

OLIVER LEISTERT

INDIVIDUATION, NACHBARSCHAFT UND PROTOKOLL – SPONTANE ROUTEN-EMERGENZ IN MESHNETZWERKEN

Die Lasten suchen sich ihren Weg, sagt die Bauingenieurin. Die Verteilung der Last ist schwer messbar. Wie soll ein Haus auch auf eine Waage gestellt werden? Die Bauingenieurin berechnet darum vorher die Statik und macht sich schlau, was ihr Baumaterial kann. Dazu fragt sie ihr *Computer Aided Design*-System. Die Hoffnung dabei ist, dass dieser Weg mit der Berechnung so weit korreliert, dass das Haus nicht zusammenstürzt. Denn am Ende suchen sich die Lasten einfach ihren Weg – geheimnisvoll real.

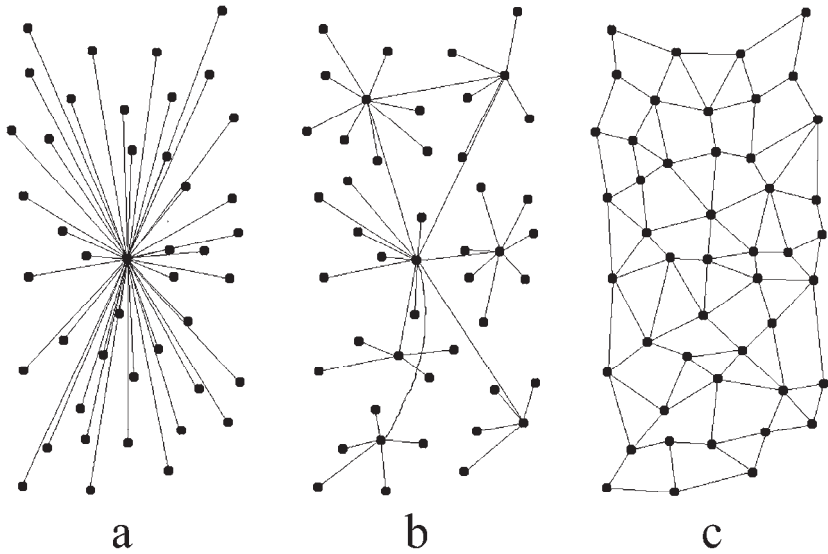
Analog wird die Verteilung von Lasten in Computer-Netzwerken oft als Problem der Infrastrukturen beschrieben, so z. B. das *Heavy-tail*-Problem im Internet, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung von Last mit unendlicher Varianz.¹ In der Folge spricht man davon, ob und wie Netzwerke skalieren, d. h. wie sie sich einem erhöhten Verkehrsaufkommen gegenüber verhalten. Ein Netzwerk skaliert, wenn die Last sich derart verteilt, dass kein Knoten zusammenbricht und das Verhältnis von Verkehrsaufkommen und notwendiger Ressourcen zur Bewältigung im gleichen Verhältnis wächst.

Ein ideales Netzwerk besitzt deshalb eine verteilte Topologie, die *ad hoc* wachsen kann, um Lasten aufzunehmen. Die Last verteilt sich dort idealerweise auf einer Knotenmenge, die im Verhältnis zur Last wächst. Solch ein grenzenlos skalierendes Netzwerk gibt es *realiter* nicht. Die verteilte Topologie, also nicht-hierarchische, rhizomatische Struktur ohne Zentrum, bei Egalitarität der Knoten, hat sich hingegen durchgesetzt in Ad-hoc-Meshnetzwerken, einer interessanten Teilmenge der Netzkonzepte. Das Internet selbst hingegen ist zwar immerhin dezentral in der Konzeption, real inzwischen jedoch angewiesen auf einige wenige Superknotenpunkte, durch die viel Verkehr schwirrt. Es ist also ein Hybrid aus dezentraler und zentraler Struktur.

Paul Baran skizzierte bereits 1964² drei Typen von Netztopologien (vgl. Abb. 1): zentral (a), dezentral (b) und verteilt (c). Ad-hoc-Meshnetzwerke sind, da verteilt, dem Typ rechts (c) in der Abbildung zuzuordnen. Dass dies jedoch keine hinreichende Beschreibung ist, wird im Folgenden erläutert.

¹ Holger Karl, „Struktur aus Zufall: Entstehung von Abhängigkeiten in Telekommunikationssystemen“, in: Hannelore Bublitz/Roman Marek/Christina Louise Steinmann/Hartmut Winkler (Hg.), *Automatismen*, Paderborn, 2010, S. 71-77. Hier wird die Grenze der Statistik beschrieben, Erkenntnisse zu produzieren, da die Musterbildung kontingent bleibt und keinem erkennbaren Zusammenhang unterliegt.

² Paul Baran, *On Distributed Communications*, RAND Memorandum RM-3420, Santa Monica, CA, 1964.



1 – Paul Barans Netzwerkdiagramm von 1964

Individuation

Meshnetzwerke antworten auf ein spezifisches Problem der Verteilung. Es geht hierbei nicht nur um die Last, sondern ebenso um das Problem einer temporären *Individuation*. Dies ist ein Begriff, der einen Gegenstand beschreibt, der, so meine These, genealogisch keine Vorläufer in der Medientechnik hat und deshalb neue Fragen aufwirft. Individuation von Meshnetzwerken meint nichts anderes, als den Prozess, der durchschritten werden muss, um von einer potenziellen Infrastruktur in eine aktuelle zu gelangen. Diese aktuelle Infrastruktur ist die, die den tatsächlichen Verkehr meistert. Sie fällt jedoch immer anders aus und ist nicht vorhersagbar, da sie sich jeweils neu individuiert aus dem Potenzial, aus dem eine Individuation schöpfen kann. Paolo Virno schreibt: „By participating in a collective, the subject, far from surrendering the most unique individual traits, has the opportunity to individuate, at least in part, the share of pre-individual reality which all individuals carry within themselves.“³ Klar ist die Differenz: Für Virno (und auch Negri/Hardt) geht es um die Frage des Verhältnisses von menschlichem Individuum und *Multitude*. Individuation wird als Prozess der Bildung einer sozialen Entität beschrieben, die zwar Viele als Viele umfasst, aber, und dies macht den Begriff etwas sper-

³ Paolo Virno, *A Grammar of the Multitude*, New York, 2004, S. 79. [It. OA 2001.]

rig, *als* Viele *eine* Vielheit sind, im Unterschied zum Volk, das gerade die Vielheit zugunsten der einen Identität für Viele aufgibt.

Im Kontext der Ad-hoc-Meshnetzwerke gibt es wesentlich eine Parallele, die die Übertragung des Begriffs stützt: Die Knoten individuieren in ihrer je nur situativen Individualität ein gemeinsames Netzwerk, das ebenfalls als Netzwerk nur aus der Vielheit der Vielen besteht und nur solange, wie diese gemeinsam in diese Vielheit eingehen, d. h., solange sie kommunizieren. Das Netzwerk ist deshalb eine Individuation aus unterschiedlichen Knoten und keine einfache Summe der Knoten oder gar Ergebnis ihrer Identität. Dadurch, dass die Knoten sich durch ihr Nachbarschaftswissen unterscheiden, bilden sie eben gerade kein auf Identität fußendes Netzwerk.

Meshnetzwerke wachsen und schrumpfen, Knoten verschwinden und neue entstehen an anderer Stelle. Mit anderen Worten: Meshnetzwerke können zwar operativ sehr robust sein, sie existieren jedoch nur in ihrer jeweiligen Individuation, die ständig durch das Zuschalten und Abschalten von Knoten variiert. Es handelt sich um eine Metastabilität, d. h., durch seinen originär dynamischen Charakter antwortet das Meshnetzwerk *konzeptuell* immer gleich, es sucht nämlich eine stabile Antwort, aber *konkret* je anders, denn diese Antwort fällt immer anders aus. Solche Netzwerke sind nur in der Zeit vorhanden, und dies nicht nur, da sie Zeit beanspruchen, sondern vielmehr, weil sie konzeptionell Wandel betreiben. Sie sind nicht stillstellbar.

Der doppeldeutige Ausdruck *nicht feststellbar* trifft auch zu: Ihre Nichtfeststellbarkeit betrifft die konkrete Individuation aus der Potenzialität des Netzes. Es ist nicht feststellbar, wie das Meshnetzwerk zu einem gegebenen Zeitpunkt *in toto* war. Ein *Snapshot* ist nicht möglich. Kein Knoten kann nämlich zur gleichen Zeit an eine bestimmte Adresse von seinem Zustand berichten, weil keine Adresse diese Informationen synchron erreichen kann und gleichzeitig dieser Berichtsverkehr das Netz wieder neu individuieren würde. Der Bericht könnte nur über sich selbst berichten. Mit Hartmut Winkler lässt sich sagen, dass die „Akte der Kommunikation selbst strukturbildende Kraft haben.“⁴ Dies ist der erste Hinweis auf ein eigenartiges Charakteristikum: Die Totalität des Netzes existiert nur in der Vorstellung eines externen Betrachters. Sie ist nicht verifizierbar, da eine Verifizierung das Netz nur wieder neu individuieren würde, neuen Verkehr aufkommen ließe, der selbst die Struktur bestimmt.⁵

⁴ Hartmut Winkler, *Diskursökonomie*, Frankfurt/M., 2004, S. 7.

⁵ Die Problematik einer medial vermittelten Draufsicht auf eine aus der Logik der Beteiligten uneinsehbare Struktur habe ich kurz behandelt in: Oliver Leistert, „Situiertheit: Automatismen werfen das Problem der Beobachterin auf“, in: Hannelore Bublitz/Roman Marek/Christina Louise Steinmann/Hartmut Winkler (Hg.), *Automatismen*, Paderborn, 2010, S. 99-102.

Spezifizierung: Um welche Netze geht es?

Es ist wichtig zu betonen, dass es um einen bestimmten Fall von dynamischen technischen Netzwerken geht. Denkbar ist aber auch, statische Netzwerke als Sonderfall anzusehen, da sie sich durch ihre Permanenz in der Zeit unserem westlich-ontologischen Denken, das weniger auf Prozesse, als auf Statisches fixiert ist, schnell als Regelfall darstellen. Flüchtigkeit hingegen, Permutationen, kontinuierliche Variationen, sind Fälle, die zur Strukturentstehung führen.

Weiterhin sind solche Netze aufgrund ihrer Flüchtigkeit von der Last der Erinnerung befreit: Es gibt keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen den jeweiligen Individuationen; keine ist Vorbild für die nächste oder legt bereits Routen dafür fest. Der Akt der Übertragung ist immer aktuell und immer geschichtslos. Vergangene Akte der Übertragung gibt es nicht, weil kein Knoten im Netz dieses Wissen behält oder benötigt.

Schließlich ist eine weitere Begriffsschärfung wichtig: Meshnetzwerke sind vielfältig und es gibt unterschiedliche Modelle, die z. B. mit unterschiedlichen Protokollen arbeiten. In der Fachdiskussion zu Netzwerken werden besonders unterschiedliche Algorithmen des Routings diskutiert. Grob gesagt unterscheidet man zwischen proaktiven und reaktiven mobilen Ad-hoc-Meshnetzwerken:

Proaktiv ist jedes Topologiekonzept, das jedem Knoten in bestimmten Abständen eine gesamte Routingtabelle oder Informationen über beste Wege des Netzes übermittelt. Der Knoten weiß also bereits, bevor er Verkehr transportiert, von der gesamten Beschaffenheit des Netzes. Das Modell, das komplette Routingtabellen überträgt, interessiert hier nicht.

Reaktiv sind solche Netze, die erst, wenn Verkehr anliegt, beginnen, eine Route durch das Netz zu suchen. Diese Konzepte treffen auf die Diskussion in diesem Text größtenteils zu.⁶

Hauptsächlich geht es mir jedoch um eine ungewöhnliche proaktive Variante, die auch als *stigmatisch* (s. u.) beschrieben wird⁷: Das Protokoll B.A.T.M.A.N. (*Better Approach To Mobile Adhoc Networking*)⁸ antwortet auf das Problem der schlechten Skalierung von mobilen Ad-hoc-Netzwerken durch ein anderes Konzept von Proaktivität. Wenn nämlich jeder Knoten eine komplette Routingtabelle des gesamten Netzes erhält, steigt der Verkehr, der allein die Operationalität des Netzes sichert, mit jedem Knoten exponentiell

⁶ Ich danke der Erfinderin des B.A.T.M.A.N.-Algorithmus', Corinna „Elektra“ Aichele, für wichtige Hinweise.

⁷ Neben solch topologiebasierten Verfahren gibt es auch positionsbasierte Verfahren, deren Eleganz darin liegt, dass die Knoten ihre eigene Position per GPS-Signal erhalten und somit Informationen über ihre Lage im Netz errechnen können. Für die Frage der Robustheit spielt dies eine wesentliche Rolle, da solche Netze zum Betrieb auf Ressourcen angewiesen sind, die sie nicht selbst kontrollieren, nämlich das GPS-Signal.

⁸ Siehe www.open-mesh.org, zuletzt aufgerufen am 10.03.2010.

an. Dies führt schnell zu langsamen Netzen. B.A.T.M.A.N. löst dies, indem nicht jeder Knoten dieses Routingwissen besitzt, sondern das gesamte Netz sich diese *Last des Wissens* teilt. Knoten merken sich Kommunikationsrichtungen und geben ihre Existenz als Information an ihre Nachbarn weiter. Es gibt nur verteiltes situiertes Wissen.⁹ Damit wird das Problem der schlechten Skalierung elegant umgangen.

Mit *stigmergisch* wird eine Eigenschaft von B.A.T.M.A.N. bezeichnet, die dem Konnektionismus nahesteht. Es handelt sich um die Beobachtung von verteiltem Handeln bei Termiten oder Ameisen:

[K]ein übergeordneter Verstand diktiert den Mitgliedern der Gemeinschaft seine Befehle; nirgendwo [...] lässt sich ein gemeinsames Bewusstsein lokalisieren; und eine offizielle Planung ist nicht erkennbar. Dennoch zeugt das Gesamtverhalten dieser sozialen Insekten von einer kollektiven Intelligenz (gelegentlich auch als Schwarmintelligenz bezeichnet), die gemeinsame Ziele und eine Koordination der einzelnen Aktivitäten im Sinne dieser Ziele voraussetzt.¹⁰

Es bleibt streitbar, inwieweit B.A.T.M.A.N. kollektive Intelligenz realisiert, denn die Pheromone, die anscheinend als Koordinationsmittel der Ameisen dienen, sind schwer vergleichbar mit technischen Objekten. Aus Sicht des operativen Konzeptes von B.A.T.M.A.N. lässt sich jedoch sagen, dass strukturelle Homologien zu Pheromonen bestehen.¹¹

Im Folgenden soll es weniger um den schwierigen Begriff der Schwarmintelligenz gehen. Vielmehr steht im Mittelpunkt der Betrachtung der Ad-hoc-Charakter, sowie das nur lokal vorhandene Wissen des einzelnen Knotens. B.A.T.M.A.N. ist das konkrete Routingprotokoll, also der technisch realisierte Hintergrund meiner Überlegungen, die sich jedoch nicht auf die Realimplementierung reduzieren lassen.

⁹ Technisch ist es jedoch komplizierter. Jeder Knoten sendet *Originator Messages (OGM)* als *Broadcast Messages* zu seinen direkten Nachbarknoten, welche als Relais dieselben Nachrichten zu ihren Nachbarn weiterleiten. In der Folge wird das Netz von solchen OGMs geflutet, bis alle Knoten diese Nachricht wenigstens einmal erhalten haben, die OGMs aufgrund von *Packet Loss* verloren gehen oder die *Time to Live* überschritten ist. Die Qualität einer Route kann nun anhand der Anzahl der OGMs, die ein Knoten erhalten hat, ermittelt werden. Dies bedeutet, und darum geht es hier, dass jeder Knoten für sich entscheidet, welcher seiner Nachbarknoten das Datenpaket erhält: „The topographical information is not handled by a single node, but spread across the whole network. No central entity knows all possible ways through the network. Every node only determines the data to choose the next hop, making the protocol very lightweight and quickly adapting to fluctuating network topologies.“ Aus dem *RFC (Request for Comments)* zu B.A.T.M.A.N.: <http://tools.ietf.org/html/draft-wunderlich-openmesh-manet-routing-00>, zuletzt aufgerufen am 17.03.2010.

¹⁰ Lemma *Konnektionismus* in: Michel Serres/Nayla Farouki (Hg.), *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Frankfurt/M., 2001, S. 507.

¹¹ Des Weiteren ist es strittig, inwieweit überhaupt von Intelligenz bei Ameisen gesprochen werden kann. Die Informatik hingegen kann, da sie ihre Gegenstände selbst konzipiert, analytische Begriffe erfinden, die per Definition schlicht regeln, was Intelligenz für sie ist. Diese Definition ist als Binnenkonzept jedoch nur innerhalb der Informatik plausibel und eine Übertragung, besonders in die Geisteswissenschaften, bleibt problematisch.

Nachbarschaft und situiertes Wissen¹²

Die Idee, die solche Meshnetzwerke realisieren, ist die des Nachbarschaftswissens. Ein Knoten des Netzwerks besitzt hier keine topologische Übersicht mehr, es gibt keine Anweisung, wie der Traffic zu routen ist und der Zielknoten ist unbekannt. Der einzelne Knoten hat nur situiertes Wissen, weiß nur um seine Nachbarschaft. Ihm ist bekannt, dass er z. B. drei Nachbarknoten hat, oder besser: zuletzt hatte. Denn die Knoten können verschwinden, wie sie auch wieder auftauchen können. *Ständige Variation ist der permanente Zustand*. Der Knoten weiß nicht einmal, wo er im Verhältnis zur Gesamtopologie liegt, da diese den operativen Verfahren nicht zugänglich ist. Dennoch ist er nicht ahnungslos. Er kann Erfolg versprechende und weniger Erfolg versprechende Richtungen unterscheiden.

Verteilung erfährt hier eine interessante konzeptuelle Neuerung: Zwar ist der Verkehr nicht ziellos, aber welchen Weg er zum Ziel nehmen wird, ist nicht vorhersagbar – und zwar auf besondere Weise. Während dies auch für den gewöhnlichen Internetverkehr zutrifft, ist hier die Situation anders, denn erst im Akt der Übertragung entsteht der Weg. Es ist eine technische Realisierung einer Strukturbildung ohne Vorhersagbarkeit.

Auf der Ebene der Knoten interessiert nicht, wohin der Verkehr gehen muss, um an sein Ziel zu kommen. Der Client, der das Verkehrsobjekt schicken will, adressiert den Clienten der Zustellung, dieser ist jedoch als Netzelement nur seinen unmittelbaren Nachbarn bekannt. Wenn er erreichbar ist, also wenn es wenigstens eine Route gibt, wird er erreicht werden, vorausgesetzt, die Route bleibt lange genug erhalten für den Transport.

Es gibt hier kein Außen, keine Sicht von oben, nichts, was den einzelnen Knoten übersteigt. Eine Struktur der reinen Immanenz entpuppt sich als robustes temporäres, variationsreiches Netzgefüge im Raum.

Transzendenz und Übercodierung

Armand Mattelart legt in seiner kompakten Darstellung der Globalisierung als Technik- und Mediengeschichte seit der Französischen Revolution Wert auf die Feststellung, dass jede technische Innovation und das Imaginäre der Menschen eine transzendierende Verbindung eingehen: „Each technological generation provided a new opportunity to propagate the grand narrative of general concord and social reconciliation under the aegis of Western civilization.“¹³ Es

¹² Spätestens an dieser Stelle ist eine Anmerkung wichtig: Wissen, Nachbarschaft, Kenntnis, Ahnung, Existenz usw. sind Begriffe, die, wenn sie ungebrochen auf Technik projiziert werden, den Gegenstand anthropozentrisch beschreiben. Sie sind hier deshalb nur eine Krücke, bis günstigere Begriffe gefunden sind. Diese Warnung ist wichtig, weil sonst in der Sprache erneut eine Übercodierung von Technik praktiziert wird.

¹³ Armand Mattelart, *Networking the World 1794-2000*, Minneapolis, MN, 2000, S. 19.

findet regelmäßig eine Übercodierung statt. Wünsche wollen sich in Technik einschreiben. Sei es der elektrische Strom, der Telegraph, die Eisenbahn, das Radio: Immer wieder versprach man sich von (Medien-)Technik zugleich eine Funktion als Heilsbringer. Die Lösung der sozialen Frage wird im Laufe der Geschichte immer wieder der (Medien-)Technik aufgetragen. Materialistisch betrachtet jedoch – so Mattelart weiter – gaben dieselben Medientechniken ihre ‚milde Gabe‘ überwiegend an herrschende Gesellschaftsgruppen weiter. Ähnlich argumentiert auch Hartmut Winkler, wenn er von geschichtlicher Co-evolution spricht: „Die Entwicklung der Medien erscheint eingebettet in den größeren Zusammenhang einer kombiniert wirtschaftlich-technisch-sozialen Entwicklung, die die arbeitsteilig vernetzte Großstruktur der Moderne überhaupt erst hervorbringt.“¹⁴

Verteilung auf diesen imperialen Netzen war und ist nicht determiniert, aber doch *gerichtet* implementiert. Gerichtet ist z. B. auch das Fernsehen, als One-to-many-Struktur sowieso, aber es besteht ein Zusammenhang zwischen *one to many* und dem, was derart verteilt wurde: Das Netz und das Genetzte fallen insoweit zusammen, wie sie sich durchsetzen. Der Protektionismus Frankreichs erzählt von den Abwehrmechanismen, wenn Quoten festlegen, wie viele Filme aus Hollywood in Frankreich pro Jahr im Kino laufen dürfen. Mattelart erinnert an die Effekte des Tauschs im Allgemeinen:

Since the beginning of exchanges in the world, the cultural and institutional models conveyed by hegemonic powers have encountered peoples and cultures that have either resisted annexation, been contaminated, imitated their conquerors, or disappeared. In these cultural melting pots, syncretisms have been born.¹⁵

Die „holistische“¹⁶ Globalisierung, wie sie Mattelart beschreibt, umfasst auch Methoden der Kommunikation, also eine Etablierung von Sprechstilen und Rationalität, die schließlich bis zur taktischen Feinarbeit durch Lokalisierung geregelt wird – im Verbund mit kleinen Abweichungen in der Produktion, die lokale Märkte berücksichtigen: „A unified approach at a strategic level is combined with a tactical autonomy capable of catering to all the peculiarities of specific contexts and territories.“¹⁷ Transnationale Unternehmen, in deren Zeitalter wir leben, reagieren taktisch auf lokale Gegebenheiten, um ihre Strategie der globalen Kommodifizierung von oben durchzusetzen.

Protokoll: Handlungsfähigkeit und Kontrolle fallen zusammen

Die These ist nun, dass die Knoten in verteilten Netzen von einem neuen Zustand zeugen, und zwar für den Teilbereich der immateriellen Verteilung. Hier

¹⁴ Winkler (2004), *Diskursökonomie*, S. 68.

¹⁵ Mattelart (2000), *Networking the World*, S. 105.

¹⁶ Ebd., S. 77.

¹⁷ Ebd., S. 78.

ist eine Infrastruktur der Verteilung realisiert, die sich vollständig indifferent gegenüber ihren zu verteilenden Objekten und der Frage der ‚Verteilungsgerechtigkeit‘ verhält. Alle Knoten im Netz sind vollständig gleichberechtigt und gleichzeitig indifferent gegenüber allem, was ihre Nachbarschaft übersteigt. Im Protokoll B.A.T.M.A.N. ist dies technisch realisiert.

Mit verteilten Netzen beschäftigt sich Alexander Galloway in *Protocol* und gemeinsam mit Eugene Thacker in *The Exploit*.¹⁸ Verteilte Netze, die über ein gegebenes Protokoll kommunizieren, stellen ihrer Auffassung nach die derzeit interessanteste Innovation der Mediengeschichte dar, denn „protocol is a technique for achieving voluntary regulation within a contingent environment.“¹⁹ Es ist jedoch Vorsicht dabei geboten, die syntaktische Seite des Prozessierens der Rechner in eine semantische Seite der Befreiung einzuschreiben, wie Matelart gezeigt hat. So auch Galloway und Thacker: „Networks, by their mere existence, are not liberating; they exercise novel forms of control that operate at a level that is anonymous and non-human, which is to say material.“²⁰ Dennoch schwingt auch bei ihnen eine Übercodierung mit: „Material substrate and pattern formation exist in a mutually reciprocal relationship, a relationship that itself brings in social-political and technoscientific forces.“²¹

Tatsächlich liegt hiermit zum ersten Mal eine Kommunikationsinfrastruktur vor, die sich indifferent demgegenüber verhält, *ob* kommuniziert wird. In diese Infrastruktur ist keine Erwartung mehr eingeschrieben.²² Ihre temporäre und immer wieder zu aktualisierende Existenz steht in Spannung mit jeder Planung, Vordeterminierung und Gerichtetheit. Als verteiltes Management regelt das Protokoll die Gesamtheit des Verkehrs, aber immer nur im je aktuellen Moment der Übertragung von einem Knoten zum anderen. Anders ausgedrückt ist in den Knoten ein Vermögen eingeschrieben, das sie für jeden Akt der Übertragung neu artikulieren. Das Verblüffende ist, dass dieses Modell auch als eines gilt, welches am ausfallsichersten ist und sich sogar selbst regenerieren kann.

Wenn Technik als Code begriffen wird, der Folgepraxen determiniert, wie Hartmut Winkler schreibt²³, läuft Determinierung in diesem Falle auf ein

¹⁸ Alexander R. Galloway, *Protocol. How Control Exists after Decentralisation*, Cambridge, MA, 2004. Eugene Thacker/Alexander R. Galloway, *The Exploit. A Theory of Networks*, Minneapolis, MN, 2007.

¹⁹ Galloway (2004), *Protocol*, S. 7.

²⁰ Thacker/Galloway (2007), *The Exploit*, S. 5.

²¹ Ebd., S. 35.

²² Im Unterschied zum gängigen ADSL-Anschluss, der, dafür steht das ‚A‘, asymmetrische Übertragungskapazitäten bereitstellt: Der Upload, d. i. die Artikulation des Users ins Netz, fällt dünn aus, während der Download, d. i. der Konsum von Daten aus dem Netz, um ein Vielfaches größer ist.

²³ Wenn die „Technik selbst als ein ‚Code‘ begriffen werden muss, als eine verdichtete gesellschaftliche Niederlegung, die in der Lage ist, Folgepraxen zu determinieren, dann liegt es nahe, auch im Falle der Computer strukturell ähnlich zu fragen.“ Winkler (2004), *Diskursökonomie*, S. 129 f.

Paradox hinaus: Versteht man unter Determinierung eher eine Zuspitzung, eine strukturelle Minderung des Möglichkeitsraumes, dann steht ein verteiltes Netz, das selbst nur im Akt der Übertragung existiert und je wieder neu aber immer anders für jeden Akt instantiiert wird, intuitiv für einen nicht-determinierenden Code.

Nicht autonom

Häufig werden solche Netze auch *autonom* genannt. Dies ist irreführend, denn es ist gerade das Protokoll, das eine neue Variante des Nomos implementiert, und dies lässt genau keine eigenen Gesetze jedes Knotens zu, sondern trägt ganz im Gegenteil die volle Bürde der Allgemeingesetzlichkeit. Tiziana Terranova schreibt: „This process involves the design of common protocols that are meant to impose no internal change on the participating networks. Each network is thus assumed autonomous, that is, able to stand on its own even outside its Internet connection.“²⁴

Autonom sind diese Netze nur in der Hinsicht, dass sie nicht von außen geregelt werden. Der Nomos hingegen ist verteilt und damit dem Netz immanent eingeschrieben, als Protokoll. Wären sie autonom im strengen Wortsinne, dann wäre genau ihre Interoperabilität nicht gesichert. Das Protokoll regelt als ein *Nomos der Inklusion* die Interoperabilität. Dies klärt die Verwirrung auf. Galloway ist hier eindeutig: „[E]ach node in a distributed network may establish direct communication with another node, without having to appeal to a hierarchical intermediary. Yet in order to initiate communication, the two nodes must *speak the same language*.“²⁵ Und diese gemeinsame Sprache sei eben das Protokoll. Wenn Protokoll hier als Sprache beschrieben wird, muss als erstes auf die Grenze dieser Beschreibung verwiesen werden. Die Analogie ist nur auf der syntaktischen Ebene nachvollziehbar. Protokoll ist eine Sprache ohne Semantik, eine hochformalisierte Bereitstellung von strukturierter Leere, in die die zu übertragenden Objekte eintreten. Es stellt einen formal strukturierten Möglichkeitsraum zur Verfügung, dessen semantische Bespielung freigehalten wird.

Operative und kommunikative Seite der Medien

Wenn es um die mediale Seite von Computern geht²⁶, ist eine schematische Differenzierung hilfreich, die Hartmut Winkler vorschlägt: Die Unterschei-

²⁴ Tiziana Terranova, *Network Culture. Politics for the Information Age*, London, 2004, S. 55.

²⁵ Galloway (2004), *Protocol*, S. 11 f. [Herv. i. O.]

²⁶ Ich teile die Ansicht Winklers, dass Computer auch, aber eben nicht nur Medium sind. Zahllose Anwendungen zeugen von außermedialem Gebrauch. Siehe hierzu Hartmut Winkler „Medium Computer. Zehn populäre Thesen zum Thema und warum sie möglicherweise

zung zwischen einer operativen und einer kommunikativen Dimension von Medien.²⁷ Auf die operative Seite der Medien fällt das Prozessieren, wie es von Computern durchgeführt wird und den prozessierten Symbolkomplex zwar segmentarisiert oder *verflüssigt*, jedoch ohne semantische Variation. Es ist das, was eben rein maschinell möglich ist. Die kommunikative Seite hingegen betrifft die Seite der Medien, die Flusser mit Dialog und Diskurs bezeichnet²⁸, und die grundsätzlich in einen Symbolkomplex semantisch eingreift, z. B. beim Editieren eines Textes. Dass beides heute gemeinsam stattfindet, nämlich das Editieren eines Textes *mit dem Computer*, führt gemeinhin zu der Annahme, es handle sich um dieselben Mechanismen. Winkler zeigt, dass Speichern und Übertragen und besonders Prozessieren je nach Gegenstand, auf den es sich bezieht, Unterschiedliches meint und lediglich eine Strukturhomologie zwischen den Ebenen besteht.

Für die Frage nach der Verteilung in verteilten Netzen ist hiervon der Ertrag, dass es nur um die Diskussion der operativen Seite gehen kann, d. h. um die Frage einer Übercodierung im Feld der nicht-semantischen Seite. Dies ist auch das Argument von Galloway. Dennoch taucht eine Komponente auf, die von keiner der beiden Seiten vollends fassbar wird: der Ad-hoc-Charakter, die je neue Individuation des Netzes. Dies ist von Belang, da sich eine medientheoretische Differenzierung ohne Rücksicht auf ständige Variation stets mit verschiedenen Spielarten des Henne/Ei-Problems herumschlagen muss und die Frage stets wiederkehrt, ob es nun die Infrastruktur ist, oder das, was darauf läuft. Mit Ad-hoc-Meshnetzwerken blitzt zum ersten Mal die technische Realisierung einer Antwort dieser Frage auf, denn nun kann am Gegenstand gezeigt werden, dass es weder um das eine noch um das andere geht.

Das Protokoll hingegen in seiner Eigenschaft als verteilte Kontrolle der Verteilung schafft die Möglichkeit der Übertragung und Verteilung überhaupt erst. Wie oben beschrieben, organisiert es Nachbarschaften und Richtungen mit dem Ziel universaler Adressierbarkeit. Indem es sich gegenüber der Frage, wer was mit wem kommuniziert, diplomatisch zurückhält, eröffnet das Protokoll das gesamte Feld, das Flusser beschreibt, auf dem von ihm kontrollierten Milieu neu: Sowohl Pyramiden- und Baumdiskurse sind darin möglich, aber eben auch das Rauschen des Netzdialogs. Es enthält alle historisch vorausgegangenen Kommunikationsmodelle als Möglichkeit.²⁹ In seiner realen Implementierung jedoch ist es Relais in alle Richtungen, im Unterschied zu z. B. ADSL, das klar eine Richtung vor der anderen favorisiert und keine spontanen neuen Verbindungen eingeht.

falsch sind“, in: Lorenz Engell/Britta Neitzel (Hg.), *Das Gesicht der Welt. Medien in der digitalen Kultur*, München, 2004, S. 203-213.

²⁷ Hartmut Winkler, *Übertragen, Speichern, Prozessieren*, unveröffentlichtes Manuskript, 2009.

²⁸ Vilém Flusser, *Kommunikologie*, Frankfurt/M., 1998, S. 16 ff. [1996]

²⁹ Allerdings, und dies ist wichtig, in der dem Netz *angemessenen Weise*. Außerdem ist offen, wie historische Strukturen der Kommunikation *effektiv* in solchen Netzen wirken, und was sie aus ihrer Geschichte in diesem Milieu machen.

Material und Besitz der Produktionsmittel

Wenn jeder Client selbst Knoten ist, fällt zunächst auf, dass das Netz als solches zwar aus Clients zusammengestellt ist, als Knoten jedoch sind sie durch jeden Akt je wieder aktualisiertes Gemeinschaftsgut geworden. Im Unterschied zum ADSL-Anschluss eines Providers über ein Kupferkabel, das letztlich immer noch der Telekom gehört, sind reale urbane Implementierungen von Meshnetzwerken, wie das Freifunknetz³⁰ oder das Projekt Consume.net in London³¹ auch auf materieller Ebene jenseits von Eigentum angekommen. Dies allerdings in der leicht schizophreneren Spaltung, dass jeder Client für sich zwar Client ist, für die anderen jedoch Knoten. Es tritt also ein weiteres Charakteristikum hinzu: Jeder Knoten des verteilten Netzes ist zwar physisch (noch) Privateigentum, funktional jedoch gespalten in Privat- und Gemeinschaftseigentum. Es handelt sich um einen spontanen, sich je neu artikulierenden elektronischen Kommunismus.

Dass dieser Gedanke nicht randständig ist, untermauern Aussagen eines Entwicklers von Meshnetzwerken im Rahmen von Consume.net, den ich in London interviewen konnte.³² Die bereits angesprochenen Charakteristika werden von ihm zunächst bestätigt:

The advantage of the mesh network is that you don't need any authority in the middle to create the network, you don't need anybody to maintain an access-point, or decide how the network looks like, the disadvantage is that with current software technology, the routing protocol is relatively unstable, and complicated if it is a big network. In the end we were facing several problems. One problem was that the basic routing protocols are not feasible currently for big networks, routing protocols like OLSR and others have heavy problems routing large networks.

Zu ergänzen ist, dass genau aufgrund dieser Probleme das Routingprotokoll OLSR³³ weiterentwickelt wurde und in B.A.T.M.A.N. führte.

Auf die Frage, woher die Motivation der Entwicklungstätigkeit stammt, antwortet Startx „I was always fascinated by the idea that if you have a routing protocol plus accessible hardware, plus software, you could actually create networks who don't need any kind of centralised internet structure anymore to communicate with each other.“ Und dahinter steckt eine handfeste Vision, die auf einen interessanten Punkt aufmerksam macht:

The idea of how or if replacing the internet completely by something like a mesh of several local networks which exchange the data in between. [...] That's why it is a radical idea, because it would be the end of the internet. This has nothing to

³⁰ <http://start.freifunk.net>, zuletzt abgefragt am 10.03.2010.

³¹ <http://consume.net>, zuletzt abgefragt am 10.03.2010.

³² Alle folgenden Zitate stammen von Startx, Interview mit Oliver Leistert, London, 06.04.2009, unveröffentlichtes Transkript einer Audioaufnahme.

³³ OLSR steht für *Optimized Link State Routing*. Es ist beschrieben im RFC 3626, siehe: <http://tools.ietf.org/html/rfc3626>, zuletzt aufgerufen am 18.03.2010.

do with the internet as it is anymore. It would be a second network. It is just using by accident the same hardware and the same software.

Der interessante Punkt lautet „by accident“. Dies stärkt meine Vermutung, dass es keine genealogische Linie von anderen Computer-Netzwerkformen zum Ad-hoc-Meshnetzwerk gibt. Das Phänomen stammt aus einer anderen Linie, die „by accident“ mit demselben Material arbeitet.



2 – Das Consume Net London am 21.4.2010 gegen 16 h. Diese Knoten sind vermascht. Nur wie? Siehe auch: <http://nodedb.consume.net/nodedb.php>

Immanente Kontrolle und je neue Individuation

Die Assoziation direkter Nachbarn, die in verteilten mobilen Ad-hoc-Netzen realisiert ist, lässt Parallelen zu einer Gesellschaft der freien Assoziation zu.

Was historisch als Gesellschaftsmodell immer wieder vorgeschlagen wurde, z. B. in einigen Spielarten des Anarchismus, ist für den Verkehr von Bits realisiert. Bei aller Vorsicht, mit der solchen Analogien begegnet werden muss: Die beschriebenen Netze sind genau in diesem Sinne fremdherrschaftsfrei, denn es existiert keine externe Regulation einzelner Knoten in ihrem Verhältnis zu anderen. Das Protokoll kontrolliert nicht das Verhalten der Knoten zueinander, sondern stellt es bereit. Es ist Kontrolle und Möglichkeit in einem. Eine Herrschaft der Immanenz, die genau dann eintritt, wenn die Teilnehmer aktiv zustimmen, weil sie einander gleich gegenüber treten.³⁴

Meine These ist, dass in Ad-hoc-Meshnetzwerken Infrastruktur und zu verteilendes Objekt nur zeitgleich existieren. Und das ist die medientheoretische Sonderstellung. Dieser Gegenstand ist Infrastruktur und Verkehr in einem und nur gleichzeitig, eine Synchronie von Medium und Message. Der Telegraph, der als medienhistorischer Vorläufer *des* Computernetzwerks gilt, sollte also vielmehr als Vorläufer *einiger* Computernetzwerke gelten.³⁵ Denn nur *by accident* lässt sich solch ein Netz mit herkömmlicher Netzwerktechnologie realisieren. Es entspringt einem Monismus: aus der Einheit von Geist und Materie in der permanenten Variation. Spinoza hätte seine Freude, dass seine Nebenlinie innerhalb der westlichen Philosophie noch einmal auftaucht, und zwar technisch realisiert. Sein berühmter Satz könnte als Motto der Ad-hoc-Meshnetzwerke gelten: *Omnis determinatio est negatio*. Jede Bestimmung ist Negation.

Literatur

Baran, Paul, *On Distributed Communications*, RAND Memorandum RM-3420, Santa Monica, CA, 1964.

Flusser, Vilém, *Kommunikologie*, Frankfurt/M., 1998. [1996]

Galloway, Alexander R., *Protocol. How Control Exists after Decentralisation*, Cambridge, MA, 2004.

³⁴ Eine andere, meiner Meinung nach jedoch falsche Deutung wäre die eines Totalitarismus, da die Knoten auch als gleichgeschaltet interpretiert werden könnten. Hier zeigt sich die Grenze der Übertragbarkeit von technischen Realisierungen in soziale Gefüge. Von sozialer Seite lässt sich gegen diese Deutung argumentieren, dass solch ein Totalitarismus unreal ist: Eine totale Gleichschaltung ohne Varianzen und Differenzen ließe nämlich auf semantischer Ebene nur wenige der Flusserschen Strukturen zu. Es zeigt sich daran, dass die Bedingungen der Möglichkeiten von Kommunikationsstrukturen doch eine Rolle spielen, zumindest wenn es um die Praxis der Übercodierung geht. Hieran erinnert Flusser: „Tatsächlich lässt sich behaupten, daß die Kommunikation ihre Absicht, die Einsamkeit zu überwinden und dem Leben Bedeutung zu verleihen, nur dann erreichen kann, wenn sich Diskurs und Dialog das Gleichgewicht halten.“ Flusser (1998), *Kommunikologie*, S. 17.

³⁵ Mit dem Sonderfall des Bildtelegraphen beschäftigt sich Julia Zons in diesem Band.

- Galloway, Alexander R./Thacker, Eugene, *The Exploit. A Theory of Networks*, Minneapolis, MN, 2007.
- Karl, Holger, „Struktur aus Zufall: Entstehung von Abhängigkeiten in Telekommunikationssystemen“, in: Hannelore Bublitz/Roman Marek/Christina Louise Steinmann/Hartmut Winkler (Hg.), *Automatismen*, Paderborn, 2010, S. 71-77.
- Leistert, Oliver, „Situiertheit: Automatismen werfen das Problem der Beobachterin auf“, in: Hannelore Bublitz/Roman Marek/Christina Louise Steinmann/Hartmut Winkler (Hg.), *Automatismen*, Paderborn, 2010, S. 99-102.
- Mattelart, Armand, *Networking the World 1794-2000*, Minneapolis, MN, 2000. [Frz. OA 1996.]
- Serres, Michel/Farouki, Nayla (Hg.), *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Frankfurt/M., 2001.
- Terranova, Tiziana, *Network Culture. Politics for the Information Age*, London, 2004.
- Virno, Paolo, *A Grammar of the Multitude*, New York, 2004. [It. OA 2001.]
- Winkler, Hartmut, *Diskursökonomie*, Frankfurt/M., 2004.
- Ders., „Medium Computer. Zehn populäre Thesen zum Thema und warum sie möglicherweise falsch sind“, in: Lorenz Engell/Britta Neitzel (Hg.), *Das Gesicht der Welt. Medien in der digitalen Kultur*, München, 2004, S. 203-213.
- Ders., *Übertragen, Speichern, Prozessieren*, unveröffentlichtes Manuskript, 2009.

Interview

- Startx, Interview mit Oliver Leistert, London, 06.04.2009, unveröffentlichtes Transkript einer Audioaufnahme.

Internetquellen

- <http://consume.net>
<http://start.freifunk.net>
<http://tools.ietf.org/html/draft-wunderlich-openmesh-manet-routing-00>
<http://tools.ietf.org/html/rfc3626>
<http://www.open-mesh.org>