The Dawning Age of Ubiquitous Computing*. Berkeley, New Riders.

Grove, Kevin (2018): *Resilience*. London, Routledge.

Grove, Richard H. (1995): *Green Imperialism. Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860*. Cambridge, Cambridge University Press.

Grumbine, R. Edward: »What Is Ecosystem Management?«. In: *Conservation Biology* 8/1 (1994), S. 27-38.

Guillory, John: »Genesis of the Media Concept«. In: *Critical Inquiry* 36/2 (2010), S. 321-362.

Günther, Gotthard (1962): *Das Bewusstsein der Maschinen*. Baden-Baden, Agis.

Günther, Gotthard (1976): *Beiträge zu einer operationsfähigen Dialektik*. Hamburg, Meiner.

Gutkind, Erwin Anton (1953): *Community and Environment*. London, Watts.

Güttler, Nils (2014): *Das Kosmoskop. Karten und ihre Benutzer in der Pflanzengeographie des 19. Jahrhunderts*. Göttingen, Wallstein Verlag.

Haeckel, Ernst (1866): *Generelle Morphologie. Band 2*. Berlin, Reimer.

Haeckel, Ernst: »Über Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie«. In: ders. (1924): *Gemeinverständliche Schriften. Band 5*. Leipzig, Kröner, S. 33-57.

Hagen, Joel Bartholemew (1992): *An Entangled Bank. The Origins of Ecosystem Ecology*. New Brunswick, Rutgers University Press.

Hagen, Wolfgang: »Metaxy. Eine historiosemantische Fußnote zum Medienbegriff«. In: Münker, Stefan/Roesler, Alexander (Hg., 2008): *Was ist ein Medium?* Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 13-29.

Hahn, Hans/Neurath, Otto/Carnap, Rudolf: »Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis«. In: Stöltzner, Michael/Uebel, Thomas (Hg., 2009): *Wiener Kreis. Texte zur wissenschaftlichen Weltauffassung von Rudolf Carnap, Otto Neurath, Moritz Schlick, Philipp Frank, Hans Hahn, Karl Menger, Edgar Zilsel und Gustav Bergmann*. Hamburg, Meiner, S. 3-29.

Haldane, J.B.S. (1923): *Daedalus, or Science and the Future*. London, Paul, Trench & Trubner.

Haldane, J.B.S. (1925): *Callinicus. A Defense of Chemical Warfare*. London, Paul, Trench & Trubner.

Haldane, J.B.S.: »The Last Judgement«. In: ders. (Hg., 1940): *Possible Worlds*. London, Evergreen, S. 264-286.

Haldane, John Scott: »Life and Mechanism«. In: *Mind* 9/33 (1884), S. 27-47.

Haldane, John Scott (1917): *Organism and Environment as Illustrated by the Physiology of Breathing*. New Haven, Yale University Press.

Haldane, John Scott: »Review of The Order of Nature«. In: *Nature* 100/2510 (1917), S. 262-263.

Haldane, John Scott (1922): *Respiration*. New Haven, Yale University Press.

Haldane, John Scott: »Discussion. Claude Bernard's Conception of the Internal Environment«. In: *Science & Education* 69/1791 (1929), S. 453-454.

Haldane, John Scott (1931): *The Philosophical Basis of Biology*. London, Hodder and Stoughton.

Haldane, John Scott (1935): *The Philosophy of a Biologist*. Oxford, Clarendon Press.

Haldane, John Scott/Hamilton, Frederick T./Bacon, Reginald H. S./Lees, Edgar (1907): *Report of a Committee appointed by the Lords Commisioners of the Admiralty to Consider and Report upon the Conditions of Deep-Water Diving*. London, H.M. Stationary Office.

Haldane, John Scott/Priestley, J. G.: »The Regulation of the Lung-Ventilation«. In: *Journal of Physiology* 9/3-4 (1905), S. 225-266.

Haller, Lea: »Stress, Cortison und Homöostase«. In: *Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 18/2 (2010), S. 169-195.

Hall, Peter (1988): *Cities of Tomorrow. An Intellectual History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century*. Oxford, Blackwell Publishers.

Halpern, Orit/Günel, Gökçe: »Demoing unto Death. Smart Cities, Environment, and Preemptive Hope«. In: *Fibreculture Journal* 29 (2017).

Halpern, Orit/Mitchell, Robert/Geoghegan, Bernard Dionysius: »The Smartness Mandate. Notes toward a Critique«. In: *Grey Room* 68/Summer (2017), S. 106-129.

Hamacher, Werner: »Amphora (Extracts)«. In: *Assemblage* 20/April (1993), S. 40-41.

Hansen, Mark: »System-Environment Hybrids«. In: Clarke, Bruce/ders. (Hg., 2009): *Emergence and Embodiment*. Durham, Duke University Press, S. 113-142.

Hansen, Mark B. N.: »Ubiquitous Sensation. Towards an Atmospheric, Collective, and Microtemporal Model of Media«. In: Ekman, Ulrik (Hg., 2012): *Throughout. Art and Culture Emerging with Ubiquitous Computing*. Cambridge, MIT Press, S. 63-88.

Haraway, Donna J. (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields. Metaphors of Organicism in Twentieth-Century Developmental Biology*. New Haven, Yale University Press.

Haraway, Donna J.: »A Cyborg Manifesto. Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century«. In: dies. (Hg., 1991): *Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature*. New York, Routledge, S. 149-183.

Haraway, Donna J. (2016): *Staying with the Trouble. Making Kin in the Chthulucene*. Durham, Duke University Press.

Haraway, Donna J./Wolfe, Cary: »Companions in Conversation«. In: dies./ders. (2016): *Manifestly Haraway*. Minneapolis, University of Minnesota Press, S. 199-298.

Hardin, Garrett (1972): *Exploring new Ethics for Survival. The Voyage of the Spaceship Beagle*. London, Penguin.

Harman, Graham (2005): *Guerrilla Metaphysics. Phenomenology and the Carpentry of Things*. Chicago, Open Court.

Harrington, Anne (1999): *Reenchanted Science. Holism in German Culture from Wilhelm II to Hitler*. Princeton, Princeton University Press.

Harvey, David: »The Nature of Environment. Dialectics of Social and Environmental Change«. In: *Socialist Register* 29 (1993), S. 1-51.

Hayles, N. Katherine (1999): *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. Chicago, University of Chicago Press.

Hayles, N. Katherine: »RFID. Human Agency and Meaning in Information-Intensive Environments«. In: *Theory, Culture & Society* 26/2-3 (2009), S. 47-72.

Hayles, N. Katherine (2017): *Unthought. The Power of the Cognitive Nonconscious*. Chicago, University of Chicago Press.

Hays, Samuel (1987): *Beauty, Health, and Permanence. Environmental Politics in the United States 1955-1985*. Cambridge, Cambridge University Press.

Hein, Hilde: »The Endurance of the Mechanism-Vitalism Controversy«. In: *Journal of the History of Biology* 5/1 (1972), S. 159-188.

Heise, Ursula: »Unnatural Ecologies. The Metaphor of the Environment in Media Theory«. In: *Configurations* 10/1 (2004), S. 149-168.

Heise, Ursula K. (2008): *Sense of Place and Sense of Planet. The Environmental Imagination of the Global*. Oxford, Oxford University Press.

Henderson, Lawrence (1913): *The Fitness of the Environment*. New York, Macmillan.

Henderson, Lawrence (1914): *Die Umwelt des Lebens*. Wiesbaden, Bergmann.

Henderson, Lawrence: »Review of Mechanism, Life and Personality«. In: *Science & Education* 42/1081 (1915), S. 378-382.

Henderson, Lawrence: »The Teleology of Inorganic Nature«. In: *Philosophical Review* 25/3 (1916), S. 265-281.

Henderson, Lawrence (1917): *Order of Nature*. Cambridge, Harvard University Press.

Henderson, Lawrence: »Mechanism, from the Standpoint of Physical Science«. In: *The Philosophical Review* 27/6 (1918), S. 571-576.

Henderson, Lawrence: »A Philosophical Interpretation of Nature«. In: *The Quarterly Review of Biology* 1/2 (1926), S. 289-294.

Henderson, Lawrence (1935): *Pareto's General Sociology. A Physiologist's Interpretation*. Cambridge, Harvard University Press.

Henderson, Lawrence/Mayo, Elton/Whitehead, Thomas North: »The Effects of Social Environment«. In: *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology* 18/7 (1936), S. 401-416.

Henderson, Yandell: »Is this Science or Metaphysics?«. In: *Science & Education* 69/1776 (1929), S. 39-41.

Henderson, Yandell (1938): *Adventures in Respiration*. London, Baillière.

Hermanns, Fritz: »›Umwelt‹. Zur historischen Semantik eines deontischen Wortes«. In: Busse, Dietrich (Hg., 1991): *Diachrone Semantik und Pragmatik*. Tübingen, Niemeyer, S. 235-258.

Herzogenrath, Bernd (Hg., 2009): *Deleuze/Guattari & Ecology*. New York, Palgrave Macmillan.

Heyl, Barbara: »The Harvard Pareto Circle«. In: *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 4/4 (1968), S. 316-334.

Hight, Christopher: »Putting out the Fire with Gasoline. Parables of Entropy and Homoestasis from the Second Machine Age to the Information Age«. In: Lally, Sean/Young, Jessica (Hg., 2007): *Softspace. From a Representation of Form to a Simulation of Space*. London, Routledge, S. 10-23.

Hillstrom, Kevin (Hg., 2010): *U.S. Environmental Policy and Politics. A Documentary History*. Washington, CQ Press.

Hix, John (1974): *The Glasshouse*. London, Phaidon.

Hoffmann, Stefan (2002): *Geschichte des Medienbegriffs*. Hamburg, Meiner.

Höhler, Sabine: »Resilienz: Mensch – Umwelt – System. Eine Geschichte der Stressbewältigung von der Erholung zur Selbstoptimierung«. In: *Zeithistorische Forschungen* 11/3 (2014), S. 425-443.

Höhler, Sabine (2014): *Spaceship Earth in the Environmental Age, 1960-1990*. London, Pickering & Chatto.

Höhler, Susanne: »›Spaceship Earth‹. Envisioning Human Habitats in the Environmental Age«. In: *GHI Bulletin* 42 (2008), S. 64-85.

Höhler, Susanne: »The Environment as a Life Support System. The Case of Biosphere 2«. In: *History and Technology* 26/1 (2010), S. 39-58.

Holling, Crawford S./Allen, Craig R. (2008): *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems*. New York, Chicester, Columbia University Press.

Holling, Crawford S.: »The Strategy of Building Models of Complex Ecological Systems«. In: Watt, Kenneth E. F. (Hg., 1966): *Systems Analysis in Ecology*. New York, Academic Press, S. 195-214.

Holling, Crawford S.: »Resilience and Stability of Ecological Systems«. In: *Annual Review of Ecology and Systematics* 4/1 (1973), S. 1-23.

Holling, Crawford S. (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. New York, Wiley.

Holling, Crawford S./Clark, W. C.: »Notes Towards a Science of Ecological Management«. In: van Dobben, W. H./Lowe-McConnell, R. H. (Hg., 1975): *Unifying Concepts in Ecology*. The Hague, Junk, S. 247-251.

Holling, Crawford S./Walker, Brian/Carpenter, Stephen R./Kinzig, Ann: »Resilience, Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems«. In: *Ecology and Society* 9/2 (2004), S. 1-9.

Holmes, Frederic L.: »Claude Bernard, the *Milieu Intérieur*, and Regulatory Physiology«. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 8/1 (1986), S. 3-25.

Hoof, Florian (2015): *Engel der Effizienz. Eine Mediengeschichte der Unternehmensberatung*. Konstanz, Konstanz University Press.

Hörl, Erich (2005): *Die heiligen Kanäle*. Berlin, Diaphanes.

Hörl, Erich (Hg., 2011): *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Hörl, Erich: »Die technologische Bedingung. Zur Einführung«. In: ders. (Hg., 2011): *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 7-53.

Hörl, Erich: »Tausend Ökologien. Der Prozeß der Kybernetisierung und die allgemeine Ökologie«. In: Diedrichsen, Diedrich/Franke, Anselm (Hg., 2013): *The Whole Earth. Kalifornien und das Verschwinden des Außen*. Berlin, Sternberg Press, S. 121-131.

Hörl, Erich: »Die Ökologisierung des Denkens«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 14 (2016), S. 33-45.

Hörl, Erich: »Ökologien des Machens. Zur allgemein-ökologischen Kritik der Welterzeugung bei Tim Ingold«. In: Doll, Nikola/Bredekamp, Horst/Schäffner, Wolfgang (Hg., 2016): *+Ultra. Gestaltung schafft Wissen*. Leipzig, E.A. Seemann, S. 49-58.

Hörl, Erich: »Introduction to General Ecology. The Ecologization of Thinking«. In: ders./Burton, James (Hg., 2017): *General Ecology. The New Ecological Paradigm*. London, Bloomsbury, S. 1-74.

Hörl, Erich: »Die environmentalitäre Situation«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 4/1 (2018), S. 221-250.

Hörl, Erich/Burton, James (Hg., 2017): *General Ecology. The New Ecological Paradigm*. London, Bloomsbury.

Hornborg, Alf: »Animism, Fetishism, and Objectivism as Strategies for Knowing (or not Knowing) the World«. In: *Ethnos* 71/1 (2006), S. 21-32.

Hornborg, Alf: »Revelations of Resilience. From the Ideological Disarmament of Disaster to the Revolutionary Implications of (P)Anarchy«. In: *Resilience* 1/2 (2013), S. 116-129.

Horn, Eva: »Air as Medium«. In: *Grey Room* 73/Fall (2018), S. 6-25.

Hornig, Donald F.: »Statement«. In: Senate Committee on Interior and Insular Affairs and the House Committee on Science and Astronautics (1968): *Joint House-Senate Colloquium to Discuss a National Policy for the Environment*. Washington, US Government Printing Office, S. 30-34.

Horvath, Steven M./Horvath, E.C. (1973): *The Harvard Fatigue Laboratory. Its History and Contributions*. New Jersey, Prentice-Hall.

Howard, Ebenezer (1965): *Garden Cities of To-Morrow*. Cambridge, M.I.T. Press.

Hubig, Christoph (2015): *Die Kunst des Möglichen III. Grundlinien einer dialektischen Philosophie der Technik: Macht der Technik*. Bielefeld, Transcript.

Hug, Heinz (1989): *Kropotkin zur Einführung*. Hamburg, SOAK.

Hui, Yuk: »Einige Fragen, das Verhältnis von Materie und Relation betreffend«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (2015), S. 165-170.

Hui, Yuk: »Modulation after Control«. In: *New Formations* 84/85 (2015), S. 74-91.

Hui, Yuk (2019): *Recursivity and Contingency*. London, Rowman & Littlefield.

Hünemörder, Kai F. (2004): *Die Frühgeschichte der globalen Umweltkrise und die Formierung der deutschen Umweltpolitik (1950-1973)*. Stuttgart, Steiner.

Hutchinson, George Evelyn: »Review of Bio-Ecology«. In: *Ecology* 21/2 (1940), S. 267-268.

Hutchinson, George Evelyn: »Circular Causal Systems in Ecology«. In: *Annals of the New York Academy of Sciences* 50/4 (1948), S. 221-246.

Hutchinson, George Evelyn (1957): *A Treatise on Limnology. Volume 1: Geography, Physics, and Chemistry*. New York, Wiley.

Hutchinson, George Evelyn: »Concluding Remarks«. In: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22 (1957), S. 415-427.

Hutchinson, George Evelyn: »The Biosphere«. In: *Scientific American* 223/9 (1970), S. 44-53.

Huxley, Thomas Henry: »The Struggle for Existence in Human Society«. In: *The Nineteenth Century* 23 (1888), S. 195-236.

Iagnemma, Karl/Buehler, Martin: »Editorial for Journal of Field Robotics. Special Issue on the DARPA Grand Challenge«. In: *Journal of Field Robotics* 23/8 (2006), S. 461-462.

Ingold, Tim (2000): *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. London, Routledge.

Ingold, Tim (2011): *Being Alive. Essays on Movement, Knowledge and Description*. New York, Routledge.

Ingold, Tim: »Toward an Ecology of Materials«. In: *Annual Review of Anthropology* 41/1 (2012), S. 427-442.

Jacobs, Bob/Leonhardt, Jill: »Administrator Unveils Future NASA Vision and a Renewed Journey of Learning«, 12. April 2002, http://www.nasa.gov/home/hqnews/2002/02-066.txt, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

James, William: »Absolutism and Empiricism«. In: *Mind* 9/34 (1884), S. 281-286.

Jamison, Andrew: »The Shaping of the Global Environmental Agenda. The Role of Non-Governmental Organisations«. In: Lash, Scott/Szerszynski, Bronislaw/Wynne, Brian (Hg., 2000): *Risk, Environment and Modernity. Towards a New Ecology*. London, Sage, S. 224-245.

Jamison, Andrew (2008): *The Making of Green Knowledge. Environmental Politics and Cultural Transformation*. Cambridge, Cambridge University Press.

Järvilehto, Timo: »The Theory of the Organism-Environment System. I. Description of the Theory«. In: *Integrative Physiological and Behavioral Science* 33/4 (1998), S. 321-334.

Jax, Kurt: »Holocoen and Ecosystem. On the Origin and Historical Consequences of Two Concepts«. In: *Journal of the History of Biology* 31/1 (1998), S. 113-142.

Jax, Kurt/Schwarz, Astrid E.: »Early Ecology in the German-Speaking World Through WWII«. In: dies./ders. (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S. 231-275.

Jochmaring, Julian: »Das Unbehagen in der (Medien-)Ökologie. Relationalität, Posthumanismus und die Negativität des Umweltlichen«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 2/1 (2016), S. 91-112.

Johnson, Lyndon B. (1965): *Special Message to the Congress on Conservation and Restoration of Natural Beauty, February 8, 1965*. Washington, The White House. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=27285, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Johnson, Richard D./Holbrow, Charles (Hg., 1977): *Space Settlements. A Design Study*. Washington, National Aeronautics and Space Administration.

Johnston, John (2008): *The Allure of Machinic Life. Cybernetics, Artificial Life, and the New AI*. Cambridge, MIT Press.

Joseph, Jonathan: »Resilience as Embedded Neoliberalism. A Governmentality Approach«. In: *Resilience* 1/1 (2013), S. 38-52.

Kalen, Sam: »Ecology Comes of Age. NEPA's Lost Mandate«. In: *Duke Environmental Law & Policy Forum* 21/3 (2010), S. 113-163.

Kallipoliti, Lydia: »Closed Worlds. The Rise and Fall of Dirty Physiology«. In: *Architectural Theory Review* 20/1 (2015), S. 67-90.

Kammermeyer, Karl (1966): *Atmosphere in Space Cabins and Closed Environments*. New York, Appleton.

Kangas, Patrick: »Information Processing Models in Ecology and Education«. In: Hall, Charles A. S. (Hg., 1995): *Maximum Power. The Ideas and Applications of H.T. Odum*. Niwot, University Press of Colorado, S. 337-345.

Kangas, Patrick: »The Role of Passive Electrical Analogs in H.T. Odum's Systems Thinking«. In: *Ecological Modelling* 178 (2004), S. 101-106.

Kant, Immanuel (1963): *Kritik der Urteilskraft*. Hamburg, Meiner.

Kapp, Ernst (1877): *Grundlinien einer Philosophie der Technik*. Braunschweig, Westermann.

Kaprow, Allan (1966): *Assemblage, Environments & Happenings*. New York, Adams.

Kasprowicz, Dawid (2019): *Der Körper auf Tauchstation. Zu einer Wissensgeschichte der Immersion*. Baden-Baden, Nomos.

Kasprowicz, Dawid: »New Labor, Old Questions. Practices of Collaboration with Robots«. In: Bergermann, Ulrike/Dommann, Monika/Schüttpelz, Erhard/Stolow, Jeremy (Hg., 2019): *Connect and Divide. The Practice Turn in Media Studies*. Berlin, Diaphanes. Im Erscheinen.

Keller, Robert T.: »The Harvard ›Pareto Circle‹ and the Historical Development of Organization Theory«. In: *Journal of Management* 10/2 (2016), S. 193-204.

Kember, Sarah/Zylinska, Joanna (2015): *Life After New Media*. Cambridge, MIT Press.

Keulartz, Jozef (1998): *Struggle for Nature. A Critique of Radical Ecology*. London, Routledge.

Kevles, Daniel J. (1985): *In the Name of Eugenics. Genetics and the Uses of Human Heredity*. Berkeley, University of California Press.

Kiesler, Frederick J.: »On Correalism and Biotechnique. A Definition and Test of a New Approach to Building Design (1939)«. In: Braham, William W./Hale, Jonathan A./Sadar, John Stanislav (Hg., 2007): *Rethinking Technology. A Reader in Architectural Theory*. New York, Routledge, S. 61-74.

Kingma, Boris/van Marken Lichtenbelt, Wouter: »Energy Consumption in Buildings and Female Thermal Demand«. In: *Nature Climate Change* 5/12 (2015), S. 1054-1056.

Kingsland, Sharon E. (2005): *The Evolution of American Ecology, 1890-2000*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Kirk, Andrew: »Appropriating Technology. The Whole Earth Catalog and Counterculture Environmental Politics«. In: *Environmental History* 6/3 (2001), S. 374-394.

Kläger, Florian: »The Earthward Gaze and Self-Reflexivity in Anglophone Novels of the 1970s«. In: Geppert, Alexander C. T. (Hg., 2018): *Limiting Outer Space. Astroculture after Apollo*. London, Palgrave Macmillan, S. 131-154.

Koffka, Kurt (1935): *Principles of Gestalt Theory*. London, Paul, Trench & Trubner.

Koller, Armin Hajman (1918): *The Theory of Environment. An Outline of the History of the Idea of Milieu and its Present Status*. Menasha, Banta.

Kopernikus, Nikolaus (1543/1879): *Über die Kreisbewegungen der Sternenkörper/De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Übersetzt von A. Bickenmajer. Thorn, Lambeck.

Korzybski, Alfred (1933/1958): *Science and Sanity. An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics*. Lakeville, International Non-Aristotelian Library.

Koselleck, Reinhart: »Begriffsgeschichte und Sozialgeschichte«. In: ders. (1979): *Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 107-129.

Koyré, Alexandre (1980): *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Krajewski, Markus (2006): *Restlosigkeit. Weltprojekte um 1900*. Frankfurt/Main, Fischer.

Krausse, Joachim: »Denken, Bauen und Leben. Buckminster Fullers Lightful Houses und die Entstehung von Schlüsselkonzepten seines Entwerfens«. In: ders./Miller, Dana/Richter, Markus (Hg., 2011): *Wir sind alle Astronauten. Universum Richard Buckminster Fuller im Spiegel zeitgenössischer Kunst*. Bielefeld, Kerber, S. 16-27.

Krausse, Joachim (2011): *Unsichtbare Architektur. Knud Lönberg-Holm und die Structural Study Associates*. Nürnberg, Akademie der bildenden Künste.

Kropotkin, Piotr (1897): *Anarchism. Its Philosophy and Ideal*. London, Freedom Pamphlet.

Kropotkin, Piotr (1899/1913): *Fields, Factorys and Workshops*. New York, Putnam.

Kropotkin, Piotr (1902): *Mutual Aid. A Factor of Evolution*. London, Heinemann.

Kropotkin, Piotr: »The Direct Action of Environment on Plants«. In: ders. (Hg., 1995): *Evolution and Environment*. Montreal, Black Rose Books, S. 139-158.

Kropotkin, Piotr: »The Response of Animals to their Environment«. In: ders. (Hg., 1995): *Evolution and Environment*. Montreal, Black Rose Books, S. 159-185.

Kropotkin, Piotr: »Thoughts on Evolution«. In: ders. (1995): *Evolution and Environment*. Montréal, Black Rose Books, S. 111-262.

Krumm, John (Hg., 2010): *Ubiquitous Computing Fundamentals*. Boca Raton, Chapman & Hall.

Kuchenbuch, David: »›Eine Welt‹ im Bild. Medialisierungen des Selbst-Welt-Verhältnisses in den 1970er und 1980er Jahren«. In: Leendertz, Ariane/Meteling, Wencke (Hg., 2016): *Die neue Wirklichkeit. Semantische Neuvermessungen und Politik seit den 1970er Jahren*. Frankfurt/Main, Campus, S. 63-92.

Kümmel-Schnur, Albert/Schröter, Jens (Hg., 2008): *Äther. Ein Medium der Moderne*. Bielefeld, Transcript.

Kwa, Chunglin: »Radiation Ecology, Systems Ecology and the Management of the Environment«. In: *Science and Nature* 8 (1993), S. 213-249.

Kwa, Chunglin: »Modelling Technologies of Control«. In: *Science as Culture* 4/3 (1994), S. 363-391.

Kwa, Chunglin: »Representations of Nature Mediating Between Ecology and Science Policy. The Case of the International Biological Programme«. In: *Social Studies of Science* 17/3 (2016), S. 413-442.

Lafontaine, Céline: »The Cybernetic Matrix of ›French Theory‹«. In: *Theory, Culture & Society* 24/5 (2016), S. 27-46.

Lamarck, Jean Baptiste de (1801): *Système des animaux sans vertèbres*. Paris, Deterville.

Lamarck, Jean Baptiste de (1809): *Philosophie zoologique, ou, Exposition des considérations relative à l'histoire naturelle des animaux*. Paris, Dentu et L'Auteur.

Langton, Christopher G.: »Studying Artificial Life with Cellular Automata«. In: *Physica D: Nonlinear Phenomena* 22/1-3 (1986), S. 120-149.

Latil, Pierre de (1957): *Thinking by Machine. A Study of Cybernetics*. Boston, Houghton Mifflin.

Latonero, Mark/Kift, Paula: »On Digital Passages and Borders«. In: *Social Media and Society* 4/1 (2018), S. 1-11.

Latour, Bruno (1991): *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris, La Découverte.

Latour, Bruno: »On Technical Mediation. Philosophy, Sociology, Genealogy«. In: *Common Knowledge* 3/2 (1994), S. 29-64.

Latour, Bruno: »To Modernize or to Ecologize? That's the Question«. In: Braun, Bruce/Castree, Noel (Hg., 1998): *Remaking Reality. Nature at the Millenium*. London, Routledge, S. 221-242.

Latour, Bruno (1998): *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Frankfurt/Main, Fischer.

Latour, Bruno (1999): *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, Harvard University Press.

Latour, Bruno (2001): *Das Parlament der Dinge. Für eine politische Ökologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.
Latour, Bruno (2004): *Politics of Nature*. Cambridge, Harvard University Press.
Latour, Bruno (2004): *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. Paris, Découverte.
Latour, Bruno (2005): *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford, Oxford University Press.
Latour, Bruno (2007): *Elend der Kritik. Vom Krieg um Fakten zu Dingen von Belang*. Zürich, Berlin, Diaphanes.
Latour, Bruno: »Attempt at an Compositionist Manifesto«. In: *New Literary History* 41/3 (2010), S. 471-490.
Latour, Bruno: »Love Your Monsters«. In: Shellenberger, Michael/Nordhaus, Ted (Hg., 2011): *Love Your Monsters. Postenvironmentalism and the Anthropocene*. Oakland, Breakthrough Institute, S. 17-25.
Latour, Bruno (2012): *Gifford Lectures. Facing Gaia. Six lectures on the political*, http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/GIFFORD-ASSEMBLED.pdf, zuletzt geprüft am 24. November 2013.
Latour, Bruno (2014): *How to make sure Gaia is not a God of Totality?*, http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/138-THOUSAND-NAMES.pdf, zuletzt geprüft am 27. Dezember 2015.
Latour, Bruno: »Why Gaia is not a God of Totality«. In: *Theory, Culture & Society* 34/2-3 (2016), S. 61-81.
Latour, Bruno (2017): *Facing Gaia. Eight Lectures on the New Climatic Regime*. Cambridge, Polity Press.
Latour, Bruno (2018): *Down to Earth. Politics in the New Climatic Regime*. London, Polity.
Lear, Linda J. (2009): *Rachel Carson. Witness for Nature*. Boston, Mariner Books.
Leavis, Frank R. (1933): *Culture and Environment. The Training of Critical Awareness*. London, Chatto and Windus.
Lefèvre, Wolfgang (1984): *Die Entstehung der biologischen Evolutionstheorie*. Frankfurt/Main, Ullstein.
Lekan, Thomas M.: »Fractal Eaarth. Visualizing the Global Environment in the Anthropocene«. In: *Environmental Humanities* 5/1 (2014), S. 171-201.
Lemke, Thomas (2007): *Gouvernementalität und Biopolitik*. Wiesbaden, Verlag für Sozialwissenschaften.
Lemke, Thomas: »Canalizing and Coding. The Notion of ›Milieu‹ in Foucault's Lectures On Governmentality«. In: *Sociological Problems* 3-4 EN (2016), S. 26-42.
Lenoir, Timothy (1989): *The Strategy of Life. Teleology and Mechanics in 19th Century German Biology*. Chicago, University of Chicago Press.
Leopold, Aldo: »The Conservation Ethic«. In: *Journal of Forestry* 31/6 (1933), S. 634-643.
Leopold, Aldo (1968): *A Sand County Almanac*. London, Oxford University Press.

Leroi-Gourhan, André (1945): *Milieu et Techniques*. Paris, Michele.
Leslie, Thomas: »Just What Is It That Makes Capsule Homes So Different, So Appealing?«. In: *Space and Culture* 9/4 (2006), S. 180-194.
Lévinas, Emmanuel: »Heidegger, Gagarin und wir (1961)«. In: ders. (1992): *Schwierige Freiheit. Versuch über das Judentum*. Frankfurt/Main, Jüdischer Verlag, S. 173-176.
Levy, H. (1932): *The Universe of Science*. London, Watts.
Licker, Mark D. (2003): *Dictionary of Environmental Science*. New York, McGraw-Hill.
Lindeman, Eduard C.: »Ecology. An Instrument for the Integration of Science and Philosophy«. In: *Ecological Monographs*, 10/3 (1940), S. 367-372.
Lindeman, Raymond L.: »Seasonal Food-Cycle Dynamics in a Senescent Lake«. In: *American Midland Naturalist* 26/3 (1941), S. 636-673.
Lindeman, Raymond L.: »The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology«. In: *Ecology* 23/4 (1942), S. 399-417.
Löffler, Petra: »Im Raum sein. Streuen - Erstrecken - Zerstreuen«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 5/2 (2014), S. 209-223.
Löffler, Petra: »Gaias Fortune. Kosmopolitik und Ökologie der Praktiken bei Latour und Stengers«. In: Friedrich, Alexander/dies./Schrape, Niklas/Sprenger, Florian (Hg., 2018): *Ökologien der Erde. Zur Wissensgeschichte und Aktualität der Gaia-Hypothese*. Lüneburg, Meson Press, S. 95-122.
Löffler, Petra/Sprenger, Florian: »Einleitung in den Schwerpunkt Medienökologien«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 14 (2016), S. 10-18.
Logan, Robert K.: »The Biological Foundation of Media Ecology«. In: *Explorations in Media Ecology* 9/3 (2010), S. 19-34.
Lönberg-Holm, Knud/Larson, C. Theodore: »Design for Environmental Control«. In: *The Architectural Record* 80/2 (1936), S. 157-159.
Lotka, Alfred (1925): *Elements of Physical Biology*. Baltimore, Williams and Wilkins.
Lovelock, James (1979): *Gaia. A New Look at Life on Earth*. Oxford, Oxford University Press.
Lovelock, James E.: »Gaia as Seen Through the Atmosphere«. In: *Atmospheric Environment* 6/7 (1967), S. 579-580.
Lovelock, James E.: »The Gaia Hypothesis«. In: Bunyard, Peter (Hg., 1996): *Gaia in Action. Science of the Living Earth*. Edinburgh, Floris Books, S. 15-33.
Lovelock, James E.: »Midwife to the Greens. The Electron Capture Detector«. In: *Microbiologica* 13/1 (1997), S. 11-22.
Lovelock, James E./Margulis, Lynn: »Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere. The Gaia Hypothesis«. In: *Tellus. Series A* 26/1-2 (1974), S. 2-10.
Lovelock, James E./Margulis, Lynn: »Biological Modulation of the Earth's Atmosphere«. In: *Icarus* 21/4 (1974), S. 471-489.
Lovelock, James E./Margulis, Lynn: »Homeostatic Tendencies of the Earth's Atmosphere«. In: *Origins of Life* 5/1-2 (1974), S. 93-103.

Luccarelli, Mark (1995): *Lewis Mumford and the Ecological Region. The Politics of Planning*. New York, Guilford Press.

Luhmann, Niklas (1987): *Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Luhmann, Niklas (2010): *Gesellschaftsstruktur und Semantik. Studien zur Wissenssoziologie der modernen Gesellschaft. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Luhmann, Niklas (2011): *Einführung in die Systemtheorie*. Heidelberg, Auer.

Luke, Timothy W.: »On Environmentality. Geo-Power and Eco-Knowledge in the Discourses of Contemporary Environmentalism«. In: *Cultural Critique* 31/2 (1995), S. 57-81.

Luke, Timothy W.: »The (un)wise (ab)use of Nature. Environmentalism as Globalized Consumerism?«. In: *Alternatives* 23/2 (1998), S. 175-212.

Luke, Timothy W.: »Developing Planetarian Accountancy. Fabricating Nature as Stock, Service, and System for Green Governmentality«. In: Dahms, Harry F. (Hg., 2009): *Nature, Knowledge and Negation*, Emerald Group, S. 129-159.

Luke, Timothy W.: »Environmental Governmentality«. In: Gabrielson, Teena/Hall, Cheryl/Meyer, John M. et al. (Hg., 2016): *The Oxford Handbook of Environmental Political Theory*. Oxford, Oxford University Press, S. 460-474.

Lünen, Alexander von (2008): *Under the Waves, Above the Clouds. A History of the Pressure Suit*. Dissertation, TU Darmstadt.

Lüthy, Michael: »Das falsche Bild. Robert Smithsons verworfene Erstversion der Spiral Jetty«. In: Egenhofer, Sebastian/Hinterwaldner, Inge/Spies, Christian (Hg., 2012): *Was ist ein Bild? Antworten in Bildern*. München, Fink, S. 279-281.

MacKaye, Benton (1928): *The New Exploration*. New York, Harcourt, Brace and Company.

MacKaye, Benton (1968): *From Geography to Geotechnics*. Urbana, University of Illinois Press.

Macy, Christine/Bonnemaison, Sarah (2003): *Architecture and Nature. Creating the American Landscape*. London, Routledge.

Madison, Mark Glen: »›Potatoes Made of Oil‹. Eugene and Howard Odum and the Origins and Limits of American Agroecology«. In: *Environment and History* 3/2 (1997), S. 209-238.

Maher, Neil M. (2017): *Apollo in the Age of Aquarius*. Cambridge, Harvard University Press.

Mahnke, Dietrich (1937): *Unendliche Sphäre und Allmittelpunkt. Beiträge zur Genealogie der mathematischen Mystik*. Halle, Niemeyer.

Manning, Erin (2012): *Relationscapes. Movement, Art, Philosophy*. Cambridge, MIT Press.

Margulis, Lynn (1998): *Symbiotic Planet. A New Look At Evolution*. New York, Basic Books.

Margulis, Lynn/Sagan, Dorion (1987): *Microcosmos. Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors*. New York, Harper.

Marino, Bruno/Odum, Howard T.: »Biosphere 2. Introduction and Research Progress«. In: *Ecological Engineering* 13/3 (1999), S. 3-14.

Marsh, George Perkins (1864/1965): *Man and Nature, Or Physical Geography as Modified by Human Action*. Cambridge, Belknap.

Martinetz, Dieter (1996): *Der Gaskrieg 1914/18. Entwicklung, Herstellung und Einsatz chemischer Kampfstoffe*. Bonn, Bernard & Graefe.

Martin, Reinhold: »Organicism's Other«. In: *Grey Room* 4/Summer (2001), S. 34-51.

Martin, Reinhold: »Environment, c. 1973«. In: *Grey Room* 14/Winter (2004), S. 78-101.

Martin, Reinhold (2005): *The Organizational Complex. Architecture, Media, and Corporate Space*. Cambridge, MIT Press.

Martin, Reinhold (2010): *Utopia's Ghost. Architecture and Postmodernism, Again*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Marx, Leo: »Lewis Mumford. Prophet of Organicism«. In: Hughes, Thomas Parke/Hughes, Agatha C. (Hg., 1990): *Lewis Mumford. Public Intellectual*. New York, Oxford University Press, S. 164-180.

Massey, Jonathan: »Necessary Beauty. Fuller's Sumptuary Aesthetic«. In: Chu, Hsiao-yun/Trujillo, Roberto G. (Hg., 2009): *New Views on R. Buckminster Fuller*. Stanford, Stanford University Press, S. 99-124.

Massey, Jonathan: »The Sumptuary Ecology of Buckminster Fuller's Designs«. In: Braddock, Alan C./Irmscher, Christoph (Hg., 2009): *A Keener Perception. Ecocritical Studies in American Art History*. Tuscaloosa, University of Alabama Press, S. 189-212.

Massey, Jonathan: »Buckminster Fuller's Reflexive Modernism«. In: *Design and Culture* 4/3 (2015), S. 325-344.

Massumi, Brian: »National Enterprise Emergency. Steps Toward an Ecology of Powers«. In: *Theory, Culture & Society* 26/6 (2009), S. 153-185.

Mather, Alexander S.: »Geddes, Geography and Ecology. The Golden Age of Vegetation Mapping in Scotland«. In: *Scottish Geographical Journal* 115/1 (2008), S. 35-52.

Matless, David: »Regional Surveys and Local Knowledges. The Geographical Imagination in Britain, 1918-39«. In: *Transactions of the Institute of British Geographers* 17/4 (1992), S. 464-480.

Matthaei, Richard/Maurer, Markus: »Autonomous Driving. A Top-Down-Approach«. In: *Automatisierungstechnik* 63/3 (2015), S. 155-167.

Maturana, Humberto R. (1997): *Was ist Erkennen?* München, Piper.

Maturana, Humberto R./Varela, Francisco J. (1972/1980): *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living*. Dordecht, Reidel.

Maxwell, Richard/Miller, Toby (2012): *Greening the Media*. New York, Oxford University Press.

Mayer-Schwieger, Maren: »Sarcodeströmungen und ›Natürliche Zuchtwahl‹. Zu den Möglichkeiten und Modellierungen von Ökologie bei Ernst Haeckel«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 7/2 (2016), S. 169-186.

Mayer-Tasch, Peter Cornelius (Hg., 1991): *Natur denken. Eine Genealogie der ökologischen Idee*. Frankfurt/Main, Fischer.

May, Robert M. (2001): *Stability and Complexity in Model Ecosystems*. Princeton, Princeton University Press.

McCullough, Malcolm (2005): *Digital Ground. Architecture, Pervasive Computing, and Environmental Knowing*. Cambridge, MIT Press.

McFall-Ngai, Margaret/Hadfield, Michael G./Bosch, Thomas C. G./Carey, Hannah V./Domazet-Lošo, Tomislav/Douglas, Angela E./Dubilier, Nicole/Eberl, Gerard/Fukami, Tadashi/Gilbert, Scott F./Hentschel, Ute/King, Nicole/Kjelleberg, Staffan/Knoll, Andrew H./Kremer, Natacha/Mazmanian, Sarkis K./Metcalf, Jessica L./Nealson, Kenneth/Pierce, Naomi E./Rawls, John F./Reid, Ann/Ruby, Edward G./Rumpho, Mary/Sanders, Jon G./Tautz, Diethard/Wernegreen, Jennifer J.: »Animals in a Bacterial World, a New Imperative for the Life Sciences«. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110/9 (2013), S. 3229-3236.

McGuire, Laura: »Energy, Correalism, and the Endless House«. In: Bollinger, Klaus/Medicus, Florian (Hg., 2015): *Endless Kiesler*. Basel, Birkhäuser, S. 60-88.

McIntosh, Robert P. (1985): *The Background of Ecology. Concept and Theory*. Cambridge, Cambridge University Press.

McIntosh, Robert P. (1985): *The Background of Ecology*. New York, Cambridge University Press.

McLuhan, Marshall (1962): *The Gutenberg Galaxy*. Toronto, University of Toronto Press.

McLuhan, Marshall: »New Media and the Arts«. In: *Arts in Society* 3/2 (1964), S. 239-242.

McLuhan, Marshall (1964): *Understanding Media. The Extensions of Man*. New York, Mentor.

McLuhan, Marshall: »The Relation of Environment to Anti-Environment«. In: *University of Windsor Review* 11/1 (1966), S. 1-10.

McLuhan, Marshall: »Education in the Electronic Age«. In: Stevenson, Hugh A./Stamp, Robert M./Wilson, J. Donald (Hg., 1970): *The Best of Times, The Worst of Times. Contemporary Issues in Canadian Education*. Toronto, Holt, Rinehart and Winston, S. 513-531.

McLuhan, Marshall: »At the Moment of Sputnik the Planet became a Global Theater in which there are no Spectators but only Actors«. In: *Journal of Communication* 24/24 (1974), S. 48-58.

McLuhan, Marshall (Hg., 1999): *The Medium and the Light. Reflections on Religion*. Toronto, Stoddard.

McLuhan, Marshall: »Brief an David I. Segal, 24.9.1964«. In: *Navigationen* 14/2 (2014), S. 31.

McLuhan, Marshall/Fiore, Quentin (2001): *The Medium is the Massage. An Inventory of Effects*. Corte Madera, Gingko.

Meadows, Donella H./Meadows, Dennis L./Randers, Jørgen/Behrens III, William W. (1972): *The Limits to Growth*. London, Universe Books.

Meller, H.E: »Patrick Geddes. An Analysis of His Theory of Civics, 1880-1904«. In: *Victorian Studies* 16/3 (1973), S. 291-315.

Meller, Helen Elizabeth (1990): *Patrick Geddes. Social Evolutionist and City Planner*. London, Routledge.

Merchant, Carolyn (1980): *The Death of Nature. Women, Ecology, and the Scientific Revolution*. San Francisco, Harper & Row.

Merchant, Carolyn (1989): *Ecological Revolutions. Nature, Gender, and Science in New England*. Chapel Hill, University of North Carolina Press.

Merchant, Carolyn (2005): *Radical Ecology. The Search for a Livable World*. New York, Routledge.

Merleau-Ponty, Maurice (1942): *La structure du comportement*. Paris, PUF.

Mersch, Dieter (2013): *Ordo ab chao - Order from Noise*. Berlin, Diaphanes.

Mersch, Dieter: »Ökologie und Ökologisierung«. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 4/1 (2018), S. 187-220.

Mesinovic, Sven: »Reshaping Nature. Underwater Laboratories, Ecology, and Outer Space in West Germany and the United States«. In: Beinart, William/Middleton, Karen Pooley Simon (Hg., 2013): *Wild Things. Nature and Social Imagination*. Washington, The White Horse Press, S. 265-287.

Meyer-Abich, Adolf: »Hauptgedanken des Holismus«. In: *Acta Biotheoretica* 5/2 (1940), S. 85-116.

Meyer-Abich, Klaus Michael: »Der Holismus im 20. Jahrhundert«. In: Böhme, Gernot (Hg., 1989): *Klassiker der Naturphilosophie*. München, Beck, S. 313-330.

Meyer-Abich, Klaus Michael: »Einführung«. In: ders./Scherhorn, Gerhard (Hg., 1997): *Vom Baum der Erkenntnis zum Baum des Lebens. Ganzheitliches Denken der Natur in Wissenschaft und Wirtschaft*. München, Beck, S. 9-18.

Meyrowitz, Joshua (1985): *No Sense of Place. The Impact of Electronic Media on Social Behavior*. Oxford, Oxford University Press.

Miller, Donald L. (1989): *Lewis Mumford, a Life*. New York, Weidenfeld & Nicolson.

Miller, Meredith: »Spheres, Domes, Limits, Interfaces. The Transgressive Architecture of Biosphere 2«. In: Perez-Gomez, Alberto/Comier, Anne/Pedret, Annie (Hg., 2011): *Where Do You Stand? ACSA Annual Meeting Proceedings*. Washington, ACSA Press, S. 102-110.

Mindell, David A. (2008): *Digital Apollo. Human and Machine in Six Lunar Landings*. Cambridge, MIT Press.

Mitchell, Robert: »Simondon, Bioart and the Milieu of Biotechnology«. In: *Inflexions* 5 (2012), S. 68-110.

Mitchell, Robert: »Regulating Life. Romanticism, Science, and the Liberal Imagination«. In: *European Romantic Review* 29/3 (2018), S. 275-293.

Mitman, Greg (1992): *The State of Nature. Ecology, Community, and American Social Thought, 1900-1950*. Chicago, University of Chicago Press.

Mitsch, William J./Jørgensen, S. E. (1989): *Ecological Engineering. An Introduction to Ecotechnology*. New York, Wiley.

Miyazaki, Shintaro: »Algorhythmische Ökosysteme. Neoliberale Kopplungen und ihre Pathogenese von 1960 bis heute«. In: Seyfert, Robert/Roberge, Jonathan (Hg., 2017): *Algorithmuskulturen. Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit*. Bielefeld, Transcript, S. 173-188.

Möbius, Karl August (1877): *Die Auster und die Austernwirthschaft*. Berlin, Wiegandt.

Moore, Gary T. (Hg., 1968): *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. Cambridge, MIT Press.

Moore, Jason W. (2015): *Capitalism in the Web of Life. Ecology and the Accumulation of Capital*. London, Verso.

Moreno, Álvaro/Mossio, Matteo (2015): *Biological Autonomy. A Philosophical and Theoretical Enquiry*. New York, Springer.

Morin, Edgar (1977/2010): *Die Methode. Die Natur der Natur*. Wien, Turia und Kant.

Morin, Edgar (1977): *La méthode. La Nature de la Nature. Tome 1*. Paris, Seuil.

Morin, Edgar: »Ist eine Wissenschaft der Autonomie denkbar?«. In: *Trivium* 20 (1981/2015), S. 1-9.

Morison, Benjamin (2002): *On Location. Aristotle's Concept of Place*. Oxford, Clarendon Press.

Morrison, Denton E./Hornback, Kenneth/Warner, W. Keith (1974): *Environment. A Bibliography of Social Science and Related Literature*. Washington, US Environmental Protection Agency.

Morton, Timothy (2007): *Ecology without Nature. Rethinking Environmental Aesthetics*. Cambridge, Harvard University Press.

Morton, Timothy (2010): *The Ecological Thought*. Cambridge, Harvard University Press.

Morton, Timothy (2013): *Realist Magic. Objects, Ontology, Causality*. Ann Arbor, Open Humanities Press.

Müggenburg, Jan (2018): *Lebhafte Artefakte. Heinz von Foerster und die Maschinen des Biological Computer Laboratory*. Konstanz, Konstanz University Press.

Muhle, Maria (2013): *Eine Genealogie der Biopolitik. Zum Begriff des Lebens bei Foucault und Canguilhem*. München, Fink.

Muhle, Maria: »Mixed Milieus. Vom vitalen um biopolitischen Milieu«. In: Huber, Florian/Wessely, Christina (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 35-48.

Mühlmann, Walter Emil: »Das Problem der Umwelt beim Menschen«. In: *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 44/1/2 (1952), S. 153-181.

Müller-Helle, Katja: »Transgression als Passion. Akustische (Selbst-)Überschreitungen in Kunst- und Popkultur seit 1960«. In: Moser, Jeannie/Vagt, Christina (Hg., 2018): *Verhaltensdesign. Technologische und ästhetische Programme der 1960er und 1970er Jahre*. Bielefeld, Transcript, S. 25-40.

Müller, Kathrin (2008): *Visuelle Weltaneignung. Astronomische und kosmologische Diagramme in Handschriften des Mittelalters*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.

Mumford, Lewis: »Adjusting Device«. In: *Modern Electrics* 3/6 (1910), S. 324.

Mumford, Lewis: »A Portable Receiving Outfit«. In: *Modern Electrics* 4/1 (1911), S. 29-30.

Mumford, Lewis (1934): *Technics and Civilization*. New York, Harcourt, Brace, Jovanovich.

Mumford, Lewis (1938): *The Culture of Cities*. New York, Harcourt, Brace & World.

Mumford, Lewis (1961): *The City in History. Its Origins, its Transformations, and its Prospects*. New York, Harcourt, Brace & World.

Mumford, Lewis: »Closing Statement«. In: Darling, Frank Fraser/Milton, John P. (Hg., 1966): *Future Environments of North America. Transformation of a Continent*. New York, Natural History Press, S. 718-730.

Mumford, Lewis (1967): *The Myth of the Machine*. New York, Harcourt, Brace, Jovanovich.

Mumford, Lewis (1979): *My Works and Days. A Personal Chronicle*. New York, Harcourt, Brace, Jovanovich.

Mumford, Lewis/Geddes, Patrick (1995): *Lewis Mumford and Patrick Geddes. The correspondence*. London, Routledge.

Mumford, Lewis/Osborn, Frederic J. (1971): *The Letters of Lewis Mumford and Frederic J. Osborn. A Transatlantic Dialogue 1938-70*. Bath, Adams & Dart.

Munns, David P. D. (2016): *Engineering the Environment. Phytotrons and the Quest for Climate Control in the Cold War*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

Munns, David P. D./Nickelsen, Kärin: »To Live Among the Stars. Artificial Environments in the Early Space Age«. In: *History and Technology* 33/3 (2018), S. 272-299.

Næss, Arne (1989): *Ecology, Community, and Lifestyle. Outline of an Ecosophy*. Cambridge, Cambridge University Press.

Naess, Arne: »The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement. A summary«. In: *Inquiry* 16/1-4 (2008), S. 95-100.

Nagel, Ernest: »On the Statement ›The Whole is more than the Sum of its parts‹«. In: Lazarsfeld, Paul/Rosenberg, Morris (Hg., 1955): *The Language of Social Research*. Glencoe, Free Press, S. 519-527.

Nardizzi, Vin: »Environ«. In: Cohen, Jeffrey Jerome/Duckert, Lowell (Hg., 2017): *Veer Ecology. A Companion for Environmental Thinking*. Minneapolis, University of Minnesota Press, S. 279-294.

Ndubisi, Forster (2002): *Ecological Planning. A Historical and Comparative Synthesis*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Nelson, Mark/Burgess, Tony L./Alling, Abigail/Alvarez-Romo, Norberto/Dempster, William F./Walford, Roy Allen John P. L.: »Using a Closed Ecological System to Study Earth's Biosphere«. In: *BioScience* 43/4 (1993), S. 225-236.

Nelson, Mark: »Setting the Record Straight about Biosphere 2«. In: *Vice*, 24. Juni 2017, http://www.vice.com/en_us/article/mbjz43/setting-the-record-straight-about-the-biosphere-2, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Nelson, Sara Holiday: »Resilience and the Neoliberal Counter-Revolution. From Ecologies of Control to Production of the Common«. In: *Resilience* 2/1 (2014), S. 1-17.

Nennen, Heinz-Ulrich (1991): *Ökologie im Diskurs. Zu Grundfragen der Anthropologie und Ökologie und zur Ethik der Wissenschaften*. Opladen, Westdeutscher Verlag.

Newton, Isaac (1697/1999): *The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Berkeley, University of California Press.

Neyrat, Frédéric: »Elements for an Ecology of Separation. Beyond Ecological Constructivism«. In: Hörl, Erich/Burton, James (Hg., 2017): *General Ecology. The New Ecological Paradigm*. London, Bloomsbury, S. 101-125.

Neyrat, Frédéric (2018): *The Unconstructable Earth. An Ecology of Separation*. New York, Fordham University Press.

Nguyen, N.T/Phung, D.Q/Venkatesh, S./Bui, H.: »Learning and Detecting Activities from Movement Trajectories Using the Hierarchical Hidden Markov Models«. In: *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* 2 (2005), S. 955-960.

Nicolson, Marjorie Hope (1950): *The Breaking of the Circle. Studies in the Effect of the New Science upon Seventeenth Century Poetry*. Evanston, Northwestern University Press.

Nisbet, James (2014): *Ecologies, Environments, and Energy Systems in Art of the 1960s and 1970s*. Cambridge, MIT Press.

Nitzke, Solvejg/Pethes, Nicolas (Hg., 2017): *Imagining Earth. Concepts of Wholeness in Cultural Constructions of our Home Planet*. Bielefeld, Transcript.

Nixon, Richard (1970): *Annual Message to the Congress on the State of the Union, January 22, 1970*. Washington, The White House. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=2921, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Nixon, Richard (1970): *Special Message to the Congress on Environmental Quality, February 8, 1970*. Washington, The White House. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=2757, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Noble, David F. (1977): *America by Design. Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*. Oxford, Oxford University Press.

Noordung, Hermann (1929): *Das Problem der Befahrung des Weltraums. Der Raketen-Motor*. Berlin, Schmidt.

Normandin, Sebastien/Wolfe, Charles T. (2012): *Vitalism and the Scientific Image in Post-Enlightenment Life Science, 1800-2010*. New York, Springer.

Nye, David E.: »Energy in the Thought and Design of R. Buckminster Fuller«. In: Chu, Hsiao-yun/Trujillo, Roberto G. (Hg., 2009): *New Views on R. Buckminster Fuller*. Stanford, Stanford University Press, S. 86-98.

Nyhart, Lynn K. (2009): *Modern Nature. The Rise of the Biological Perspective in Germany*. Chicago, University of Chicago Press.

O'Neill, Gerard K. (1977): *The High Frontier. Human Colonies in Space*. New York, Bantam Books.

Oberhaus, Daniel: »A 21st Century ›Operating Manual for Spaceship Earth‹«. In: *Vice*, 10. Juni 2017, http://www.vice.com/en_us/article/wjqnxy/the-decades-long-quest-to-recreate-earth-in-miniature, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Odum, Eugene P. (1953): *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, Saunders.

Odum, Eugene P.: »The Strategy of Ecosystem Development«. In: *Science* 164/3877 (1969), S. 262-270.

Odum, Eugene P. (1971): *Fundamentals of Ecology. Third Edition*. Philadelphia, Saunders.

Odum, Eugene P.: »The Emergence of Ecology as a New Integrative Discipline«. In: *Science & Education* (25. März 1977), S. 1289-1293.

Odum, Eugene P./Cooke, W. Dennis/Beyers, Robert J.: »The Case for the Multispecies Ecological System, with Special Reference to Succession and Stability«. In: National Aeronautics and Space Administration (Hg., 1968): *Bioregenerative Systems*. Washington, NASA, S. 129-142.

Odum, Eugene P./Patten, Bernard C.: »The Cybernetic Nature of Ecosystems«. In: *The American Naturalist* 118/6 (1981), S. 886-895.

Odum, Howard T. (1950): *The Biogeochemistry of Strontium. With Discussion on the Ecological Integration of Elements*. Dissertation, Yale University.

Odum, Howard T.: »Primary Production in Flowing Waters«. In: *Limnology and Oceanography Bulletin* 1/2 (1956), S. 102-117.

Odum, Howard T.: »Ecological Potential and Analogue Circuits for the Ecosystem«. In: *American Scientist* 48/1 (1960), S. 1-8.

Odum, Howard T.: »Man and the Ecosystem«. In: Waggoner, Paul E./Ovington, J. D. (Hg., 1962): *Proceedings of the Lockwood Conference on the Suburban Forest and Ecology*. New Haven, Connecticut Agricultural Experiment Station, S. 57-75.

Odum, Howard T.: »Limits of Remote Ecosystems Containing Man«. In: *The American Biology Teacher* 25/6 (1963a), S. 429-443.

Odum, Howard T.: Limits of Remote Ecosystems Containing Man. In: *The American Biology Teacher* 25/6 (1963b), S. 429–443.

Odum, Howard T.: »Energetics of World Food Production«. In: Report of the Panel on World Food Supply (Hg., 1967): *The World Food Problem. Vol. III*. Washington, The White House, S. 55-94.

Odum, Howard T. (1971): *Environment, Power, and Society for the Twenty-First Century. The Hierarchy of Energy*. New York, Columbia University Press.

Odum, Howard T.: »An Energy Circuit Language for Ecological and Social Systems. Its Physical Basis«. In: Patten, Bernard C. (Hg., 1972): *Systems Analysis and Simulation in Ecology. Volume II*. New York, Academic Press, S. 140-210.

Odum, Howard T. (1983): *Systems Ecology. An Introduction*. New York, Wiley.

Odum, Howard T.: »Scales of Ecological Engineering«. In: *Ecological Engineering* 6/1 (1996), S. 7-19.

Odum, Howard T./Odum, B.: »Concepts and Methods of Ecological Engineering«. In: *Ecological Engineering* 20/5 (2003), S. 339-361.

Odum, Howard T./Siler, Walter L./Beyers, Robert J./Armstrong, Neal: »Experiments with Engineering of Marine Ecosystems«. In: *Publications of the Institute of Marine Science University of Texas* 9 (1963), S. 373-403.

Odum, Howard W. (1947): *Understanding Society. The Principles of Dynamic Sociology*. New York, McMillan.

Olkowski, Helga/Olkowski, Bill/Javits, Tom (1979): *The Integral Urban House. Self-Reliant Living in the City*. San Francisco, Sierra Club Books.

Olson, Valerie (2018): *Into the Extreme. U.S. Environmental Systems and Politics beyond Earth*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Olson, Valerie A.: »The Ecobiopolitics of Space Biomedicine«. In: *Medical Anthropology* 29/2 (2010), S. 170-193.

Opitz, Sven: »Neue Kollektivitäten. Das Kosmopolitische bei Bruno Latour und Ulrich Beck«. In: *Soziale Welt* 67/3 (2016), S. 249-266.

Orland, Barbara: »Die Erfindung des Stoffwechsels. Wandel der Stoffwahrnehmung in der Naturforschung des 18. Jahrhunderts«. In: Espahangizi, Kijan Malte/dies. (Hg., 2014): *Stoffe in Bewegung. Beiträge zu einer Wissensgeschichte der materiellen Welt*. Zürich, Diaphanes.

Osborn, Fairfield (1948): *Our Plundered Planet*. London, Faber and Faber.

Osman, Michael: »Banham's Historical Ecology«. In: Crinson, Mark/Zimmerman, Claire (Hg., 2010): *Neo-Avant-Garde and Postmodern. Postwar Architecture in Britain and Beyond*. New Haven, Yale University Press, S. 231-250.

Palladino, Paolo: »Ecological Theory and Pest Control Practice: A Study of the Institutional and Conceptual Dimensions of a Scientific Debate«. In: *Social Studies of Science* 20/2 (1990), S. 255-281.

Palladino, Paolo: »Defining Ecology. Ecological Theories, Mathematical Models, and Applied Biology in the 1960s and 1970s«. In: *Journal of the History of Biology* 24/2 (1991), S. 223-243.

Panofsky, Erwin (2012): *Galileo Galilei und die Bildkünste. Vorgestellt von Horst Bredekamp*. Berlin, Diaphanes.

Parascandola, John: »Organismic and Holistic Concepts in the Thought of L.J. Henderson«. In: *Journal of the History of Biology* 4/1 (1971), S. 63-113.

Pareto, Vilfredo (1966): *Sociological Writings*. New York, Praeger.

Parikka, Jussi (2010): *Insect Media. An Archaeology of Animals and Technology*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Parikka, Jussi (2015): *A Geology of Media*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Parikka, Jussi: »Cartographies of Environmental Arts«. In: Braidotti, Rosi (Hg., 2019): *Posthuman Ecologies. Complexity and Process after Deleuze*. London, Rowman & Littlefield, S. 41-60.

Parsons, Talcott (1951/1991): *The Social System*. London, Routledge.

Pasquinelli, Matteo: »The Automaton of the Anthropocene. On Carbosilicon Machines and Cyberfossil Capital«. In: *South Atlantic Quarterly* 116/2 (2017), S. 311-326.

Patton, Phil (2010): »Symbolizing the Green Movement«. In: *The Professional Association for Design*, 22. April 2010, http://www.aiga.org/symbolizing-the-green-movement, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Paull, John: »The Rachel Carson Letters and the Making of Silent Spring«. In: *SAGE Open* 3/3 (2013), S. 1-12.

Pearce, Trevor: »From ›Circumstances‹ to ›Environment‹. Herbert Spencer and the Origins of the Idea of Organism-Environment Interaction«. In: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 41/3 (2010), S. 241-252.

Peldszus, Regina: »Architectural Experiments in Space. Orbital Stations, Simulators and Speculative Design, 1968-82«. In: Geppert, Alexander C. T. (Hg., 2018): *Limiting Outer Space. Astroculture after Apollo*. London, Palgrave Macmillan, S. 237-258.

Peterson, Erik L. (2016): *The Life Organic. The Theoretical Biology Club and the Roots of Epigenetics*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

Peters, Robert Henry (1991): *A Critique for Ecology*. Cambridge, Cambridge University Press.

Pethes, Nicolas: »Milieu. Die Exploration selbstgenerierter Umwelten in Wissenschaft und Ästhetik des 19. Jahrhunderts«. In: *Archiv für Begriffsgeschichte* 59 (2017), S. 139-156.

Phillips, D. C.: »Organicism in the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries«. In: *Journal of the History of Ideas* 31/3 (1970), S. 413-432.

Phillips, John: »Succession, Development, the Climax, and the Complex Organism. An Analysis of Concepts: Part III. The Complex Organism«. In: *Journal of Ecology* 23/2 (1935), S. 488-508.

Phillips, John L. (1998): *The Bends. Compressed Air in the History of Science, Diving, and Engineering*. New Haven, Yale University Press.

Phillips, Stephen: »Toward a Research Practice. Frederick Kiesler's Design-Correlation Laboratory«. In: *Grey Room* 38/Winter (2010), S. 90-120.

Pias, Claus (Hg., 2005): *Kybernetik – Cybernetics. Band 1*. Berlin, Diaphanes.

Pias, Claus: »Paradiesische Zustände. Tümpel – Erde – Raumstation«. In: Butis Butis (Hg., 2007): *Stehende Gewässer. Medien der Stagnation*. Berlin, Diaphanes, S. 47-66.

Pickering, Andrew (2010): *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*. Chicago, University of Chicago Press.

Plamondon, Ann L. (1979): *Whitehead's Organic Philosophy of Science*. Albany, State University of New York Press.

Platon: »Timaios«. In: Platon (1994): *Sämtliche Werke. Band 4*. Reinbek, Rowohlt.

Plumwood, Val (2002): *Environmental Culture. The Ecological Crisis of Reason*. London, Routledge.

Ponte, Alessandra (2012): *House of Light and Entropy*. London, Architectural Association.

Poole, Robert (2010): *Earthrise. How Man first saw the Earth*. New Haven, Yale University Press.

Porath, Erik: »Begriffsgeschichte des Mediums oder Mediengeschichte von Begriffen? Methodologische Überlegungen«. In: Müller, Ernst (Hg., 2008): *Begriffsgeschichte der Naturwissenschaften. Zur historischen und kulturellen Dimension naturwissenschaftlicher Konzepte*. Berlin, De Gruyter, S. 253-274.

Poslad, Stefan (2009): *Ubiquitous Computing. Smart Devices, Environments and Interactions*. Chichester, Wiley.

Postman, Neil (1993): *Technopoly. The Surrender of Culture to Technology*. New York, Vintage Books.

Postman, Neil: »The Humanism of Media Ecology«. In: *Proceedings of the Media Ecology Association* 1 (2000), S. 10-16.

Potthast, Thomas: »Wissenschaftliche Ökologie und Naturschutz. Szenen einer Annäherung«. In: Radkau, Joachim/Uekötter, Frank (Hg., 2003): *Naturschutz und Nationalsozialismus*. Frankfurt/Main, Campus, S. 225-256.

Poulet, Georges (1966): *Metamorphosen des Kreises in der Dichtung*. Frankfurt/Main, Fischer.

Poynter, Jane: »Biosphere 2. The Experience of ›Being‹«. In: Ohanian, Melik/Royoux, Jean-Christophe (Hg., 2005): *Cosmograms*. New York, Lukas & Sternberg, S. 241-248.

Pringle, Thomas: »The Ecosystem Is an Apparatus. From Machinic Ecology to the Politics of Resilience«. In: ders./Koch, Gertrud/Stiegler, Bernard (Hg., 2019): *Machine*. Lüneburg, Meson Press, S. 49-103.

Rabinow, Paul (1995): *French Modern. Norms and Forms of the Social Environment*. Chicago, University of Chicago Press.

Radkau, Joachim/Uekötter, Frank (Hg., 2003): *Naturschutz und Nationalsozialismus*. Frankfurt/Main, Campus.

Reclus, Élisée (1876): *La Nouvelle Géographie universelle, la terre et les hommes*. Paris, Hachette.

Reid, James D.: »Resilience. The Biopolitics of Security«. In: Chandler, David/ders. (Hg., 2016): *The Neoliberal Subject. Resilience, Adaptation and Vulnerability*. London, Rowman & Littlefield, S. 51-71.

Reiser, Oliver L.: »Non-Aristotelian Logic and the Crisis in Science«. In: *Scientia Poetica* 61/61 (1937), S. 137-150.

Reiser, Oliver L. (1940): *The Promise of Scientific Humanism*. New York, Piest.

Reiss, Julie (2001): *From Margin to Center. The Spaces of Installation Art*. Cambridge, MIT Press.

Renwick, Chris: »Patrick Geddes and the Politics of Evolution«. In: *Endeavour* 34/4 (2010), S. 151-156.

Renwick, Chris/Gunn, Richard C.: »Demythologizing the Machine. Patrick Geddes, Lewis Mumford, and Classical Sociological Theory«. In: *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 44/1 (2008), S. 59-76.

ReVelle, Penelope/ReVelle, Charles (1981): *The Environment. Issues and Choices for Society*. New York, Van Nostrand.

Rheinberger, Hans-Jörg: »Objekt und Repräsentation«. In: Heintz, Bettina/Huber, Jörg (Hg., 2001): *Mit dem Auge Denken*. München, Fink, S. 54-60.

Rheinberger, Hans-Jörg (2006): *Epistemologie des Konkreten. Studien zur Geschichte der modernen Biologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Rheinberger, Hans-Jörg (2006): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Rheinberger, Hans-Jörg (2007): *Historische Epistemologie zur Einführung*. Hamburg, Junius.

Robertson, Morgan M.: »The Neoliberalization of Ecosystem Services. Wetland Mitigation Banking and Problems in Environmental Governance«. In: *Geoforum* 35/3 (2004), S. 361-373.

Roch, Axel (2009): *Claude E. Shannon. Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information*. Berlin, Gegenstalt.

Rogers, Richard A.: »Overcoming the Objectification of Nature in Constitutive Theories. Toward a Transhuman, Materialist Theory of Communication«. In: *Western Journal of Communication* 62/3 (1998), S. 244-272.

Rome, Adam: »›Give Earth a Chance‹. The Environmental Movement and the Sixties«. In: *Journal of American History* 90/2 (2003), S. 525-554.

Rosenblueth, Arturo/Wiener, Norbert/Bigelow, Julian: »Behaviour, Purpose and Teleology«. In: *Philosophy of Science* 10/1 (1943), S. 18-24.

Rosol, Christoph (2007): *RFID. Vom Ursprung einer (all)gegenwärtigen Kulturtechnologie*. Berlin, Kadmos.

Rössler, Reto: »Hypothese, Abweichung und Traum. Keplers Ellipsen«. In: ders./Sparenberg, Tim/Weber, Philipp (Hg., 2016): *Kosmos & Kontingenz. Eine Gegengeschichte*. Paderborn, Fink, S. 65-77.

Rudd, Robert L. (1964): *Pesticides and the Living Landscape*. Madison, University of Wisconsin Press.

Ruddick, Susan M.: »Rethinking the Subject, Reimagining Worlds«. In: *Dialogues in Human Geography* 7/2 (2017), S. 119-139.

Ruiz, Rafico: »Iceberg Economies«. In: *Topia* 32/3 (2014), S. 179-198.

Russell, Bertrand (1924): *Icarus, or the Future of Science*. London, Paul, Trench & Trubner.

Russell, E. S. (1930): *The Interpretation of Development and Heredity*. Oxford, Clarendon Press.

Russett, Cynthia Eagle (1966): *The Concept of Equilibrium in American Social Thought*. New Haven, Yale University Press.

Sachs, Wolfgang: »Satellitenblick. Die Ikone vom blauen Planeten und ihre Folgen für die Wissenschaft«. In: Braun, Ingo/Joerges, Bernward (Hg., 1994): *Technik ohne Grenzen*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 305-327.

Sackman, Douglas Cazaux (Hg., 2014): *A Companion to American Environmental History*. Malden, Wiley-Blackwell.

Sagan, Carl (1973): *The Cosmic Connection. An Extraterrestrial Perspective*. New York, Anchor Press.

Sagan, Lynn: »On the Origin of Mitosing Cells«. In: *Journal of Theoretical Biology* 14/3 (1967), S. 225-274.

Sarasin, Philipp (2009): *Darwin und Foucault. Genealogie und Geschichte im Zeitalter der Biologie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Sarasin, Philipp/Tanner, Jakob (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Sarkar, Sahotra: »Science, Philosophy, and Politics in the Work of J.B.S. Haldane«. In: *Biology and Philosophy* 7/4 (1992), S. 385-409.

Scharmen, Fred: »Highest and Best Use. Subjectivity and Climates Off and After Earth«. In: *Journal of Architectural Education* 71/2 (2017), S. 184-196.

Schechner, Richard: »Extensions in Time and Space. An Interview with Allan Kaprow«. In: *The Drama Review* 12/3 (1968), S. 153-159.

Schlick, Moritz: »Über den Begriff der Ganzheit«. In: *Erkenntnis* 5/1 (1935), S. 52-55.

Schneider, Birgit (2018): *Klimabilder. Eine Genealogie globaler Bildpolitiken von Klima und Klimawandel*. Berlin, Matthes & Seitz.

Schneider, Daniel W.: »Local Knowledge, Environmental Politics, and the Founding of Ecology in the United States. Stephen Forbes and ›The Lake as a Microcosm‹ (1887)«. In: *Isis* 91/4 (2000), S. 681-705.

Schneller, Gerhard (1993): *Das Werk August Thienemanns*. Frankfurt/Main, Peter Lang.

Schnödl, Gottfried/Sprenger, Florian (2020): *Uexkülls Umgebungen*. Lüneburg, Meson Press. In Vorbereitung.

Scholz, Leander: »Die Gerechtigkeit der Ökologie. Bruno Latour und das politische Projekt eines Parlaments der Dinge«. In: Balke, Friedrich/Muhle, Maria/von Schöning, Antonia (Hg., 2011): *Die Wiederkehr der Dinge*. Berlin, Kadmos, S. 115-128.

Scholz, Leander: »Karl August Möbius und die Politik der Lebensgemeinschaft«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 7/2 (2016), S. 206-220.

Schramm, Engelbert (1997): *Im Namen des Kreislaufs. Ideengeschichte der Modelle vom ökologischen Kreislauf*. Frankfurt/Main, IKO.

Schreiber, Anne: »Organisation durch Kommunikation Medien des Managements in den USA Anfang des 20. Jahrhunderts«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaften* 10 (2018), S. 28-36.

Schrickel, Isabell: »Von Cloud Seeding zu Albedo Enhancement. Zur technischen Modifikation von Wetter und Klima«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 6 (2012), S. 194-205.

Schrickel, Isabell: »Von Schmetterlingen und Atomreaktoren. Medien und Politiken der Resilienz am IIASA«. In: *Behemoth* 7/2 (2014), S. 5-25.

Schubert, Rudolf (Hg., 1984): *Lehrbuch der Ökologie*. Jena, Fischer.

Schultz, Oliver Lerone: »Marshall McLuhan. Medien als Infrastrukturen und Archetypen«. In: Lagaay, Alice (Hg., 2004): *Medientheorien. Eine philosophische Einführung*. Frankfurt/Main, Campus, S. 31-67.

Schulz-Walden, Thorsten (2013): *Anfänge globaler Umweltpolitik. Umweltsicherheit in der internationalen Politik (1969-1975)*. München, Oldenbourg.

Schwarz, Astrid E.: »Aus Gestalten werden Systeme. Frühe Systemtheorie in der Biologie«. In: Mathes, Karin/Breckling, Broder/Ekschmitt, Klemens (Hg., 1996): *Systemtheorie in der Ökologie*. Landsberg, Ecomed, S. 35-43.

Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer.

Scolari, Carlos A.: »Media Ecology. Exploring the Metaphor to Expand the Theory«. In: *Communication Theory* 22/2 (2012), S. 204-224.

Scott, Felicity (2007): *Architecture or Techno-Utopia. Politics after Modernism*. Cambridge, MIT Press.

Scott, Felicity: »Earthlike«. In: *Grey Room* 65/Fall (2016), S. 6-35.

Scott, Felicity (2016): *Outlaw Territories. Environments of Insecurity/Architectures of Counterinsurgency*. New York, Zone Books.

Sedgwick, James (1725): *A New Treatise on Liquors: Wherein the Use and Abuse of Wine, Malt-Drinks, Water, &c. are Particularly Consider'd, in many Diseases, Constitutions, and Ages*. London, Rivington.

Seibel, Benjamin (2016): *Cybernetic Government. Informationstechnologie und Regierungsrationalität von 1943-1970*. Wiesbaden, Springer.

Seitter, Walter: »Vom Licht zum Äther. Der Einfluss der Medienphysik auf die Elementenlehre«. In: *Archiv für Mediengeschichte: Licht und Leitung* 2 (2002), S. 47-60.

Sellers, Christopher: »Body, Place and the State. The Makings of an ›Environmentalist‹ Imaginary in the Post-World War II U.S.«. In: *Radical History Review* 74 (1999), S. 31-64.

Seyfert, Robert/Roberge, Jonathan (Hg., 2016): *Algorithmic cultures. Essays on meaning, performance and new technologies*. New York, Routledge.

Shenhav, Yehouda A. (2002): *Manufacturing Rationality. The Engineering Foundations of the Managerial Revolution*. Oxford, Oxford University Press.

Siebert, Harald (2006): *Die große kosmologische Kontroverse. Rekonstruktionsversuche anhand des Itinerarium exstaticum von Athanasius Kircher*. Stuttgart, Franz Steiner.

Simondon, Gilbert (1958/2012): *Die Existenzweise technischer Objekte*. Berlin, Diaphanes.

Simondon, Gilbert: »Das Individuum und seine Genese«. In: Blümle, Claudia/Schäfer, Armin (Hg., 2007): *Struktur, Figur, Kontur. Abstraktion in Kunst und Lebenswissenschaften*. Berlin, Diaphanes, S. 29-45.

Simon, Herbert A.: »Rational Choice and the Structure of the Environment«. In: *Psychological Review* 63/2 (1956), S. 129-138.

Sinding, Christiane: »Vitalismus oder Mechanismus? Die Auseinandersetzungen um die forschungsleitenden Paradigmata in der Physiologie«. In: Sarasin, Philipp/Tanner, Jakob (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 76-98.

Slack, Jennifer Daryl: »Environment, Ecology«. In: Bennett, Tony/Grossberg, Lawrence/Morris, Meaghan et al. (Hg., 2005): *New Keywords. A Revised Vocabulary of Culture and Society*. Malden, Blackwell.

Slack, Nancy G. (2010): *G. Evelyn Hutchinson and the Invention of Modern Ecology*. New Haven, London, Yale University Press.

Sloterdijk, Peter (2002): *Luftbeben. An den Quellen des Terrors*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Sloterdijk, Peter (2004): *Sphären. Schäume. Band 3*. Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Sloterdijk, Peter (2009): *Terror from the Air*. Los Angeles, Semiotext(e).

Smith, Barry (1988): *Foundations of Gestalt Theory*. München, Philosophia.

Smith, Michael B.: »›Silence, Miss Carson‹. Science, Gender, and the Reception of Silent Spring«. In: *Feminist Studies* 27/3 (2001), S. 733-752.

Smith, Mick (2011): *Against Ecological Sovereignty. Ethics, Biopolitics, and Saving the Natural World*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Smith, Randall/Cheeseman, Peter: »On the Representation and Estimation of Spatial Uncertainty«. In: *The International Journal of Robotics Research* 5/4 (1986), S. 56-68.

Smith, Randall/Self, Matthew/Cheeseman, Peter: »Estimating Uncertain Spatial Relationships in Robotics«. In: *Machine Intelligence and Pattern Recognition* 5 (1988), S. 435-461.

Smithson, Robert: »The Spiral Jetty«. In: Kepes, Gyorgy (Hg., 1972): *Arts of the Environment*. Henley, Aidan Ellis, S. 109-116.

Smithson, Robert: »Entropy made Visible. Interview mit Alison Sky [1973]«. In: ders. (Hg., 2000): *Collected Writings*. Berkeley, University of California Press, S. 301-309.

Smuts, Jan (1926): *Holism and Evolution*. London, Macmillan.

Solhdju, Katrin: »Interessierte Milieus. Oder: Die experimentelle Konstruktion ›überlebender‹ Organe«. In: Brandstetter, Thomas/Harrasser, Karin (Hg., 2010): *Ambiente. Das Leben und seine Räume*. Wien, Turia und Kant, S. 51-67.

Solhdju, Katrin: »Konzepte des Lebendigen und Kulturen des Interesses. Von einer Physiologie der Organe zur Transplantationsmedizin«. In: dies./Vedder, Ulrike (Hg., 2015): *Das Leben vom Tode her. Zur Kulturgeschichte einer Grenzziehung*. München, Fink, S. 163-182.

Sörlin, Sverker/Wormbs, Nina: »Environing Technologies. A Theory of Making Environment«. In: *History and Technology* 34/2 (2018), S. 101-125.

Spencer, Herbert (1855): *Principles of Psychology*. London, Longman's.

Spencer, Herbert (1864): *The Principles of Biology*. *Volume 1*. New York, Appleton.

Spitzer, Leo: »Milieu and Ambiance«. In: ders. (1948): *Essays in historical Semantics*. New York, Vanni, S. 179-316.

Spivak, Gayatri Chakravorty (2013): *Imperative zur Neuerfindung des Planeten*. *Imperatives to Re-Imagine the Planet*. Wien, Passagen.

Spreen, Dierk: »Menschliche Cyborgs und reflexive Moderne. Vom Jupiter zum Mars zur Erde - bis ins Innere des Körpers«. In: Bröckling, Ulrich/Paul, Axel/Kaufmann, Stefan (Hg., 2004): *Vernunft – Entwicklung – Leben. Schlüsselbegriffe der Moderne*. München, Fink, S. 317-346.

Sprenger, Florian: »Zwischen Umwelt und milieu. Zur Begriffsgeschichte von environment in der Evolutionstheorie«. In: *Forum interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 3/2 (2014).

Sprenger, Florian: »Architekturen des environments. Reyner Banham und das Dritte Maschinenzeitalter«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (2015), S. 55-67.

Sprenger, Florian: »Die Zukunft der Vergangenheit. Kommentar zu ›The Coming Age of Calm Technology‹«. In: Engemann, Christoph/ders. (Hg., 2015): *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. Bielefeld, Transcript, S. 73-87.

Sprenger, Florian: »Experimentelle environments und Epistemologien des Umgebens. John Scott Haldanes Physiologie des Lebendigen«. In: Huber, Florian/Wessely, Christina (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 49-70.

Sprenger, Florian: »Das Außen des Innen. Latours Gaia«. In: Friedrich, Alexander/Löffler, Petra/Schrape, Niklas/ders. (Hg., 2018a): *Ökologien der Erde. Zur Wissensgeschichte und Aktualität der Gaia-Hypothese*. Lüneburg, Meson Press, S. 63-92.

Sprenger, Florian: »Ökologische Imperative. Richard Nixon, Jean Baudrillard und environmental design um 1970«. In: Moser, Jeannie/Vagt, Christina (Hg., 2018b): *Verhaltensdesign. Technologische und ästhetische Programme der 1960er und 1970er Jahre*. Bielefeld, Transcript, S. 41-56.

Sprenger, Florian: »The Network is not the Territory. On Capturing Mobile Media«. In: *New Media & Society* 10/2 (2018).

Sprenger, Florian: »Ort und Bewegung. Mobile Adressierung, Cellular Triangulation und die Relativität der Kontrolle«. In: *Jahrbuch für Technikphilosophie* 5 (2019), S. 47-75.

Stalder, Laurent: »Air, Light and Air-Conditioning«. In: *Grey Room* 40/Summer (2010), S. 84-99.

Star, Susan Leigh (1995): *Ecologies of Knowledge. Work and Politics in Science and Technology*. Albany, SUNY Press.

Stauffer, Robert C.: »Haeckel, Darwin, and Ecology«. In: *The Quarterly Review of Biology* 32/2 (1957), S. 138-144.

Steffen, W./Grinevald, J./Crutzen, P./McNeill, J.: »The Anthropocene. Conceptual and Historical Perspectives«. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 369/1938 (2011), S. 842-867.

Steiner, Dieter (2014): *Rachel Carson. Pionierin der Ökologiebewegung*. München, Oekom Verlag.

Steiner, Hadas: »The Forces of Matter«. In: *The Journal of Architecture* 10/1 (2005), S. 91-109.

Steiner, Hadas A. (2009): *Beyond Archigram. The Structure of Circulation*. New York, Routledge.

Stella, Marco/Kleisner, Karl: »Uexküllian Umwelt as Science and as Ideology. The Light and the Dark Side of a Concept«. In: *Theory in Biosciences* 129/1 (2010), S. 39-51.

Stengers, Isabelle (2011): *Thinking with Whitehead. A Free and Wild Creation of Concepts*. Cambridge, Harvard University Press.

Stephens, Niall P.: »Toward a More Substantive Media Ecology. Postman's Metaphor Versus Posthuman Futures«. In: *International Journal of Communication* 8/1 (2014), S. 1-19.

Sterner, Robert W.: »Raymond Laurel Lindeman and the Trophic Dynamic Viewpoint«. In: *Limnology and Oceanography Bulletin* 21/2 (2012), S. 38-50.

Stiegler, Bernard: »Relational Ecology and the Digital Pharmakon«. In: *Culture Machine* 13 (2012), S. 1-19.

Stoeckler, Manfred: »A Short History of Emergence and Reductionism«. In: Agazzi, Evandro (Hg., 1991): *The Problem of Reductionism in Science*. Dordecht, Springer, S. 71-90.

Strate, Lance: »Lewis Mumford and the Ecology of Technics«. In: *New Jersey Journal of Communications* 8/1 (2000), S. 56-78.

Strate, Lance (2011): *On the Binding Biases of Time. And other Essays on General Semantics and Media Ecology*. Fort Worth, New Non-Aristotelian Library Institute of General Semantics.

Strate, Lance: »Media Ecology and the Systems View«. In: *Systema* 3/1 (2015), S. 37-45.

Strate, Lance (2017): *Media Ecology. An Approach to Understanding the Human Condition*. New York, Peter Lang.

Strøm, K. Münster: »Production Biology of Temperate Lakes. A Synopsis based upon Recent Literature«. In: *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 19/5-6 (1928), S. 329-348.

Strum, Suzanne (2017): *The Ideal of Total Environmental Control. Knud Lönberg-Holm, Buckminster Fuller, and the SSA*. London, Routledge.

Studholme, Maggie: »Patrick Geddes. Founder of Environmental Sociology«. In: *The Sociological Review* 55/3 (2007), S. 441-459.

Study of Critical Environmental Problems (1972): *Man's Impact on the Global Environment. Assessment and Recommendations for Action*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.

Stugren, Bogdan (1986): *Grundlagen der allgemeinen Ökologie*. Stuttgart, Fischer.

Sturdy, Steve: »Biology as Social Theory. John Scott Haldane and Physiological Regulation«. In: *The British Journal for the History of Science* 21/1 (1988), S. 315-340.

Suchman, Lucy (1987): *Plans and Situated Actions. The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge, Cambridge University Press.

Swyngedouw, Erik: »Trouble with Nature. Ecology as the New Opium for the People«. In: Hillier, Jean/Healey, Patsy (Hg., 2010): *The Ashgate Research Companion to Planning Theory. Conceptual Challenges for Spatial Planning*. Farnham, Ashgate, S. 299-320.

Tanner, Ariane (2017): *Die Mathematisierung des Lebens. Alfred James Lotka und der energetische Holismus im 20. Jahrhundert*. Tübingen, Mohr Siebeck.

Tanner, Jakob: »›Weisheit des Körpers‹ und soziale Homöostase. Physiologie und das Konzept der Selbstregulation«. In: Sarasin, Philipp/ders. (Hg., 1998): *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, Suhrkamp, S. 129-169.

Tansley, Arthur G. (1920): *The New Psychology and its Relation to Life*. London, Allen & Unwin.

Tansley, Arthur G.: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. In: *Ecology* 16/3 (1935), S. 284-307.

Tansley, Arthur G. (1939): *The British Island and their Vegetation*. Cambridge, Cambridge University Press.

Tauber, Alfred I.: »Expanding Immunology: Defensive versus Ecological Perspectives«. In: *Perspectives in Biology and Medicine* 51/2 (2008), S. 270-284.

Taub, Frieda B.: »Some Ecological Aspects of Space Biology«. In: *The American Biology Teacher* 25/6 (1963), S. 412-421.

Taub, Frieda B.: »Closed Ecological Systems«. In: *Annual Review of Ecology and Systematics* 5/1 (1974), S. 139-160.

Taylan, Ferhat: »Environmental Interventionism. A Neoliberal Strategy«. In: *Raisons politiques* 52/4 (2013), S. 77-87.

Taylan, Ferhat (2018): *Mésopolitique. Connaître, théoriser et gouverner les milieux de vie (1750-1900)*. Paris, Editions de la Sorbonne.

Taylor, Peter J.: »Technocratic Optimism, H. T. Odum, and the Partial Transformation of Ecological Metaphor after World War II«. In: *Journal of the History of Biology* 21/2 (1988), S. 213-244.

Taylor, Peter J. (2005): *Unruly Complexity. Ecology, Interpretation, Engagement*. Chicago, University of Chicago Press.

Taylor, Peter J./Blum, Ann S.: »Ecosystem as Circuits. Diagrams and the Limits of Physical Analogies«. In: *Biology & Philosophy* 6/2 (1991), S. 275-294.

Thomas, William L.: »Introductory«. In: ders./Sauer, Carl O./Bates, Marston et al. (Hg., 1956): *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago, University of Chicago Press, S. XXI-XXXVIII.

Thrun, Sebastian/Burgard, Wolfram/Fox, Dieter: »A Probabilistic Approach to Concurrent Mapping and Localization for Mobile Robots«. In: *Machine Learning* 31/1/3 (1998), S. 29-53.

Thrun, Sebastian/Burgard, Wolfram/Fox, Dieter (2006): *Probabilistic Robotics*. Cambridge, MIT Press.

Todd, Nancy Jack/Todd, John (1993): *From Eco-Cities to Living Machines. Principles of Ecological Design*. Berkeley, North Atlantic Books.

Toepfer, Georg (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler.

Toepfer, Georg: »Gleichgewicht«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 98-116.

Toepfer, Georg: »Kreislauf«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 302-340.

Toepfer, Georg: »Ökologie«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 681-714.

Toepfer, Georg: »Organismus«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 777-842.

Toepfer, Georg: »Umwelt«. In: ders. (Hg., 2011): *Historisches Wörterbuch der Biologie*. Stuttgart, Metzler, S. 566-607.

Tracy, Sarah W.: »The Physiology of Extremes. Ancel Keys and the International High Altitude Expedition of 1935«. In: *Bulletin of the History of Medicine* 86/4 (2012), S. 627-660.

Trepl, Ludwig (1987): *Geschichte der Ökologie. Vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart*. Frankfurt/Main, Athenäum.

Trepl, Ludwig: »Geschichte des Umweltbegriffs«. In: *Naturwissenschaften* 79/9 (1992), S. 386-392.

Tresch, John: »Technological World-Pictures. Cosmic Things and Cosmograms«. In: *Isis* 98/1 (2007), S. 84-99.

Trinkaus, Stephan: »Welcher Tisch?«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 11 (2014), S. 179-185.

Tsing, Anna Lowenhaupt: »On Nonscalability. The Living World is not Amenable to Precision-Nested Scales«. In: *Common Knowledge* 18/3 (2012), S. 505-524.

Tsing, Anna Lowenhaupt/Swanson, Heather/Gan, Elaine et al. (Hg., 2017): *Arts of Living on a Damaged Planet*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Tsouyopoulos, Nelly: »Schellings Konstruktion des Organismus und das innere Milieu«. In: Baumgartner, Hans Michael/Jacobs, Wilhelm G. (Hg., 1993): *Philosophie der Subjektivität. Zur Bestimmung des neuzeitlichen Philosophierens. Band 2*. Stuttgart, Frommann-Holzboog, S. 591-600.

Turner, Fred (2006): *From Counterculture to Cyberculture. Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism*. Chicago, University of Chicago Press.

Turner, Fred: »Technocrat for the Counterculture«. In: Chu, Hsiao-yun/Trujillo, Roberto G. (Hg., 2009): *New Views on R. Buckminster Fuller*. Stanford, Stanford University Press, S. 146-159.

Turner, Fred (2013): *The Democratic Surround. Multimedia & American Liberalism from World War II to the Psychedelic Sixties*. Chicago, University of Chicago Press.

Turner, Frederick Jackson (1920): *The Frontier in American History*. New York, Holt and Company.

Twemlow, Alice: »›I can't talk to you if you say that‹. An Ideological Collision at the International Design Conference at Aspen, 1970«. In: *Design and Culture* 1/1 (2009), S. 23-49.

Uexküll, Jakob von (1909/2014): *Umwelt und Innenwelt der Tiere*. Berlin, Springer.

Uexküll, Jakob von: »Die Merkwelten der Tiere«. In: *Deutsche Revue* 37/9 (1912), S. 349-354.

Uexküll, Jakob von/Kriszat, Georg (1934): *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*. Berlin, Springer.

United States (1969): *National Environmental Policy Act*. http://www.energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/Req-NEPA.pdf, letzter Zugriff am 23. Mai 2019.

Ursprung, Philip (2003): *Grenzen der Kunst. Allan Kaprow und das Happening. Robert Smithson und die Land Art*. München, Schreiber.

Usher, Mark: »Veins of Concrete, Cities of Flow: Reasserting the Centrality of Circulation in Foucault's Analytics of Government«. In: *Mobilities* 9/4 (2014), S. 550-569.

Vagt, Christina: »Fiktion und Simulation. Buckminster Fullers ›World Game‹«. In: *Archiv für Mediengeschichte: Mediengeschichte nach Friedrich Kittler* 13 (2013), S. 51-68.

Vagt, Christina: »Physiologische Anfänge der Medienökologie«. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 14 (2016), S. 19-32.

Vagt, Christina: »Education Automation. Verhaltensdesign als ästhetische Erziehung«. In: Moser, Jeannie/dies. (Hg., 2018): *Verhaltensdesign. Technologische und ästhetische Programme der 1960er und 1970er Jahre*. Bielefeld, Transcript, S. 57-74.

Valentine, David: »Atmosphere. Context, Detachment, and the View from above Earth«. In: *American Ethnologist* 43/3 (2016), S. 511-524.

van der Ryn, Sim/Cowan, Stewart (1996): *Ecological Design*. Washington, Island Press.

van der Valk, Arnold: »From Formation to Ecosystem. Tansley's Response to Clements' Climax«. In: *Journal of the History of Biology* 47/2 (2014), S. 293-321.

van Munster, Rens/Sylvest, Casper (Hg., 2016): *The Politics of Globality since 1945. Assembling the Planet*. London, Routledge.

van Slyke, Donald: »The 1928 Silliman Lectures«. In: *Science & Education* 69/1780 (1929), S. 163.

Varela, Francisco J. (1979): *Principles of Biological Autonomy*. New York, North Holland.

Varela, Francisco J.: »Organism. A Meshwork of Selfless Selves«. In: Tauber, Alfred I. (Hg., 1991): *Organism and the Origins of Self*. Dordrecht, Kluwer, S. 79-108.

Vehlken, Sebastian (2012): *Zootechnologien. Eine Mediengeschichte der Schwarmforschung*. Berlin, Diaphanes.

Vennen, Mareike (2018): *Das Aquarium. Praktiken, Techniken und Medien der Wissensproduktion*. Göttingen, Wallstein.

Vogl, Joseph: »Für eine Poetologie des Wissens«. In: Richter, Karl (Hg., 1997): *Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930. Walter Müller-Seidel zum 75. Geburtstag*. Stuttgart, Metzler, S. 107-127.

Vogl, Joseph (2004): *Kalkül und Leidenschaft. Poetik des ökonomischen Menschen*. Berlin, Diaphanes.

Vogl, Joseph: »Kreisläufe«. In: Lauper, Anja (Hg., 2005): *Transfusionen. 1550-1640*. Berlin, Diaphanes, S. 99-118.

Vogl, Joseph: »Regierung und Regelkreis. Historisches Vorspiel«. In: Pias, Claus (Hg., 2005): *Kybernetik – Cybernetics. Band 2*. Berlin, Diaphanes. S. 67-79.

Vogl, Joseph (2016): *Das Gespenst des Kapitals*. Berlin, Diaphanes.

Voigt, Annette: »The Rise of Systems Theory in Ecology«. In: Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S. 183-194.

Voss, Christiane: »Auf dem Weg zu einer Medienphilosophie anthropomedialer Relationen«. In: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 2/2 (2010), S. 169-184.

Walford, Roy: »Biosphere 2 as Voyage of Discovery. The Serendipity from Inside«. In: *BioScience* 52/3 (2002), S. 259-263.

Walker, Jeremy/Cooper, Melinda: »Genealogies of Resilience«. In: *Security Dialogue* 42/2 (2011), S. 143-160.

Wallenstein, Sven-Olov (2009): *Biopolitics and the Emergence of Modern Architecture*. New York, Princeton Architectural Press.

Walter, Grey: »An Imitation of Life«. In: *Scientific American* 182/5 (1950), S. 42-45.

Walter, Grey (1963): *The Living Brain*. New York, Norton.

Ward, Barbara/Dubos, René J. (1972): *Only One Earth. The Care and Maintenance of a Small Planet*. New York, Norton.

Warde, Paul/Robin, Libby/Sörlin, Sverker (2018): *The Environment. A History of the Idea*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Ward, Peter Douglas (2009): *The Medea Hypothesis. Is Life on Earth Ultimately Self-Destructive?* Princeton, Princeton University Press.

Wark, McKenzie (2016): *Molecular Red. Theory for the Anthropocene*. London, Verso.

Wasmund, E.: »Lakustrische Unterwasserböden«. In: Blank, E. (Hg., 1930): *Handbuch der Bodenlehre. Band 5*. Berlin, Springer, S. 97-189.

Weber, Heike: »Den Stoffkreislauf am Laufen halten. Restearbeit und Resteökonomien des 20. Jahrhunderts«. In: Espahangizi, Kijan Malte/Orland, Barbara (Hg., 2014): *Stoffe in Bewegung. Beiträge zu einer Wissensgeschichte der materiellen Welt*. Zürich, Diaphanes, S. 145-172.

Weber, Jutta/Suchman, Lucy: »Human–Machine Autonomies«. In: Bhuta, Nehal/Beck, Susanne/Geiß, Robin et al. (Hg.; 2016): *Autonomous Weapons Systems. Law, Ethics, Policy*. Cambridge, Cambridge University Press, S. 75-102.

Weiser, Mark: »Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing«. In: *Communications of the ACM* 36/7 (1993), S. 75-84.

Welter, Volker M. (2002): *Biopolis. Patrick Geddes and the City of Life*. Cambridge, MIT Press.

Werber, Niels: »Gaias Geopolitik«. In: *Merkur* 69/5 (2015), S. 59-67.

Wessely, Christina: »Wässrige Milieus. Ökologische Perspektiven in Meeresbiologie und Aquarienkunde um 1900«. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 36/2 (2013), S. 128-147.

Wessely, Christina/Huber, Florian: »Milieu. Zirkulationen und Transformationen eines Begriffs«. In: ders./dies. (Hg., 2017): *Milieu. Umgebungen des Lebendigen in der Moderne*. München, Fink, S. 7-16.

West, John B.: »Centenary of the Anglo-American High-Altitude Expedition to Pike's Peak«. In: *Experimental Physiology* 97/1 (2011), S. 1-9.

Wheeler, Michael (1995): *Ruskin and Environment. The Storm-Cloud of the Nineteenth Century*. Manchester, Manchester University Press.

Whitehead, Alfred North (1919): *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*. Cambridge, Cambridge University Press.

Whitehead, Alfred North (1920): *The Concept of Nature*. Cambridge, Cambridge University Press.
Whitehead, Alfred North (1925): *Science and the Modern World*. New York, Macmillan.
Whitehead, Alfred North (1929): *Process and Reality*. New York, Macmillan.
Whitehead, Alfred North (1933): *Adventures of Ideas*. New York, Macmillan.
Whiteley, Nigel (2003): *Reyner Banham. Historian of the Immediate Future*. Cambridge, MIT Press.
White, Richard: »From Wilderness to Hybrid Landscapes. The Cultural Turn in Environmental History«. In: *The Historian* 66/3 (2004), S. 557-564.
Wiedemann, Carolin/Zehle, Soenke (Hg., 2012): *Depletion Design. A Glossary of Network Ecologies*. Amsterdam, Institute of Network Cultures.
Wiener, Norbert (1948): *Cybernetics. Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, Technology Press.
Wiener, Norbert (1950): *The Human Use of Human Beings*. New York, Houghton Mifflin Harcourt.
Wigley, Mark: »Network Fever«. In: *Grey Room* 4/Summer (2001), S. 82-122.
Wigley, Mark (2015): *Buckminster Fuller Inc. Architecture in the Age of Radio*. Zürich, Lars Müller.
Williams, Raymond (1976): *Keywords. A Vocabulary of Culture and Society*. London, Fontana.
Williams, Rosalind: »Lewis Mumford as a Historian of Technology in Technics and Civilisation«. In: Hughes, Thomas Parke/Hughes, Agatha C. (Hg., 1990): *Lewis Mumford. Public Intellectual*. New York, Oxford University Press, S. 43-65.
Willis, A. J.: »Arthur Roy Clapham. 24 May 1904-18 December 1990«. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 39/2 (1994), S. 72-90.
Winter, James (2002): *Secure from Rash Assault. Sustaining the Victorian Environment*. Berkeley, University of California Press.
Winter, Ursula: »Salon Akademie. Émilie Chatelet und der Transfer naturwissenschaftlicher und philosophischer Paradigmen innerhalb der europäischen Gelehrtenrepublik 18 Jahrhunderts«. In: Stedman, Gesa/Zimmermann, Margarete (Hg., 2007): *Höfe - Salons - Akademien. Kulturtransfer und Gender im Europa der Frühen Neuzeit*. Hildesheim, Olms, S. 285-308.
Wojtowicz, Robert (1996): *Lewis Mumford and American Modernism. Eutopian Theories for Architecture and Urban Planning*. Cambridge, Cambridge University Press.
Wolfe, Charles T.: »Do Organisms Have An Ontological Status?«. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 32/2-3 (2010), S. 195-232.
Woltereck, Richard (1932): *Grundzüge einer allgemeinen Biologie. Die Organismen als Gefüge/Getriebe, als Normen und als erlebende Subjekte*. Stuttgart, Enke.
Womelsdorf, Andreas: »Maschine - Organismus - Gesellschaft? Bemerkungen zum Problem von ›Regulation‹ und ›Selbstregulation‹ mit Georges Canguilhem«. In: *Journal of Self-Regulation and Regulation* 3 (2017), S. 109-126.

Woods, D.: »Scale Critique for the Anthropocene«. In: *the minnesota review* 2014/83 (2014), S. 133-142.

Woods, Derek: »Corporate Chemistry. A Biopolitics of Environment in Rachel Carson's Silent Spring and Richard Powers's Gain«. In: *American Literary History* 54/1 (2017), S. 72-99.

Worster, Donald (1977): *Nature's Economy. The Roots of Ecology*. Garden City, Anchor Press/Doubleday.

Wu, Jianguo/Loucks, Orie L.: »From Balance of Nature to Hierarchical Patch Dynamics. A Paradigm Shift in Ecology«. In: *The Quarterly Review of Biology* 70/4 (1995), S. 439-466.

Wuketits, Franz M. (1985): *Zustand und Bewusstsein. Leben als biophilosophische Synthese*. Hamburg, Hoffmann und Campe.

Wullen, Moritz (Hg., 2006): *Der Ball ist rund. Kreis, Kugel, Kosmos*. Berlin, Staatliche Museen zu Berlin.

Yiannoudes, Socrates (2016): *Architecture and Adaptation. From Cybernetics to Tangible Computing*. New York, Routledge.

Yusoff, Kathryn: »The Geoengine. Geoengineering and the Geopolitics of Planetary Modification«. In: *Environment and Planning A* 45/12 (2013), S. 2799-2808.

Zabel, Bernd/Hawes, Phil/Stuart, Hewitt/Marino, Bruno D.V: »Construction and Engineering of a Created Environment. Overview of the Biosphere 2 Closed System«. In: *Ecological Engineering* 13/1-4 (1999), S. 43-63.

Zebrowski, Chris: »The Nature of Resilience«. In: *Resilience* 1/3 (2013), S. 159-173.

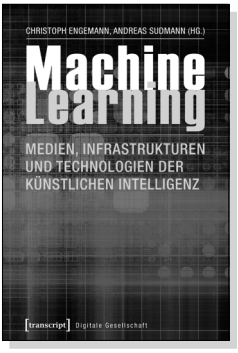
Zebrowski, Chris (2016): *The Value of Resilience. Securing Life in the Twenty-First Century*. London, Routledge.

Ziemke, Tom: »The Construction of ›Reality‹ in the Robot«. In: *Foundations of Science* 6/1/3 (2001), S. 163-233

Zilsel, Edgar: »P. Jordans Versuch, den Vitalismus quantenmechanisch zu retten«. In: Stöltzner, Michael/Uebel, Thomas (Hg., 2009): *Wiener Kreis. Texte zur wissenschaftlichen Weltauffassung von Rudolf Carnap, Otto Neurath, Moritz Schlick, Philipp Frank, Hans Hahn, Karl Menger, Edgar Zilsel und Gustav Bergmann*. Hamburg, Meiner, S. 605-615.

Zimmerman, Michael: »Biosphere 2. Long on Hype, Short on Science«. In: *Ecology* 73/2 (1992), S. 713-714.

Medienwissenschaften

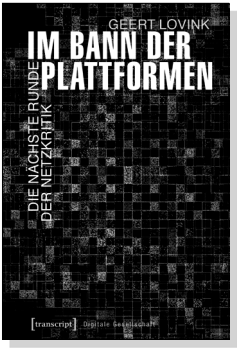


Christoph Engemann, Andreas Sudmann (Hg.)
Machine Learning –
Medien, Infrastrukturen und Technologien der Künstlichen Intelligenz

2018, 392 S., kart.
32,99 € (DE), 978-3-8376-3530-0
E-Book: 32,99 € (DE), ISBN 978-3-8394-3530-4
EPUB: 32,99 € (DE), ISBN 978-3-7328-3530-0

Susan Leigh Star
Grenzobjekte und Medienforschung
(hg. von Sebastian Gießmann und Nadine Taha)

2017, 536 S., kart.
29,99 € (DE), 978-3-8376-3126-5
E-Book: kostenlos erhältlich als Open-Access-Publikation,
EPDF: ISBN 978-3-8394-3126-9
EPUB: ISBN 978-3-7328-3126-5

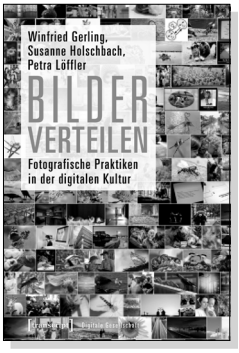


Geert Lovink
Im Bann der Plattformen
Die nächste Runde der Netzkritik

2017, 268 S., kart.
24,99 € (DE), 978-3-8376-3368-9
E-Book: 21,99 € (DE), ISBN 978-3-8394-3368-3
EPUB: 21,99 € (DE), ISBN 978-3-7328-3368-9

Leseproben, weitere Informationen und Bestellmöglichkeiten finden Sie unter www.transcript-verlag.de

Medienwissenschaft



Winfried Gerling, Susanne Holschbach, Petra Löffler
Bilder verteilen
Fotografische Praktiken in der digitalen Kultur

2018, 290 S., kart., 21 SW-Abbildungen, 31 Farbabbildungen
29,99 € (DE), 978-3-8376-4070-0
E-Book: 26,99 € (DE), ISBN 978-3-8394-4070-4

Gesellschaft für Medienwissenschaft (Hg.)
Zeitschrift für Medienwissenschaft 19
Jg. 10, Heft 2/2018: Faktizitäten / Klasse

2018, 256 S., kart.
24,99 € (DE), 978-3-8376-4097-7
E-Book: kostenlos erhältlich als Open-Access-Publikation,
EPDF: ISBN 978-3-8394-4097-1
EPUB: ISBN 978-3-7328-4097-7

Ramón Reichert, Mathias Fuchs,
Pablo Abend, Annika Richterich, Karin Wenz (eds.)
Digital Culture & Society (DCS)
Vol. 4, Issue 1/2018 –
Rethinking AI: Neural Networks, Biometrics and the New Artificial Intelligence

2018, 244 p., pb.
29,99 € (DE), 978-3-8376-4266-7
E-Book: 29,99 € (DE), ISBN 978-3-8394-4266-1

Leseproben, weitere Informationen und Bestellmöglichkeiten finden Sie unter www.transcript-verlag.de