
Die Einschreibung möglicher Dinge

Zwei Urszenen der Computergrafik und eine ontographische Schneise

David Kasprowicz und Gabriele Gramelsberger

1. Visuelle Erkenntnis und ontographische Schneise

Das Wissen um Daten ist zu einem Wissen um Bilder geworden. Was sich auf dem Interface der UserInnen zeigt, geht heute weit über Funktionen der Repräsentation und Vermittlung von Objekten hinaus. Das Erscheinenlassen grafischer, diagrammatischer oder netzwerkartiger Bilder schafft dabei die digitale Bühne für »visuelle Erkenntnisprozesse«,¹ die seit über fünfzehn Jahren eine zunehmende Rolle in der Forschungspraxis zahlreicher Disziplinen spielen.² Diese Entwicklung, die einen Kern der Digitalisierung der Wissenschaft darstellt, impliziert

¹ Ralf Adelman, Jan Frercks, Martina Hessler und Jochen Hennig: Einleitung: Datenbilder und Bildpraxen, in: dies. (Hg.): Datenbilder. Zur digitalen Bildpraxis in den Naturwissenschaften, Bielefeld 2009, S. 10–22, hier S. 16. Sowie zu einer wissenschaftstheoretischen Position im selben Sammelband siehe Martina Heßler: BilderWissen. Bild- und wissenschaftstheoretische Überlegungen, S. 133–161.

² Diese Datierung ist hier willkürlich gesetzt, jedoch lässt sich im google-Ngram Viewer feststellen, dass die Publikationshäufigkeit von Buchtiteln mit Begriffen wie »Visual Studies« oder »Data Visualization« seit 2000 um das Vierfache gestiegen ist. Ähnliche Ergebnisse ergeben sich in deutschsprachigen Erscheinungen für den Begriff »Bildwissen«. Auf die umfangreiche Literatur zum Verhältnis von Wissenschaft und Bildgebungsverfahren kann hier nicht eingegangen werden. Repräsentativ für diesen *pictorial turn* in der Wissenschaftsforschung siehe folgende Sammelbände: Martina Heßler und Dieter Mersch (Hg.): Logik der Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft, Bielefeld 2009; Sybille Krämer und Horst Bredekamp (Hg.): Bild – Schrift – Zahl, München 2008, sowie Bettina Heintz und Jörg Huber (Hg.): Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten, Wien / New York 2001. In einem ähnlichen Zeitraum gründen sich zwei bis heute erscheinende Magazine der Fach-Community zur computergrafischen Visualisierung in der Forschung: Einmal das *Journal for Visualization*, das sich als ein interdisziplinäres Organ versteht und die vermehrt auf computertechnische Fragen zugeschnittene Zeitschrift *Computing and Visualization in Science*. Für eine aus den *Science and Technology Studies* (STS) kommende Forschungsposition vgl. Peter Galison: Visual STS, in: Annemaria Carusi et al. (Hg.): Visualization in the Age of Computerization, New York 2014, S. 197–225.

nicht nur die Expertise eines neuen, menschlichen wie maschinellen Lesens von Daten, sondern auch den vorausgehenden Komplex aus Transformationsprozessen, in denen Messergebnisse in Modelle übergehen und damit wiederum Eingang in die Datenstrukturen und Ontologien einer Programmiersprache finden. Mit dem Programmieren tritt folglich jener Schritt ein, in dem das bereits modellierte Wissen in eine Syntax zur Steuerung der Rechneroperationen übersetzt wird, um schließlich als visuelles Objekt zu erscheinen.³ Was ist aber das Objekt dieses »visuelle[n] Erkenntnisprozesse[s]«? Wo beginnt und endet in solchen Verfahren der Bearbeitungs- und wo der Erkenntnisprozess? Was bedeutet es, wenn das Ergebnis der Datenvisualisierung nicht nur in der Genese einer transportablen und kommunizierbaren Einheit von Wissen besteht, wie es so oft im Anschluss an Bruno Latours Konzept der »immutable mobiles«⁴ formuliert wurde, sondern wenn es um den Zugang zur Welt solcher Entitäten geht (wobei es zweitrangig ist, ob diese Objekte virtuell oder real sind)?

Diese Reichweite an Fragen, die sich von Messdaten bis hin zur visuellen Dokumentation von Wissen erstreckt, ist symptomatisch für einen breiten Diskurs um die Ontologie physischer, digitaler oder hybrider Objekte. Im Folgenden geht es bescheidener zu, d. h. in erster Linie ausschließlich um natur- und ingenieurwissenschaftliche Objekte, die per Computergrafik erzeugt werden, die aber alle das ontologische Problem einer Entstehung der *möglichen Dinge* und ihrer *operationalen Realität* mit sich führen. Es soll hierdurch weder eine Neuformulierung »epistemischer Objekte« noch eine wissenschaftstheoretische Einordnung wie auch immer gearteter Hybriden erfolgen. Stattdessen soll die Genese computergrafischer Objekte wörtlich als Komplex des Einschreibens und damit der Ontographie verstanden werden. Damit wird die Ontologie in eine »subface«,⁵ man könnte computertechnisch von einer sub-routine sprechen, verbannt. Denn egal in welche Wissensordnung die computergrafischen Wissensobjekte fallen, ihnen allen geht eine Realität der Einschreibungen transformierten Wissens voraus, die sowohl von Maschinen wie von Menschen vorgenommen werden. Die besagte

³ Adelman et al.: Datenbilder (wie Anm. 1), S. 16.

⁴ Bruno Latour: Drawing Things Together, in: Michael Lynch und Steve Woolgar (Hg.): Representation in Scientific Practice, Cambridge/MA 1990, S. 19–68. Allgemein zu einer Rolle der »immutable mobiles« für die deutsche sowie die westliche Medientheorie siehe bei Erhard Schüttelz: Die medientechnische Überlegenheit des Westens. Zur Geschichte und Geographie der *immutable mobiles* Bruno Latours, in: Jörg Döring und Tristan Thielmann (Hg.): Mediengeographie. Theorie – Analyse – Diskussion. Bielefeld 2009, S. 67–100.

⁵ Frieder Nake: Surface, Interface, Subface. Three Cases of Interaction and One Concept, in: Uwe Seifert, Jin Hyun Kim und Anthony Moore (Hg.): Paradoxes of Interactivity. Perspective for Media Theory, Human-Computer Interaction, and Artistic Investigations, Bielefeld 2008, S. 92–109.

sub-routine der Ontographie verweist auf mehr als eine exekutive Funktion der Bilderzeugung. Sie ist, so die These auf den folgenden Seiten, eine mediale Realität, die eine Schneise zwischen der Abstraktion und der Repräsentation von Wissen legt, zwischen den Vorgängen des Einschreibens in den Computer und der semiotischen wie auch hermeneutischen Dimension des »surfaces«.⁶ Sie ist daher nur bedingt synonym mit einer Lichtung oder weiteren forstwirtschaftlichen Begriffen gleichzusetzen, die inzwischen eine eigene Metapherngeschichte in der Philosophie vorweisen. Ontographie wäre als Schneise daher kein genuin natürliches oder menschliches Verfahren, das zu einer neuen Ontologie führt, wohl aber der artifizielle Zugang zu einem Kollaps der Distanz von Bearbeitungs- und Erkenntnisprozessen im Konstituieren wissenschaftlicher Objekte, dessen Konsequenzen weit über den Rand der Wissenschaft hinein in die Lebenswelt ragen.

Die ontographische Schneise hat damit sowohl eine medientheoretische wie auch eine methodische Dimension. Sie verweist auf eine operationale Realität der computerzentrierten Wissensproduktion und ihrer Übersetzungsprobleme, in denen eine mediale – und damit materielle – Realität der Computergrafik vorausgeht. Aber ebenso lässt sich hierdurch auch der Zusammenfall von Erkenntnis- und Visualisierungstechniken erörtern, der heute so symptomatisch für das Feld der Datenvisualisierung geworden ist. Für die These einer ontographischen Schneise wird entlang zweier Beispiele aus der Frühphase der Computergrafik argumentiert. Beide Beispiele werfen eine medien- und wissenschaftshistorische Perspektive auf die Unschärfe computergrafischer Objekte, die sich aus einem normativen Anspruch auf adäquate Repräsentation und einer Ästhetik plausibler Visualisierungen von Wissen speist. Dabei dient zum einen die Entwicklung des Computer-Aided-Designs (CAD) als ein prägendes Beispiel, in dem ein operativer Zugang zu den möglichen Dingen von der adäquaten Nutzung der Programmiersprache und ihren maschinellen Ausführungen in semiotischen Einheiten, die am Bildschirm erscheinen, abhängt. Im zweiten Fall geht es um die Prozesse der Computervisualisierung und -manipulation technischer Zeichnungen, wie sie zwischen 1961 und 1965 erstmals beim amerikanischen Unternehmen Boeing ausgeführt wurden.

Bevor auf die beiden nahezu zeitgleich stattfindenden Entstehungsszenen der Computergrafik näher eingegangen wird, muss noch deutlicher herausgearbeitet werden, worin eigentlich die Schneise der Ontographie besteht und warum es sich dabei nicht um den Versuch einer alternativen Ontologie handelt, wie sie in Konzepten einer »Prozessontologie«⁷ oder einer »objekt-orientierten Ontologie«

⁶ Ebd.

⁷ So z. B. in den Ausführungen von Luciana Parisi: *Contagious Architecture. Computation, Aesthetics and Space*. Cambridge/MA 2013; Mark Hansen: *Feed Forward. On the Future*

zuletzt immer häufiger verlangt und auch programmatisch ausgeführt wurden. Dazu soll dreistufig vorgegangen werden, in dem zunächst die besagten Konzepte als aktuelle Neujustierungen einer (objekt-orientierten) Ontologie beschrieben werden, um anschließend die besondere Rolle der Ontographie näher im Hinblick auf die Computergrafik zu bestimmen.

2. Ein Bedürfnis nach Ontologie und eine ontographische Lücke

Im Zuge einer zunehmenden Durchdringung der Lebenswelt mit Objekten, die selbständig über Sensoren Daten aufnehmen und über das Internet mit anderen Objekten oder Personen kommunizieren, aber ebenso durch den Anstieg von sozialen Interaktionen über Onlineplattformen, der mit einer Portabilität von Medien einhergeht, ist ein wachsendes Bedürfnis nach neuen Beschreibungen einer *agency* von Dingen – und damit auch einer Ontologie – entstanden. Neben diesen technologischen Gründen finden sich in den Ansätzen des *Spekulativen Realismus* sowie im *New Materialism* Forderungen nach einer Inklusion der Faktizität wissenschaftlicher Welten, die jenseits menschlicher Wahrnehmung existieren,⁸ oder, wie im *New Materialism*, nach einer Entsubjektivierung jener Instanz, die über Ontologie sprechen soll. Die Lehre vom Seienden (τὸ ὄν) hätte sich demnach nicht mehr nach Substanzen (οὐσία) und den ihnen nachgestellten Akzidenzien, die zeitlichen wie räumlichen Veränderungen unterliegen, zu richten. Was all diese ontologischen Denkanstöße, die hier nur angerissen werden können, vereint, sind insbesondere drei Punkte: Erstens eine weitestgehende Abkehr vom Anthropozentrismus. Zweitens die Beschreibung von Seinsweisen, die jenseits

of Twenty-First Century Media, Chicago 2014. Hier besonders das erste Kapitel, das im Anschluss an Alfred N. Whiteheads Begriff der »Prehension« verfasst ist.

- ⁸ So betont der Spekulative Realismus, die Kopernikanische Wende Kants – im wahrsten Sinne des Wortes – zu revolutionieren. Metaphysik reduziere sich damit nicht mehr allein auf eine Grenzziehung darüber, was der Mensch über die Welt wissen kann und was nicht. Sich abwendend von diesem, wie es der Philosoph und Vertreter des Spekulativen Realismus Quentin Meillassoux nennt, »Modell des Korrelationismus«, der sich zwischen einem transzendentalen Subjekt und seinen Phänomenen bilde, gelte es wieder, Metaphysik als Ausgang für ein Fragen nach dem Ding-an-sich, dem Noumenon, stark zu machen. Darin liegt nicht zuletzt auch der Anspruch der Philosophie, wieder über Welten jenseits menschlicher Sinneswahrnehmung spekulieren zu dürfen, die ansonsten nur Gegenstand der Naturwissenschaften sind. In diesem Kontext nehmen die medialen Übermittlungen und Aufzeichnungen dessen, was jenseits des Wahrnehmbaren liegt, für die Spekulativen Realisten keine besondere Funktion ein. Wie sich solche möglichen Welten selbst in den jeweiligen Wissenschaften materialisieren, fällt damit einer restriktiven Grenzziehung des Ontologischen selbst zum Opfer. Siehe hierzu: Quentin Meillassoux: Nach der Endlichkeit. Versuch über die Notwendigkeit der Kontingenz, Berlin / Zürich 2008, S. 49 f.

der menschlichen Wahrnehmung existieren, die aber für eine Rekonstruktion des Menschen als beobachtender Instanz entscheidend sind. Und drittens eine beachtenswerte Abwesenheit digitaler Medien.⁹ Gerade auf diesen letzten Punkt soll hier näher eingegangen werden.

So führen Vertreter einer objektorientierten Philosophie wie Graham Harman Heideggers Beispiel einer »Zuhandenheit« des Hammers an, der als dysfunktionales Werkzeug wieder in sein Ding-Sein zurückfallen würde. Dieses Rückfallen im Moment der wahrgenommenen Dysfunktion trennt Harman aber von einem kaputten Hammer. Was für ihn dabei entscheidend ist, sind nicht die ontologischen Kategorien, in die der Hammer Eingang findet oder in denen er sich auflöst. Stattdessen geht es um eine Anziehungskraft, eine Verlockung des seienden Objekts im Moment seiner Entkopplung aus unserem vorpräpariertem Weltbezug. In dieser »allusion« müsse das Objekt erst gewahrt bleiben, damit es auf eine Realität jenseits der Kategorien menschlicher Erkenntnis verweisen könne.¹⁰ Was in diesem Bereich objekt-orientierter Ontologie vorherrscht, kann nach Graham erst nur spekulativ und approximativ ausgelegt werden. Hierfür bedürfe es einer Distanzierung von jeglichem Relationismus, damit eine neue »ontography« auf den Plan treten könne. Diese beschreibt Harman als eine Kombination aus zwei Seinsweisen (real und sensuell) sowie den beiden hierzu korrespondierenden Entitäten (Objekte und ihre Qualitäten), deren Variabilität es erst ontographisch auszulegen gelte, anstatt von wirkenden Relationen und bestehenden Kategorien auszugehen.¹¹

Auf Harmans Auslegung von *Ontography* als möglicher Kombination von Objekten und sinnlichen Wahrnehmungen, die sich nicht unmittelbar in die Muster bestehender Semantiken einfügen lassen, greift Ian Bogoust in seinen Ausführungen zu einem neuen Objekt-Begriff zurück. Während die digitalen Medien und ihre Objekte bei Harman, wie erwähnt, noch abstinert sind, tauchen sie bei Bogoust vor allem als Sortierungstechniken für Programmiersprachen auf. So betont Bogoust die Funktion der Liste, mittels der die Anwesenheit von Dingen festgestellt, aber in ihrem Auftreten nicht festgelegt sind, sodass sie in ihrer Spezifizierung erst noch ausdifferenziert werden könnten. Gerade in diesem Of-

⁹ Auf diesen Punkt einer Vernachlässigung technischer – und hier vor allem – digitaler Objekte (wie Datenbanken, Ontologien in Programmiersprachen z.B.) hat besonders Yuk Hui hingewiesen. Zu diesem Punkt in der Debatte um neue Ontologien im Kontext der aktuellen Medientheorie siehe Yuk Hui: Einige Fragen, das Verhältnis von Materie und Relation betreffend, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 12/1 (2015), S. 165–170, hier S. 168; zu einer Ausarbeitung des Verhältnisses von technischen und digitalen Objekten siehe Yuk Hui: On the Existence of Digital Objects, Minneapolis 2016.

¹⁰ Graham Harman: The Well-Wrought Broken Hammer: Object-Oriented Literary Criticism, in: New Literary History 43 (2012), S. 183–202, hier S. 187.

¹¹ Graham Harman: The Quadruple Object, Winchester 2011, S. 126–133.

fenbleiben sehen objektorientierte Ontologen wie die von Harman und Bogoust eine Wiederentdeckung der Objekte, die weder mit Relationen zugestellt noch anthropozentrisch kategorisiert sind. Für die hier verfolgte Frage nach der Ontographie als Schneise zwischen der Abstraktion und der Repräsentation ist daher Bogousts Begriff der Liste relevant, der später wieder aufgenommen wird, wenn es um die Datenstrukturen in den Programmiersprachen geht.¹²

Neben diesen philosophischen Positionen herrscht seit gut zehn Jahren auch ein verstärktes Interesse an der Ontologie in den *Science and Technology Studies* vor.¹³ Hier steht der Begriff der Ontologie aber in erster Linie für die Aufdeckung und Rekonstruktion situierter Praktiken der Wissenskonstitution – sei es in der Wissenschaft, im Design oder in der Politik. Diese Auslegung versteht sich primär als eine empirische Methode darüber, wie sich Ontologie historisch und kulturell in den Alltagspraktiken niederschlägt. Dabei sind sowohl die Techniken, die Institutionen als auch die Politiken der jeweiligen Zuschreibungen von Identität Gegenstand der ethnografischen Untersuchungen über das »world-making« und »world-sustaining«, das der STS-Forscher Michael Lynch als *ontography* bezeichnet.¹⁴ Die Ontographie ist hier nicht mehr von der Epistemologie selbst zu trennen, womit der Konstitution eines allgemeinen Wissens über die Welt widersprochen wird, um die diversen Praktiken der Tradierung und Entstehung von Wissen empirisch zu untersuchen.

In den hier vorgestellten Positionen sticht das Bestreben einer Einebnung der Ontologie durch die Verfahren der Ontographie heraus. Demnach wäre Ontographie als ein vernachlässigtes, epistemologisches Register von Begriffen, Techniken und Materialitäten zu begreifen, die allzu lange unterhalb des ontologischen Überbaus lagen und nicht freigelegt wurden. Diese Suchbewegung nach dem Ontographischen selbst ist bisher allerdings selten auf digitale Medien übertragen worden. Im Kontext einer Digitalisierung von Wissenschaften ist dies aber notwendig, um die Spannungen aus abstrahierter Sprache und konkreter Repräsentation aufzudecken und für eine medientheoretische Wissenschaftsforschung zugänglich machen zu können.

¹² Ian Bogoust: *Alien Phenomenology, or What It's Like to Be Thing*, Minneapolis 2012, S. 38.

¹³ Siehe hierzu Steve Woolgar und Javier Lezaun: *The Wrong Bin Bag? A Turn to Ontology in Science and Technology Studies*, in: *Social Studies in Science* 43/3 (2013), S. 321–340.

¹⁴ Michael Lynch: *Ontography: Investigating the Production of Things, Deflating Ontology*, in: *Social Studies of Science* 43/3 (2013), S. 444–462, hier S. 444.

3. Gestalten einschreiben: Computer-Aided Design als maschinenimplizite Ontologie

Dass es sich beim Computer-Aided Design in erster Linie nicht um eine Software-Applikation handelt, sondern um ein Verfahren zur Simulation von Welten, betont sein Entwickler Douglas T. Ross gleich zu Beginn eines Berichts an das Electrical Engineering Department des MIT 1969, den er mit seinem Kollegen John E. Ward verfasst. Im Rückblick auf die Forschungsergebnisse aus zehn Jahren und weitere mögliche Anwendungsfelder komme dem CAD dabei selbst der Status einer Ontologie zu:

»There is some merit in the question concerning the relevance of our work to computer-aided design, for our consideration of fundamentals begins not with design or problem-solving or programming or even mathematics, but with philosophy (in the old-fashioned meaning of the word) – we begin with establishing a ›world-view‹ [...] This ›world-view‹ must provide a working framework and methodology in terms of which any aspect of our awareness of the world may be viewed. It must be capable of expressing the utmost in reality, giving expression to unending layers of ever-finer and more concrete detail, but at the same time abstract chimerical visions bordering on unreality must fall within the same scheme.«¹⁵

Wenn eine CAD-Anwendung sowohl das gesamte Spektrum des Realen als auch die abwegigen Fantasien ihrer UserInnen umfassen soll, muss sie selbst einen Zugang zu jener »world-view« möglicher Dinge beinhalten. Allerdings beginnt die Vorgeschichte des CAD nicht mit einer »Philosophie im klassischen Sinne«, wie Ross und Ward hier nachträglich glauben lassen mögen. Nicht ein formalsprachlicher Überbau ist in den 1950er Jahren der Ausgangspunkt für das spätere CAD, sondern die Kontrolle über Maschinen durch eine Programmiersprache, die mittels dreidimensionaler Vektorrechnungen und numerischer Approximation die Bewegung – und damit die Formgebung – der sogenannten Milling Machine (einer Fräsemaschine) steuert.¹⁶ Dabei lässt sich die damals entwickelte Programmiersprache, die APT (Automatically Programmed Tools), kaum als ein umfassendes »Framework« möglicher Seinsweisen beschreiben. Denn bevor ein Befehl überhaupt seitens der Maschine ausgeführt werden konnte, mussten zunächst die zu fräsenden von den nicht zu fräsenden Metallpartien unterschieden werden,

¹⁵ Douglas T. Ross und John E. Ward: Investigations in Computer-Aided Design for Numerically Controlled Production. Final Technical Report, 1 December 1959–3 May 1967, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge/MA 1968, S. 13.

¹⁶ Douglas T. Ross: Origins of the APT Language for Automatically Programmed Tools, in: ACM Sigplan Notices 13/8 (1978), S. 61–99, hier S. 65.

was durch die Übertragung der Positionskoordinaten auf Lochkarten geschah. Damit ging nicht nur die Wahl einher, welches Wissen auf dem begrenzten physischen Speicher für den automatisierten Fräseprozess eingeschrieben werden sollte. Auch die mechanische Eigenart der *Milling Machine* konnte ein Faktor für die Abweichung vom gewünschten Objekt darstellen – was bei Fehlversuchen oft genug der Fall war.¹⁷ Somit repräsentiert die APT keine umfassende erste Ontologie, vielmehr liegt in ihr eine Verschränkung materieller Eigenheiten, symbolischer Konventionen und geometrischer Axiome. Erst vor diesem Hintergrund der sprachlichen Steuerung von maschinellen Materialisierungsprozessen und ihren Kontingenzen trat der Mensch als Übersetzer und Entwickler möglicher Dinge wieder ins Spiel.¹⁸

Für diesen Wiedereintritt des Menschen in den Loop nutzte Douglas T. Ross bereits 1956 einen weiteren philosophisch beladenen Kunstbegriff: das *Gestaltprogramming*: »The purpose of a Gestalt system is to facilitate the transmission of general ideas as in a conversation, between a human and a computer, so that the maximum use of their respective capabilities can be made.«¹⁹ Der maximale Nutzen soll hier mit einer verlässlichen Reduktion von Störungen in der Kommunikation einhergehen. Ontographisch kommt dies im Ersetzen typografischer Eingaben durch interaktive Linienzeichnungen zum Ausdruck, ein Vorgang, der nachhaltig mit dem von Ivan Sutherland entwickelten Interface namens »Sketchpad« in der Geschichte der Mensch-Computer-Interaktion verankert ist.²⁰ Für das Verhältnis von Sprache und Ontologie, wie für alle Programmiersprachen möglicher Dinge, ist die hier auftretende Unterscheidung zwischen einer semiotischen Usersprache auf dem Bildschirm, die diagrammatisch operiert, und einer Programmiersprache, die sich nicht mehr allein auf die Umsetzung von Befehlen beschränkt, wie es noch im numerisch gesteuerten Manufakturprozess der APT der Fall war, entscheidend. Ontographisch bedeutet dies nicht mehr die Umsetzung der Programmiersprache in die Bewegung der Maschine, die sich ins Material fräst. Da-

¹⁷ Daniel C. Llach: *Software Comes to Matter: Toward a Material History of Computational Design*, in: *DesignIssues* 31/3 (2015), S. 41–54, hier S. 45.

¹⁸ Zur Semiotisierung von Objekten durch die APT siehe: Gabriele Gramelsberger und Suzana Alpsancar: *3D-Drucken als neuer technischer Weltbezug? Semiotisierung des Materials und soziale Utopien der additiven Herstellung aus philosophischer Perspektive*, in: *Sprache und Literatur* 46/115–116 (2017), S. 52–84.

¹⁹ Douglas T. Ross: *Gestalt Programming: A New Concept in Automatic Programming*, in: *AFIPS Proceedings, WJCC Westerns Point Computer Conference* from 7.–9. February, San Francisco 1956, S. 5–9, hier S. 5–6.

²⁰ Ivan Sutherland: *Sketchpad. A Man-machine Graphical Communications System*, Technical Report based on a dissertation, Cambridge/MA 1963. Online-Ausgabe, hg. v. Allen Blackwell und Kerry Rodde, unter: <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/> (06.02.2019).

zwischen baut sich mehr und mehr ein Baukastensystem auf, das es ermöglichen soll, »Strukturierungsmechanismen« zu liefern, die den abstrakten Rahmen für den sprachlichen – im Falle des CAD semiotischen – Zugang zu möglichen Dingen darstellen.²¹ Das bedeutet, dass an die Stelle eindeutiger Befehle oder einer Lesbarkeit des Codes nun Klassifizierungen von Untergruppen treten, wie sie heute aus den objekt-orientierten Programmiersprachen bekannt sind. Im Falle von Ross' CAD-Software markiert diese formale Repräsentation von Dingen das sogenannte »plex«. Der eingangs erwähnte Anspruch, eine Software als Zugang aller möglichen physischen oder virtuellen Dinge zu entwerfen, ordnet sich dabei in den drei Stufen »data«, »structure« und »algorithm«. Während Daten stets mit bestimmten Werten verbunden sind, schaffen Strukturen die Relationen der Daten untereinander, ohne die keine Interpretation stattfinden kann. Algorithmen sollen schließlich eine Interpretation durch Rückgriff auf die Datenstrukturen schaffen und als solche auf dem Bildschirm sichtbar machen.²²

Der Übergang von einer Sprache der automatischen Maschinenkontrolle, die allen voran noch mit mnemonischen Kürzeln operierte, zu einer user-adaptiven und interpretierenden, stellt eben keine Dematerialisierung durch CAD dar, die auf einer ontographischen Transformation zwischen der Programmiersprache und graphischen und diagrammatischen Zeichen basiert. Stattdessen ist die besagte Transformation selbst eingebettet in eine Engführung der (Gestalt-)Erkenntnis- und Bearbeitungsprozesse von Objekten, die dadurch nicht *weniger* real werden. Eher im Gegenteil, die Listung potentieller Werte in Tabellen und Datenbanken, ihre Relationierung sowie die Ausführung und Antizipation der User-Eingaben, die in Ross' und Wards »plex«-Modell angelegt sind, haben in den Lochkarten, den Maschinen aber auch den Interfaces eine operative Realität. Es ist diese operative Realität möglicher Dinge, die durch den Computer in die Wissenschaft tritt und Ontographie zu einem Kriterium visueller Wissensobjekte macht.

²¹ Jörg Pflüger: Writing, Building, Growing. Leitvorstellungen der Programmiergeschichte, in: Hans-Dieter Hellige (Hg.): Geschichten der Informatik. Visionen, Paradigmen, Leitmotive, Berlin/Heidelberg 2004, S. 275–320, hier S. 291.

²² So beschreiben Ross und Ward das Zeichnen einer Linie mithilfe des »plex«-Modells wie folgt: Zunächst müssen aus zwei Daten die Werte x und y für ein kartesisches Koordinatensystem bezogen werden. Ihre Relation zueinander sind als Punkte bezeichnet, die ein linkes Ende und ein rechtes Ende der Strecke markieren. Der Algorithmus führt die Verbindung zwischen den Punkten aus (sofern diese zugleich als Enden in der Struktur angegeben sind), wobei die Lage der Strecke auch immer einem anderen Kontext dient. So könnte sie, wie Ross und Ward betonen, auch die Entwicklung der Verkaufszahlen eines Buches zur Vorwoche darstellen, wozu lediglich die mnemonischen Kürzel in den Datenbanken verändert werden müssten, siehe Ross und Ward: Investigations in Computer-Aided Design (wie Anm. 15), S. 15–16.

4. Computer Graphics: Ontographie als das Register möglicher Dinge

Neben dem Electronic Systems Laboratory des MIT und der Universität Utah ab 1965²³ war vor allem die Engineering-Abteilung der *Boeing Company* ein Schauplatz für die Entwicklung der Computergrafik. Sowohl in der Konstruktion aerodynamischer Tragflächen als auch im Cockpit-Design wurde nicht nur nach besseren Berechnungsmethoden gesucht. Die zunehmende Menge an Daten aus Flugsimulatoren oder Windtunnel-Experimenten verlangte nach adäquaten Visualisierungsverfahren.²⁴ Dies war nicht nur speziell im Falle von Boeing so, da sich nach dem Zweiten Weltkrieg in zahlreichen amerikanischen Großunternehmen, die zum industriell-militärisch-akademischen Komplex gehörten, Design-Abteilungen bildeten, in denen IngenieurInnen, PsychologInnen und DesignerInnen gemeinsam arbeiteten.²⁵ Das Besondere im Falle Boeing ist einmal das kleinere Team, bestehend aus dem Mathematiker Walter D. Bernhardt und dem an einer Kunstuniversität ausgebildeten Designer William Fetter. 1961 reichen beide ein Patent mit dem Titel »Planar Illustration Method and Apparatus« ein, in dem es wie bei Ross um die numerische Steuerung von Maschinen – in diesem Falle Computerplotter – geht. Aber ebenso stellen die beiden Autoren darin bereits eine stereoskopische Perspektive in Aussicht, die durch eine Transformation numerischer Daten, in diesem Sinne also der Raumpunkte, simuliert werden kann.²⁶ Dieses Verfahren der Übertragung von Messwerten dreidimensionaler Objekte auf eine zweidimensionale Fläche ist zunächst lediglich eine Art, das Handwerk der technischen Zeichnung umzusetzen. Auch die Nutzung von Plotting-Maschinen ist in anderen Unternehmen Usus geworden, ebenso die Visualisierung mit unterschiedlichen Perspektiven, die von einem Digitalcomputer errechnet und auf Kathodenbildschirmen visualisiert werden.²⁷

Als besondere Neuheit betonen Bernhart und Fetter bereits in der Patentschrift von 1961 das Einschreiben eines möglichen Objektes aus einer möglichen Per-

²³ Siehe dazu, mit einem Schwerpunkt auf der Materialität digitaler Objekte am Beispiel der Entwicklung von Algorithmen, die versteckte Objektflächen prozessieren sollen, Jacob Gaboury: Hidden Surface Problems. On the Digital Image as Material Object, in: *Journal of Visual Culture* 14/1 (2015), S. 40–60.

²⁴ Edward C. Wells: Introduction, in: William A. Fetter: *Computer Graphics in Communication*, New York 1965, S. VII.

²⁵ Zu dieser Entwicklung besonders aus Sicht des experimentalpsychologisch geprägten *Human Factors Engineering*, siehe Dawid Kasprovicz: Die Umwelt steuerbar gestalten. Das *Human Factors Engineering* 1945–1968, in: *Zeitschrift für Technikgeschichte* 85/4 (2019), S. 67–95.

²⁶ William D. Bernhart et al.: *Planar Illustration Method and Apparatus*. United States Patent Office, No. 3,519,997, eingereicht am 13. 11. 1961, patentiert am 07. 07. 1970.

²⁷ Ebd., S. 5.

spektive. Als Rahmenbedingung – oder auch *sub-routines* – stehen die Berechnung eines Cartesianischen Koordinatenraumes (x, y, z) für eine Menge von Objektpunkten sowie die Berechnung einer Projektion dieser Punkte, je nach dem, ob die Zeichnung perspektivisch sein soll oder axonometrisch – und damit parallelprojektiv angelegt.²⁸ Die Digitalität in der Ausführung ist nicht unerheblich, zumal der Computer selbst kein Bildmedium ist, sondern die Visualität lediglich als eine zusätzliche Komponente hinzunehmen kann. Ebenso wie bei Ross und Ward das »subface« keine Linien und Winkel kennt, sondern nur Listen mit Werten, die unter Begriffen (Punkte, z. B.) miteinander relationiert werden können, so werden auch die konstruktionstechnischen Daten eines Boeing-Rumpfes bei Bernhart und Fetter zu einem ontologischen, »nicht-optischen Darstellungsverfahren«, während die visuelle Projektion, insbesondere als Zentralperspektive, auf eine seit der Renaissance kultivierte und damit historisch situierte Raumwahrnehmung referiert.²⁹

Das Besondere an diesem frühen und daher in der Menge an Wissenstransformationen noch überschaubaren Verfahren von Bernhart und Fetter ist das Operieren entlang einer ontographischen Schneise zwischen Abstraktion und Repräsentation. Was letztlich in eine Boeing als Möglichkeit von Dingen verbaut sein soll, liegt im Ordnungsmedium der Liste parat, auf dem eine visuelle Realität des Möglichen basiert. Entgegen Ross' »plex«-System geht es nicht um die Bereitstellung einer Ontologie und ihren Unterkategorien, damit eine semiotische Interaktion konsistent gehalten werden kann. Stattdessen wird noch jede mögliche Bearbeitung als ein ontographischer Einschnitt kommuniziert in das, was eine Boeing sein soll – wenn es eine Boeing *werden* soll: »For example, when the object is an airplane, points characterizing various features of an airplane such as wings, fuselage, fuel system, tail assembly, pilot's compartment, landing gear, hydraulic system, etc., can be distinctively labeled or identified as to the particular feature of features to which they obtain so that particular sets of points can be selected or sorted out in the program of the computer on appropriate instruction.«³⁰ Auch hier gehen die ontographischen Operationen mit der Materialität der Wissenstransformation einher. Um aus einem Satz von abstrahierten Punkten mehrere Perspektiven errechnen und plotten zu können, bedarf es einer technischen Zeichnung, in die bereits die operativen Anleitungen für die Plotting-Maschine eingeschrieben

²⁸ Ebd.

²⁹ Benjamin Beil und Jens Schröter: Die Parallelperspektive im digitalen Bild, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 4/1 (2011), S. 127–138, hier S. 128. Zur Verknüpfung der Zentralperspektive als dominierender Blickrichtung, die die Malerei und die Fotografie als Vergleichs- und Orientierungsmaterial zur Computergrafik heranziehen lässt: Gabor: Hidden Surface Problems (wie Anm. 23), S. 46.

³⁰ Bernhart et al.: Planar Illustration (wie Anm. 26), S. 5.

werden. So sind auf solchen Zeichnungen einer Abfolge von nummerierten Punkten zu sehen, an deren Anfang und Ende häufig eingekreiste Nummern stehen. Da auch hier, wie in Ross' APT-Sprache, noch der physische Speicher der Maschinenoperationen die Lochkarte war, musste jede Punkt-zu-Punkt-Verbindung, die der Plotter ziehen sollte, sowie jede nicht-Linie eingeschrieben und nummeriert werden. Das ontographische Pendant zur nicht-anwesenden Linie einer geploteten Perspektive ist in der Ingenieurszeichnung eine eingekreiste Nummer, die besagt, wo der Plotterstift gehoben und wo er wieder gesenkt werden soll.³¹ Wie schon bei Sutherlands »sketchpad« sind es auch hier die halbrunden oder runden Flächen, die eine Präzision erschweren, da man sich ihnen nur approximativ annähern kann – wodurch eine Reihe bezifferter, aneinander liegender Punkte in der technischen Ingenieurszeichnung resultieren.

Obwohl die Boeing-Entwürfe häufig mit William A. Feters Designarbeiten in Verbindung gebracht werden, der auch das erste digitale Menschmodell entwickelt hat, sollte hervorgehen, dass diese frühe Variante der Computergrafik sich nicht allein auf das Darstellungsmedium technischer Zeichnungen reduzieren lässt. Das Listen möglicher Dinge einer Boeing steht sowohl sprachlich als auch materiell in einer Spannung mit den Transformationsprozessen eines ingenieurwissenschaftlichen und ästhetischen Wissens – einer Einschreibung zwischen die Ebenen der Abstraktion und der Repräsentation. Es impliziert Fragen nach der Relevanz der Visualisierung bestimmter Konstruktionsobjekte, der Begrenzung des materiellen Speichers und nicht zuletzt der Kommunikation virtueller Objekte an nicht-Ingenieure, was Fetter als einen zentralen Teil der »visibility studies« bezeichnet.³² Vor diesem Hintergrund wäre es verfrüht, sowohl die Arbeiten am CAD als auch jene der frühen 3D-Projektion allein als Vorläufer einer Computergrafik zu betiteln. Gerade mit der zunehmenden Relevanz einer Lesekompetenz von Datenvisualisierungen, die sich nicht alleine auf eine wissenschaftliche Lesekultur einschränkt, bedarf es der Untersuchung jener ontographischen Praktiken, die nicht nur entwerfen, sondern mögliche Dinge konstituieren, korrigieren und nicht zuletzt validieren.

³¹ William A. Fetter: *Computer Graphics in Communication*. New York 1965, S. 14–16.

³² Ebd., S. 12.

5. Wo die Dinge stehen und wo sie eingeschrieben werden

Auf den ersten Blick mag es anachronistisch wirken, mit der Frage nach den »visuellen Erkenntnisprozessen« einer digitalisierten Wissenschaft zu beginnen, um anschließend zwei Computergrafik-Projekte der 1960er Jahre ins Feld zu führen. Was beide Beispiele allerdings deutlich machen und was heute in der Wissenschaftsforschung noch des Ausbaus bedarf, ist das Aufzeigen jener Transformationsketten, die jeweils ihre eigene Materialität und ihre eigenen Begriffe sowie Programm Sprachen haben. Dabei geht es in erste Linie nicht um eine Symmetrisierung von menschlichen und nicht-menschlichen AkteurInnen, die in gewisser Weise ja eine Verdrängung der herrschenden, auf Subjekt-Objekt-Dichotomien beruhenden Ontologie sein sollte. Es gilt, die Listung möglicher Dinge und Personen sowohl mit Blick auf die maschinellen Verfahren als auch auf die Vorentscheidungen zu hinterfragen, die getroffen werden, um etwas zum Gegenstand ontographischer Praktiken zu machen. Konkreter: Verfahren wie das CAD ermöglichen und reaktivieren einen direkten Zugang zur Welt, der seit dem 19. Jahrhundert das Siegel des Romantizismus trägt. Aus dieser romantisierten Natur ist heute eine menschengemachte Welt der Technik und ihrer medialen Übermittlungen von Wissensobjekten geworden. Der Zugriff hierauf hat inzwischen eine Komplexität erreicht, dass die Black Boxes der rechnergesteuerten Maschinen nur noch semiotisch auf dem Bildschirm vermittelt sind – so, wie es Douglas T. Ross quasi angelegt hatte. Dies hat mit Verfahren des 3D-Druckens oder der Synthetischen Biologie eine Form angenommen, in der die rechnergesteuerte Maschine wieder einen direkten Zugriff auf die Artefakte der Konstruktion von Dingen – oder gar Leben – erlaubt.³³

Aus Sicht einer medientheoretischen Wissenschaftsforschung dürfen solche Komplexe nicht bei der Beschreibung einer *agency* der Black Box verbleiben. Die besagte ontographische Schneise ist ein Vorschlag, die Registratur sowie die Strukturierung möglicher Wissensobjekte in ihrer Transformationsdynamik zu beleuchten. Hieraus könnte nichts geringeres rekonstruiert werden als das, was Alfred Nordmann im Anschluss an Donna Haraway als die Bedingungen eines »technoscientific ›animistic‹ employment of computer simulations, animal models, algorithmic structures, and other substitutive uses of dynamic systems, those systems that can be controlled without an understanding of their construction«,

³³ Siehe zu diesem Steigerungsverhältnis Gabriele Gramelsberger: The Simulation Approach in Synthetic Biology, in: Studies in History in Biological and Biomedical Sciences 44/2 (2013), S. 150–157; Kathrin Friedrich und Gabriele Gramelsberger: Techniken der Überschreitung. Fertigungsmechanismen ›verlässlich lebensfähiger‹ biologischer Entitäten, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 4/1 (2011), S. 15–21.

erfasst hat³⁴. Gerade der Kollaps von Bearbeitungs- und Erkenntnisprozessen wäre damit auch ein Kollaps der Distanz, der aber keine Verselbständigung oder Dämonie von Technik darstellt, sondern den mediatisierten Zugang auf eine Welt, die sowohl erforscht als auch konstruiert wird. Der Begriff der ontographischen Schneise verweist daher auf die Spannung von Vermittlungs- und Zugriffsebenen über mögliche Dinge, deren Realitäten des Einschreibens, Registrierens und damit Differenzierens zu beschreiben sind. Dies impliziert weder eine Asemantik noch eine klassische Ontologie, wohl aber ein Navigieren zwischen Programmcode und Interface, um an die Stelle romantischer Realisierungen die Wissenskulturen ontographischer Praktiken zu setzen.

³⁴ Alfred Nordmann: Collapse of Distance. Epistemic Strategies of Science and Technoscience, revised version of a plenary lecture at the annual meeting of the Danish Philosophical Association Copenhagen 2006, unter: [http://www.exzellente-forschen.de/\(28en,de\)/ZIF/FG/2006Application/PDF/Nordmann_essay2.pdf](http://www.exzellente-forschen.de/(28en,de)/ZIF/FG/2006Application/PDF/Nordmann_essay2.pdf), S. 18 (06.02.2019).