

»Worm World«

Infrastruktur, Ökologie und *double binds*

bei Susan Leigh Star und Karen Ruhleder

Gabriele Schabacher

Der Artikel »Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access to Large Information Spaces« erscheint 1996 im Journal *Information Systems Research*. Es handelt sich um den Auftakt zu Susan Leigh Stars Auseinandersetzung mit Informationsinfrastrukturen, die andere Arbeiten – vor allem »The Ethnography of Infrastructure« und *Sorting Things Out* – fortführen und vertiefen. Der vorliegende Text basiert auf einer ethnografischen Studie, die Susan Leigh Star zusammen mit Karen Ruhleder in den Jahren zwischen 1991 und 1995 durchführt, bei der es um die Implementierung einer Informationsinfrastruktur für eine international vernetzte Biologen-Community geht.¹

Diese Biologen-Community erforscht seit den 1960er Jahren den Fadenwurm *caenorhabditis elegans*, kurz: *c. elegans*, der aufgrund seiner Eigenschaften und Genetik als Modellorganismus auch für Wirbeltiere einschließlich des Menschen gilt. Aus diesem Grund ist er ebenfalls für das 1990 gegründete Human Genome Project interessant. Mittlerweile gehört *c. elegans* zu den am besten erforschten Organismen weltweit – und war 1998 der erste vollständig sequenzierte Vielzeller überhaupt –, vergleichbar etwa der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* oder dem Darm-Bakterium *Escherichia coli*.

Die Ethnografie von Star und Ruhleder bezieht sich nun auf den Versuch, für diese Forschergemeinschaft ein digitales Informationssystem, das sogenannte Worm Community System (WCS) zu installieren. Diese Plattform, die als eine Art »distributed ›hyperlibrary«² verstanden wird, besteht aus Visualisierungen der physischen Struktur des Wurms, aktualisierbaren Gen-Karten, der Möglichkeit zu annotieren, einem Verzeichnis der beteiligten Wissenschaftlerinnen, einem Thesaurus, einem vierteljährlichen Newsletter (der *Worm Breeder's Gazette*) sowie der Einbindung einer Datenbank. Die als Vorzeigeprojekt der National Science Foundation³ geförderte Unternehmung hat das Ziel, »to bridge geographic and disci-

1 | Frühere Fassungen des Papiers erscheinen 1993, 1994 und 1995, etwa S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«.

2 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 114.

3 | Vgl. ebd., S. 132.

plinary boundaries within the worm community«.⁴ Doch der Versuch scheitert, da das System nicht in der antizipierten Weise angenommen wird und sich infolgedessen nicht als Kommunikations-Infrastruktur für die Community insgesamt durchzusetzen vermag. Star und Ruhleder analysieren den Misserfolg maßgeblich als Resultat von ›Verständigungsproblemen‹ zwischen Nutzern und Entwicklern. Darüber hinaus beziehen sie ihn auf die in der Frühphase des Internet Anfang der 1990er Jahre bereits zur Verfügung stehenden, einfacher und leichter zugänglichen Anwendungen wie Mosaic, Netscape, Gopher oder WAIS und betonen, dass Systemimplementierung zu dieser Zeit stets »in the eye of an informational and organizational hurricane of change«⁵ stattgefunden habe.

Der Text formuliert das Konzept der (Informations-)Infrastruktur und ihrer jeweiligen Eigenschaften, denen man in späteren Aufsätzen häufig wieder begegnet. Anders als spätere Arbeiten jedoch rekurriert dieser Beitrag extensiv auf Gregory Batesons Theorie des *double bind* und der Lern-Ordnungen,⁶ auf deren Basis Star und Ruhleder ihre Analyse des Scheiterns des Worm Community System ausarbeiten.

Vor dem Hintergrund einer Perspektivierung der Schriften Stars für die Medienforschung wird sich der folgende Kommentar zu »Steps Toward an Ecology of Infrastructure« vor allem an drei Konzepten orientieren: Im ersten Schritt wird es um das Konzept der Infrastruktur gehen; anschließend um das Konzept der Ökologie, das vom Titel des Aufsatzes aufgerufen wird; und schließlich wird drittens die Übersetzung und infrastrukturelle Lesart des Bateson'schen Konzepts des *double bind* im Vordergrund stehen, wobei insbesondere die Kategorie des Kontextes von zentraler Bedeutung ist. Abgeschlossen wird der Kommentar mit einem kurzen Ausblick auf den Newsletter der Biologen-Community, die *Worm Breeder's Gazette*.

INFRASTRUKTUR – »NO HOME IS UNIVERSAL«

Das Verständnis, das Star und Ruhleder von Infrastrukturen entwickeln, ist sozio-technisch-diskursiv orientiert und rückt damit ›Medialität‹ im Sinne der transportierenden wie transformierenden Qualität von Infrastrukturen in den Mittelpunkt.⁷ Indem Infrastrukturen Zeichen, Personen und Dinge gleichermaßen zusammenbinden wie übertragen, mediieren – und d. h. immer: transformieren – sie Alltagsverhältnisse und -praktiken. Infrastrukturen sind trotz ihrer globalen Standardisierung stets lokal angepasst, und in ihnen stabilisiert sich formales ebenso wie informelles Wissen.

Infrastrukturen sind Star und Ruhleder zufolge durch zwei grundlegende Momente gekennzeichnet. Sie zeichnen sich erstens durch eine zweifache, paradoxe

4 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«.

5 | Ebd., S. 114; vgl. auch S. 131.

6 | Vgl. G. Bateson: *Steps to an Ecology of Mind*, insb. die Artikel »Minimal Requirements for a Theory of Schizophrenia«; »Double Bind, 1969« sowie »The Logical Categories of Learning and Communication«.

7 | Zur Medialität von Infrastrukturen vgl. auch G. Schabacher: »Medium Infrastruktur«.

Natur aus.⁸ Denn Infrastrukturen ließen sich mit Blick auf die Relation von *structure* und *agency* stets auf beiden Seiten der Unterscheidung verorten, seien also Strukturierungen im Sinne von Anthony Giddens:⁹ »It [an infrastructure, G.S.] is both engine and barrier for change; both customizable and rigid; both inside and outside organizational practices. It is product and process.«¹⁰

Zweitens werden Infrastrukturen nicht als Substrate, sondern relational gefasst. Sie sind eingebunden in je verschiedene Praxiszusammenhänge und erfahren erst durch diese Situations- und Gebrauchskontexte ihren jeweiligen Sinn: »Within a given cultural context, the cook considers the water system a piece of working infrastructure integral to making dinner; for the city planner, it becomes a variable in a complex equation. Thus we ask, *when* – not *what* – is an infrastructure.«¹¹ Ein solches Umstellen von Was- auf Wann-Fragen verweist nicht allein auf Kontextabhängigkeit und Situationsbezug, sondern markiert für Star und Ruhleder den spezifischen Punkt der Emergenz von Infrastrukturen: »the ›when‹ of complete transparency«,¹² jenen Punkt also, an dem Infrastrukturen zum unsichtbaren Hintergrund alltäglicher Verrichtungen werden:

»An infrastructure occurs when the tension between local and global is resolved. That is, an infrastructure occurs when local practices are afforded by a larger-scale technology, which can then be used in a natural, ready-to-hand fashion. It becomes transparent as local variations are folded into organizational changes, and becomes an unambiguous home – for somebody. This is not a physical location nor a permanent one, but a working relation – since no home is universal.«¹³

Entsprechend erfordert es die Analyse von Infrastrukturen methodisch, ihre scheinbare Transparenz zu hinterfragen. Vollzogen werden müsse, so Star und Ruhleder im Anschluss an Geoffrey Bowker, eine »infrastructural inversion«, d. h. eine Figur-Grund-Umkehrung der Verursachungskette in der Beschreibung von

8 | Vgl. S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 111.

9 | Vgl. ebd.; vgl. A. Giddens: *The Constitution of Society*.

10 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 111.

11 | Ebd., S. 113. »Innerhalb eines bestimmten kulturellen Kontexts betrachten Köche das Wassersystem als Teil einer funktionierenden Infrastruktur, die für die Zubereitung eines Essens unabdingbar ist – für Stadtplaner wird sie zu einer Variablen in einer komplexen Gleichung. Daher fragen wir nicht, *was* eine Infrastruktur ist, sondern *wann* sie eine ist.« Übersetzung aus diesem Band, S. 362.

12 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 132.

13 | Ebd., S. 114. »Eine Infrastruktur entsteht, wenn die Spannung zwischen dem Lokalen und dem Globalen gelöst wird. Sie entsteht, wenn lokale Praktiken durch eine größer angelegte Technologie ermöglicht (*afforded*) werden, die dann auf eine natürliche, zuhandene Weise genutzt werden kann. Sie wird transparent, wenn man lokale Varianten in organisatorische Veränderungen einbringt, und wird zu einer unzweideutigen Heimat. Dies ist kein physischer Ort, auch kein permanenter, sondern eine funktionierende Beziehung – da keine Heimat universal ist.« Übersetzung aus diesem Band, S. 364.

(großtechnischen) Systemen, die für deren Entwicklung anstelle einzelner Personen oder Apparaturen infrastrukturelle Beziehungen in den Fokus rückt.¹⁴

Unter dieser Voraussetzung zeichnen sich Infrastrukturen durch acht »Dimensionen« aus,¹⁵ die in späteren Darstellungen Stars immer wieder Erwähnung finden und mittlerweile zum kanonischen Bestand der Infrastrukturforschung zählen: Kennzeichnend für Infrastrukturen sei ihre Einbettung in andere Strukturen (*embeddedness*); ihre im Gebrauch transparente Verfügbarkeit (*transparency*), eine wichtige Eigenschaft, die die Diskussion um die »Unsichtbarkeit« von Infrastrukturen prägt und sowohl das »Eingebettetsein« von Infrastrukturen wie ihr »Aufsetzen« auf bereits bestehende Strukturen betrifft; ihre zeitlich wie räumlich über singuläre Ereignisse und lokal gebundene Praxen hinausgehende Reichweite (*reach or scope*); ihr Erlernt-Werden im Rahmen einer Praxisgemeinschaft (*learned as part of membership*), d.h. erst wenn Infrastrukturen von Nutzern als selbstverständlicher Teil einer solchen Praxisgemeinschaft angesehen werden, sind Artefakte und organisationale Arrangements tatsächlich Infrastrukturen geworden;¹⁶ ihre prägende Wirkung auf bzw. ihr Geprägtsein von Praktiken (*links with conventions of practice*): »Infrastructure both shapes and is shaped by the conventions of a community of practice, e.g. the ways that cycles of day-night work are affected by and affect electrical power rates and needs.«¹⁷ Darüber hinaus seien Infrastrukturen verkörperte Standards (*embodiment of standards*), was umgekehrt bedeutet, dass Infrastrukturen erst da entstehen, wo Standards stabilisiert sind; sie würden auf bereits vorhandenen Systemen aufsetzen (*built on an installed base*), was Fragen der Pfadabhängigkeit und des Layering impliziert;¹⁸ und sie würden erst im Moment ihrer Störung sichtbar (*becomes visible upon breakdown*), d.h. träten aus ihrer transparenten Verfügbarkeit heraus. An anderer Stelle nennt Star noch eine weitere Eigenschaft, die den Aspekt der Pfadabhängigkeit mit Blick auf Veränderungsmöglichkeiten profiliert; Infrastrukturen sind schichtweise und lokal implementiert,

14 | Vgl. S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113; G. C. Bowker: »Information Mythology«, bes. S. 235; T. P. Hughes: »The Evolution of Large Technological Systems«.

15 | An anderen Stellen ist auch von »salient features« (S. L. Star/G. C. Bowker: »How to Infrastructure«, S. 152) oder »properties« (S. L. Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 380) die Rede.

16 | Vgl. J. Lave/É. Wenger: *Situated Learning*. Die Mitgliedschaft in einer Praxisgemeinschaft ist dabei der Grund für die »Naturalisierung« von Infrastrukturen (vgl. G. C. Bowker/S. L. Star: *Sorting Things Out*, S. 295).

17 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113. »Infrastruktur formt die Konventionen einer Praxisgemeinschaft und wird von ihnen geformt, z. B. die Art und Weise, wie Zyklen von Tag-Nacht-Arbeit durch Stromgebühren und -verbrauch beeinflusst werden und sie beeinflussen.« Übersetzung aus diesem Band, S. 362.

18 | Zur Pfadabhängigkeit vgl. T. P. Hughes' Kategorie des technologischen *momentum* (T. P. Hughes: »The Evolution of Large Technological Systems«, S. 76 f.) sowie P. N. Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 18. Als eine Form des Layering ließe sich Ingo Brauns Unterscheidung von Großen Technischen Systemen erster und zweiter Ordnung verstehen, vgl. I. Braun: »Geflügelte Saurier«, S. 483 ff.

weshalb Veränderungen Zeit bräuchten und nie einfach *top down* erfolgen könnten (*fixed in modular increments, not all at once or globally*).¹⁹

Mit Blick auf die behauptete Relationalität von Infrastrukturen lassen sich die genannten Dimensionen als je unterschiedliche Akzentuierungen von Verhältnissen denken. So sprechen etwa Bowker et al. von einer »distribution of qualities« entlang der zwei Achsen *global/lokal* und *sozial/technisch*.²⁰ Werden dabei die Eigenschaften der Standardisierung und der Transparenz als technische und globale Attribute verstanden (eine Zuordnung, die mit Blick auf die Aushandlungsprozesse bei Standardisierungen bereits Probleme bereitet), gelten das Eingebettetsein und die Mitgliedschaft in einer Praxisgemeinschaft als stärker sozial und lokal geprägte Eigenschaften. Es ließen sich darüber hinaus weitere Relationen zur Beschreibung infrastruktureller Verhältnisse anführen: klein/groß, kurzfristig/langfristig, sichtbar/unsichtbar, materiell/immateriell, statisch/prozessual, natürlich/künstlich,²¹ sowie – mit Blick auf die Argumentation von Star und Ruhleder im vorliegenden Aufsatz – formell/informell.

Anders als bei den Arbeiten zu Grenzobjekten²² und Klassifikationssystemen²³ geht es bei der Ethnografie des Worm Community System nun aber nicht um die Analyse einer bereits vorhandenen Struktur, sondern vielmehr um die Einführung eines Systems, was Fragen nach der Emergenz von Infrastrukturen in den Vordergrund treten lässt. Interessant ist dabei, dass Star und Ruhleder Informationsinfrastrukturen allein auf Fragen der Software, ihrer Implementierung und die damit verbundene Design-Aufgabe beziehen, dagegen die Biologen-Community selbst, d.h. die bestehende Organisationsform und Praxisgemeinschaft mit bereits existierenden Routinen, nicht als (Informations- und Verwaltungs-) Infrastruktur beobachten. Dadurch geraten Fragen etwaig entstehender Konkurrenzen zwischen »alten« und »neuen« Informationsinfrastrukturen nur indirekt in den Blick.

ÖKOLOGIE – »THE DELICATE BALANCE OF LANGUAGE AND PRACTICES«

Der Überschrift »Steps Toward an Ecology of Infrastructure« gemäß verstehen Star und Ruhleder ihren Artikel als Annäherung an ein ökologisches Verständnis von Infrastrukturen. Der Begriff der Ökologie begegnet im Kontext von Stars Schriften hier nicht zum ersten Mal. Bereits mit Blick auf die Analyse des Museums of Vertebrate Zoology hatten Star und James Griesemer von »Institutioneller Ökologie« (*Institutional Ecology*) gesprochen; und auch die Untersuchung der für Infrastrukturen relevanten *unsichtbaren Arbeit*, die Star zusammen mit Anselm Strauss durchführte, rekurriert im Untertitel auf die Dimension der Ökologie.²⁴

19 | S. L. Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 382.

20 | Vgl. G. C. Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 101.

21 | Vgl. hierzu auch G. Schabacher: »Medium Infrastruktur«, S. 138.

22 | Vgl. hierzu die Beiträge zu Grenzobjekten in diesem Band.

23 | Vgl. hierzu den Beitrag »Kategoriale Arbeit und Grenzinfrastrukturen« in diesem Band.

24 | S. L. Star/J. R. Griesemer: »Institutional Ecology, »Translations« and Boundary Objects«; S. L. Star/A. Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«.

Doch so prominent man dem Begriff im Titel bei Star und Ruhleder begegnet, so vergleichsweise spärlich sind die Hinweise im Text.

Zwei Bezüge, die für den Ökologie-Begriff bei Star und Ruhleder von Bedeutung sind, sollen deshalb kurz genannt werden. Zu erwähnen ist zum einen der organisationstheoretische Ansatz von Everett C. Hughes, der das Konzept der Ökologie im Rahmen seiner Institutionsanalysen soziologisch fruchtbar macht. So befindet sich ein Unternehmen Hughes zufolge immer innerhalb einer bestimmten Umgebung und steht deshalb unter Anpassungsdruck. Es muss festlegen, auf was es als ›Umwelt‹ reagieren will: »[O]ne thing the enterprising element must do is choose within possible limits the environment to which the institution will react.«²⁵ Das Konzept der ›Ökologie‹ betrifft damit Fragen der Rahmung und Interaktion mit dem Kontext. Diese ökologische Perspektive des pragmatistischen Interaktionismus wird, so machen Star und Griesemer in ihrer Museumsanalyse deutlich, explizit gegen die als zu einseitig verstandene Logik der Übersetzung und des *interestement* bei Latour, Callon und Law in Stellung gebracht: »The ecological viewpoint is anti-reductionist in that the unit of analysis is the whole enterprise, not simply the point of view of the university administration or of the professional scientist.«²⁶ Statt die heterogenen Interessen mehrerer Akteure auf nur einen Passagepunkt hin zu verengen, gehen Star und Griesemer von einem polyperspektivischen »many-to-many mapping« aus, bei dem stets mehrere konsistente Übersetzungen entstehen: »[T]here is an indefinite number of ways entrepreneurs from each cooperating social world may make their own work an obligatory point of passage for the whole network of participants.«²⁷

Eine zweite Referenz des Ökologiekonzepts bei Star und Ruhleder verbindet sich mit Gregory Batesons Aufsatzsammlung *Steps to an Ecology of Mind* (1972), auf die Star und Ruhleder insbesondere im Zusammenhang infrastrukturellen Lernens eingehen. Den Begriff der Ökologie bezieht Bateson auf die Entwicklung wissenschaftlicher Ideen und ihrer Aggregate (»mind«), weshalb er einleitend zu *Ecology of Mind* formuliert:

»The questions which the book raises are ecological: How do ideas interact? Is there some sort of natural selection which determines the survival of some ideas and the extinction or death of others? What sort of economics limits the multiplicity of ideas in a given region of mind? What are the necessary conditions for stability (or survival) of such a system or subsystem?«²⁸

25 | E. C. Hughes: »Going Concerns«, S. 62.

26 | S. L. Star/J. R. Griesemer: »Institutional Ecology, »Translations« and Boundary Objects«, S. 389. »Der ökologische Blickwinkel ist insofern antireduktionistisch, weil die gesamte Unternehmung als Analyseeinheit betrachtet wird, nicht bloß der Standpunkt der Universitätsverwaltung oder der professionellen Wissenschaftler.« Übersetzung aus diesem Band, S. 83.

27 | S. L. Star/J. R. Griesemer: »Institutional Ecology, »Translations« and Boundary Objects«, S. 390. »[E]s gibt unendlich viele Möglichkeiten, wie Unternehmer aus jeder kooperierenden sozialen Welt ihre eigene Arbeit zu einem obligatorischen Passagepunkt für das ganze Netzwerk von Teilnehmern machen können.« Übersetzung aus diesem Band, S. 84.

28 | G. Bateson: *Steps to an Ecology of Mind*, S. xvf.

Ohne an dieser Stelle genauer auf Batesons ›Geist«-Begriff eingehen zu können, lässt sich festhalten, dass sich auch für Bateson mit dem Konzept der Ökologie die Idee der Interaktion und wechselseitigen Beeinflussung von Elementen (»ideas«) verbindet.

Bereits durch den Ökologiebegriff im Titel zielt die Infrastrukturanalyse bei Star und Ruhleder also auf Fragen des Kontextes und der wechselseitigen Standpunktbezogenheit heterogener Akteure. Unter Rekurs auf Batesons Kommunikationstheorie wird dabei speziell die Art und Weise in den Blick genommen, »in which communicative processes are entangled in the development of infrastructure.«²⁹ Dabei wird Ökologie als eine spezifische Form der Balance von Kommunikation und Praxis verstanden:

»The term ecology, as adapted to our analysis here, refers to the delicate balance of language and practice across communities and parts of organizations; it draws attention to that balance (or lack of it). It is not meant to imply either a biological approach or a closed, functional systemic one.«³⁰

Hier stellt sich die Frage, was mit einem Ökologiebegriff gewonnen ist, der weder biologisch oder physikalisch noch funktional-systemisch verstanden werden soll, sondern lediglich als delicate Balance zwischen Sprache und Praxis³¹ figuriert und damit auf die von Star und Ruhleder analysierte Bedeutung von Verständigungsprozessen (»Artikulationsarbeit«) für Praktiken der Implementierung von Informationsinfrastrukturen verweist. Bezeichnenderweise wird das Konzept ›Umwelt« (*environment*) zur Erläuterung des Ökologiebegriffs an dieser Stelle nicht aufgerufen,³² obwohl es im Text durchaus präsent ist. Dies zeigt ein späterer Abschnitt mit dem Titel »Organizational Environment: Communities and Large-Scale Infrastructures«³³ oder das dem Text vorangestellte Motto von Bruce Schatz, dem Begründer des Worm Community Systems, der Software-Produkte als Umwelten versteht:

29 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 117.

30 | Ebd. »Der Begriff Ökologie, wie wir ihn für unsere Analyse hier verwenden, bezeichnet das heikle Gleichgewicht von Sprache und Praxis in Gemeinschaften und in Teilen von Organisationen. Er macht auf dieses Gleichgewicht (oder sein Fehlen) aufmerksam. Er soll sich dabei weder auf eine biologische noch auf eine geschlossene, funktionale, systemische Hangehensweise beziehen.« Übersetzung aus diesem Band, S. 369.

31 | Homöostase und Equilibrium waren in der Biologie und Systemtheorie lange zentrale Konzepte, ihre Bedeutung wird aber in der jüngeren Zeit bestritten – die Kybernetik zweiter Ordnung und aktuelle ökologische Ansätze orientieren sich programmatisch an den Gegenbegriffen der Störung und des Ungleichgewichts; zum Hintergrund vgl. H. von Foerster: »Über selbstorganisierende Systeme und ihre Umwelten«; B. Clark: »Neocybernetics of Gaia«.

32 | Der Terminus *environment* wird hier angesichts des ökologischen Kontextes der Einfachheit halber mit »Umwelt« wiedergegeben; zur historischen Differenzierung der Konzepte vgl. F. Sprenger: »Zwischen *Umwelt* und *milieu*«.

33 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 131. Weiterhin ist auch von »local university computing environment« (ebd., S. 120), »rapidly changing environments« (ebd., S. 127), »business environment« (ebd., S. 129), »increasingly computer-based environments« (S. 130) die Rede.

»An *electronic community system* is a computer system which encodes the knowledge of a community and provides an environment which supports manipulation of that knowledge.«³⁴ Zwei Punkte sind dafür verantwortlich, dass es hier zu keiner direkten Einführung von Ökologie, Umwelt und Infrastruktur kommt. Zum einen wird, wie bereits erwähnt, die Frage der Infrastruktur maßgeblich auf das Worm Community System bezogen, also auf eine bestimmte proprietäre Software, nicht aber auf die Worm Community selbst. Zweitens wird nicht auf ein starkes Verständnis von Umwelt gesetzt, weil hier – wie noch auszuführen sein wird – der Begriff des Kontextes die Funktionsstelle des Umweltbegriffs übernimmt. Mit dem Kontextbegriff ist aber eine stärkere Akzentuierung von Sprache und (humanen) Akteuren sowie deren Praktiken gegeben, als es beim Begriff der Umwelt mit seinem dingbezogenen und räumlichen Akzent der Fall wäre.

GREGORY BATESON UND DAS »INFRASTRUCTURAL TRANSCONTEXTUAL SYNDROME«

Wie erwähnt, scheitert die Etablierung des Worm Community System. Star und Ruhleder begegnen dabei dem Phänomen, dass die meisten befragten Personen angeblich gerade im Begriff sind, das System zu nutzen (»just about to be hooked up with the system«),³⁵ auch wenn dies Recherchen nicht bestätigen. Insbesondere Probleme der Anmeldung und Verbindung mit dem System (»signing on« und »hooking up«)³⁶ sind deshalb Star und Ruhleder zufolge für das Scheitern des Gesamtprojekts verantwortlich. Anders als die sonstigen Computer-Supported Cooperative Work-Analysen Mitte der 1990er Jahre, die sich Star und Ruhleder zufolge zu wenig für Praktiken der Implementierung und Installation und die auf sie bezogene Arbeit (»Artikulationsarbeit«) interessieren würden, greifen Star und Ruhleder auf Gregory Batesons Unterscheidung verschiedener Ebenen der Kommunikation bzw. des Lernens zurück. Um Problemlagen bei der infrastrukturellen Implementierung des Worm Community Systems zu beschreiben, entfaltet der Text auf über zwanzig Seiten ein eng an Bateson orientiertes Übersetzungstableau (vgl. Tabelle 1).³⁷

Bateson unterscheidet drei kommunikative Ebenen bzw. Stufen:³⁸ die objektsprachliche Ebene, die metasprachliche Ebene und eine »darüber« angeordnete Ebene der Meta-Metamitteilung. Dabei versteht er die jeweils höhere Ebene als Kontext der hierarchisch »niedrigeren«: die zweite Ebene wäre damit also Kontext von Ebene eins, entsprechend die dritte Ebene Kontext von Ebene zwei. In analoger Weise differenziert Bateson verschiedene Ordnungen des Lernens. Wird auf der

34 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 111; vgl. auch B. R. Schatz: »Building an Electronic Community System«, S. 88 f.

35 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 122.

36 | Ebd., S. 116 ff.

37 | Vgl. ebd., S. 117–129.

38 | Die folgende Darstellung orientiert sich an der Lektüre des Ansatzes von Bateson durch Star und Ruhleder. Zur Differenzierung der Lernordnungen bei Bateson selbst vgl. G. Bateson: *Steps to an Ecology of Mind*, insb. »The Logical Categories of Learning and Communication«, S. 279 ff.

Tabelle 1: Levels im Anschluss an Bateson

Ebene	Kommunikation		Lernen	Infrastruktur	Lösung	<i>double binds</i> »infrastructural trans-contextual syndrome«	Auflösung
1	»faktische« Mitteilungen »Die Katze ist auf der Matte.«	Mitteilung	Lernen von etwas	Installation & Nutzung des Systems • Zugang • Fachkenntnisse »UNIX kann verwendet werden, damit das WCS läuft.«	Umverteilung von Ressourcen & Information »Wie lautet die E-Mail-Adresse des WCS?«	Ebene 1 / 2 • Kluft zwischen verschiedenen Nutzungskontexten Ebene 2 / 3 • Kluft zwischen Positionen zur Computerarbeit • Kluft zwischen »doppelten Sprachebenen« in Design und Nutzung	• interdisziplinäre Entwicklerteams • Erlernen der Sprache des jeweils anderen Seite (Design/ Nutzung) • Unterstützung & Computerkompetenz auf allen drei Ebenen
2	Verlässlichkeit der Mitteilung der ersten Ebene »Ich habe gelogen, als ich sagte: »Die Katze ist auf der Matte.«	Kontext/ Metamitteilung	Lernen über das Lernen Lernen zu lernen	• unvorhergesehene kontextuelle Auswirkungen • Kollision von Problemen erster Ebene • verschiedene »Kulturen« »Systementwickler mögen sagen, UNIX darf hier verwendet werden, aber sie verstehen nicht unsere Supportsituation.«	Zuwachs an Ressourcen & intensivierte Koordination »Wenn mein ganzer Fachbereich Macs verwendet, welche Konsequenzen hat meine Entscheidung für eine SPARC-Station statt für einen Mac?«		
3	Bewerten des Kontextes »Es gibt viele widersprüchliche Vorgehensweisen, um einzuschätzen, ob du in Bezug auf die Katze und die Matte gelogen hast oder nicht.«	Wahl zwischen alternativen Kontexten	Erlernen von Theorien des Lernens/ Bildungsparadigmen	Diskussion von Problemlösungsstrategien/ Denkschulen • mehrfache Bedeutungen • allgemeinere Fragen, größere Community »UNIX-Nutzer sind böse – wir sind Mac-Menschen.«	Politische Diskussion von leitenden Werten: • Konkurrenz oder Kooperation? • Komplexität oder einfache Nutzung?		

ersten Ebene »etwas gelernt«, gilt die zweite Ebene dem »Lernen, etwas zu lernen«, während die dritte Ebene Paradigmen der Erziehung verhandelt. Star und Ruhleder übersetzen diese Ebenen nun mit Blick auf die im Kontext der Infrastruktur-entwicklung begegnenden Probleme (»issues«):³⁹ Während sich auf der ersten Ebene (vermeintlich einfache) technische Entscheidungen finden (»Unix may be used to run WCS«),⁴⁰ muss auf der zweiten Ebene eingeordnet werden, welche Konsequenzen solche Entscheidungen für den Arbeitsprozess hätten (»A system developer may say Unix can be used here, but they don't understand our support situation«).⁴¹ Auf der dritten Ebene wiederum werden generelle Überlegungen zu Haltungen und Werten in der Community angestellt (»Unix users are evil – we are Mac people«).⁴² Resultieren Probleme erster Ebene aus Wissensdefiziten, entstehen sie auf der zweiten aus unvorhergesehenen kontextuellen Effekten oder der Kombination von Problemen erster Ordnung. Auf der dritten wiederum betreffen sie breitere (wissenschafts-)politische Zusammenhänge und Debatten (etwa um die Definition von Objekten, die Interpretierbarkeit von Ergebnissen etc.). Die Probleme und ihre Lösungen werden also mit zunehmender Ebene komplexer; darüber hinaus sind aber auch die Ebenen selbst zunehmend weniger eindeutig voneinander zu trennen.

An dieser Stelle findet sich nun der zentrale Einsatz, der sich für Star und Ruhleder mit dem Rekurs auf Bateson verbindet. Gemäß Batesons Theorie des *double bind* kommt es nämlich zu einem logischen Paradox, insofern *gleichzeitig* auf verschiedenen Ebenen Mitteilungen ausgesendet bzw. Antworten eingefordert werden, die einander wechselseitig ausschließen. Solche aufgrund ihrer mehrfachen Kontextadressierung von Bateson als »transkontextuelles Syndrom« (*trans-contextual syndrome*) bezeichneten Phänomene stellen Star und Ruhleder in den Mittelpunkt ihrer Analyse der Schwierigkeiten zwischen Usern und Entwicklern: »[P]eople attempting to hook up to complex electronic information systems encounter a similar discontinuity between message types.«⁴³ In Analogie zu Bateson sprechen sie von einem »infrastrukturellen transkontextuellen Syndrom« (*infra-structural transcontextual syndrome*)⁴⁴ und identifizieren drei Typen von *double binds*: zunächst die Differenz zwischen verschiedenen Nutzungskontexten, die das, was etwa für den Systemadministrator eine Aussage erster Ebene ist (»Just throw up X Windows and FTP the file down«) für den ungeübten Anwender zu einem komplexen Set von Fragen der zweiten Ebene machen; sodann Diskrepanzen innerhalb der Worm Community selbst, die computerbezogene Diskussionen auf der zweiten Ebene zu wissenschaftspolitischen Positionen der dritten Ebene werden lassen; und schließlich die generelle Kluft zwischen der Sprache der Entwickler und der der Nutzer von Informationsinfrastrukturen (»double levels of language in design and use«⁴⁵). Nach Star und Ruhleder ist die Auflösung bzw. das Überbrücken solcher *double binds* notwendig, wenn die Implementierung von Informations-

39 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 117.

40 | Ebd., S. 117; vgl. zu »First-order issues«, ebd., S. 118–120.

41 | Ebd., S. 117; vgl. zu »Second-order issues«, ebd., S. 120–123.

42 | Ebd., S. 117; vgl. zu »Third-order issues«, ebd., S. 123–126.

43 | Ebd., S. 127.

44 | Ebd., S. 126 f.

45 | Ebd., S. 127.

infrastrukturen nicht scheitern soll. Sie empfehlen deshalb multidisziplinäre Entwickler-Teams und verleihen der Erwartung Ausdruck, dass Entwickler wie User die Sprache des jeweils anderen lernen. Sie setzen ihre Hoffnung in einen anders gearteten Support, der »computer literacy« nicht allein technisch versteht, sondern ebenso auf Unterstützungsprozesse zweiter und dritter Stufe bezieht.⁴⁶

Drei Aspekte erscheinen in diesem Zusammenhang besonders relevant. Mit dem Bezug auf Gregory Bateson steht der Begriff des Kontextes im Mittelpunkt der Infrastrukturanalyse. Insofern der Kontext-Begriff bei Bateson aus einem kommunikativ-sprachlichen Szenario heraus entwickelt wird – Bateson greift auf bekannte logische Paradoxien der Unterscheidung von Objekt- und Metasprache⁴⁷ zurück –, bleibt er vor allem ein Problem der Verständigung und von *Artikulationsarbeit*.⁴⁸ Entwickler wie User sollen lernen, die Sprache des jeweils anderen zu sprechen.⁴⁹ Damit bleibt aber eine Agency der Artefakte, wie sie im Konzept des *Grenzobjekts* angelegt ist, und eine Berücksichtigung der dinglichen Akteure der Umwelt vergleichsweise unterbelichtet.

Problematisch an Stars und Ruhleders »Übersetzung« der Theorie Batesons ist überdies, dass die Situation des *double bind* bei Bateson im Kontext der Schizophrenie-Analyse (Familienkonstellation, Eltern/Kind-Beziehung) begegnet und dort nicht allein den Widerspruch zwischen verschiedenen Ebenen und Kontexten bezeichnet, sondern seine Brisanz aus der Tatsache bezieht, dass Widersprüche gerade *nicht* auflösbar sind. Insofern würde sich die Frage stellen, ob die von Star und Ruhleder herausgearbeiteten Ebenen-Probleme überhaupt vermeidbar sind.⁵⁰

Als Medium im Sinne einer transformativen Eigenleistung, also als Mediator, erscheint im Artikel von Star und Ruhleder vor allem die Kategorie des Supports. Auch wenn die Autorinnen betonen, der Support habe den User nicht allein auf technische Probleme vorzubereiten, sondern ebenso auf die Behandlung von Fragen zweiter und dritter Ordnung, so bleibt die Kategorie gleichwohl unbestimmt und die mediale, d. h. transformierende Qualität des Supports wird nicht ausreichend berücksichtigt. Stellt man diese aber in Rechnung, erschiene Support nicht als Zwischenschritt oder Intermediäres auf dem Weg zu einem unabhängig definierten Ziel, sondern als Instanz, die mediiert und die unterstützten Personen und Artefakte in möglicherweise unvorhergesehene Richtungen lenkt.

46 | Ebd., S. 130.

47 | Vgl. dazu E. Schüttpelz: »Objekt- und Metasprache«.

48 | Vgl. hierzu A. Strauss: »Work and the Division of Labor«, hier S. 8 f.; S. L. Star/A. Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, insbes. S. 10.

49 | Vgl. S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 130.

50 | Bestimmte Passagen legen allerdings nahe, dass Star und Ruhleder deren Vermeidung im Auge haben: »If we, in large-scale information systems implementation, design messaging systems blind to the discontinuous nature of the different levels of context, we end up with organizations which are split and confused« (ebd., S. 118). »Wenn wir bei der Implementierung großangelegter Informationssysteme Mitteilungssysteme konstruieren, die blind für die diskontinuierliche Natur der verschiedenen Kontextebenen sind, landen wir bei Organisationen, die gespalten und verwirrt sind, bei Systemen, die nicht genutzt oder umgangen werden, und bei einem Komplex von Sachverhalten unserer eigenen Schöpfung, die der Organisationslandschaft Disparitäten tiefer einprägen.« Übersetzung aus diesem Band, S. 372.

Infrastrukturen und Medien sind also immer soziotechnisch-diskursive Systeme, die weder allein durch Hardware noch allein durch Software oder Codes, aber auch nicht ausschließlich sozial geprägt sind, sondern durch Kontexte und *Umwelten* ebenso bestimmt werden, wie sie auf deren Formation Einfluss haben.

WORM BREEDER'S GAZETTE

Das transkontextuelle Syndrom kann möglicherweise noch in einem weiteren Sinne als infrastrukturell verstanden werden. Bateson selbst betont, dass die Theorie des *double bind* und damit das transkontextuelle Syndrom nicht allein auf schizophrene Symptome zu beziehen sind, sondern ebenso auf nicht-pathologische »related behavioral patterns, such as humor, art, poetry etc.«⁵¹ In diesem Bereich allerdings, so Bateson, »there is nothing to determine whether a given individual shall become a clown, a poet, a schizophrenic, or some combination of these.«⁵² Diese Überlegung soll abschließend zu einem kleinen Umweg einladen, der einiges über das Funktionieren des »transkontextuellen Syndroms« verrät.

Wie oben erwähnt, sollte das Worm Community System auch einen online verfügbaren, vierteljährlich erscheinenden Newsletter erhalten. Star und Ruhleder diskutieren den Newsletter als Problem der dritten Ebene, insofern die potenziellen Nutzer kontrovers über Informationszugewinn, Wettbewerbsfragen (die Publikation als Möglichkeit der Besetzung eines Themas wie auch der Blamage vor den Kollegen), die Validität der abgedruckten Information, die Möglichkeit des Annotierens sowie über den Verlust dialogischer Kommunikation debattieren. Sie stellen das Paradox heraus, dass mit zunehmender Größe der Community auch der Wunsch nach einer spezifischen Intransparenz steigt; so führt einer der Befragten aus, warum man seine Ergebnisse gerade nicht im Newsletter veröffentlichen würde: »People who want an immediate result to be known only want a small number to know. [...] They don't want everything to be global. By the time it gets into the *Worm Breeder's Gazette*, it's not critical any more.«⁵³ Schaut man sich nun den Newsletter selbst noch einmal genauer an, zeigt sich allerdings – jenseits der beschriebenen Diskussionen – noch ein weiteres Phänomen der dritten Ebene.

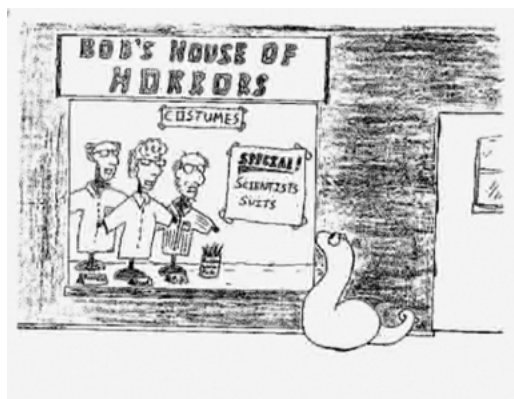
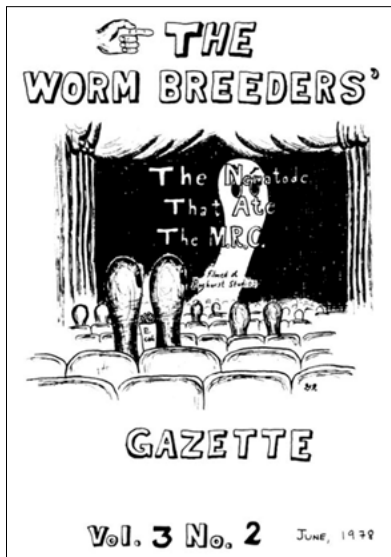
Der Newsletter *Worm Breeder's Gazette* versammelt, wie von Star und Ruhleder beschrieben, diverse Fachergebnisse zum Fadenwurm *c. elegans*. Er erscheint ab 1975, in den ersten sechs Jahren mit bis zu zwei Ausgaben pro Jahr, ab 1989 viermal jährlich. Ab Nummer 3.2 (1978) zierte den Newsletter ein gestaltetes Titelcover, dem ab Ausgabe 9.3 (1986) ein gestaltetes Backcover folgt, welche wiederum ab Ausgabe 18.1 (2009) explizit als »cover artwork« angesprochen werden.

51 | G. Bateson: »Double Bind, 1969«, in: *Steps to an Ecology of Mind*, S. 272.

52 | Ebd.

53 | S. L. Star/K. Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 125. »Leute, die ein unmittelbares Ergebnis zur Kenntnis geben wollen, lassen es nur eine kleine Zahl von Leuten wissen. [...] Sie wollen nicht, dass alles gleich global wird. Zu dem Zeitpunkt, zu dem es in die *Worm Breeder's Gazette* kommt, ist es nicht mehr wichtig.« Übersetzung aus diesem Band, S. 384.

Abbildung 1–4: Titelbilder der Worm Breeder's Gazette, 1978–1996



Nun steht ein Cover gemäß seiner Funktion als Paratext in Beziehung zu dem, was sich zwischen den Deckseiten befindet.⁵⁴ Anders aber, als man von einem Veröffentlichungsorgan einer wissenschaftlichen Community erwarten würde, unterhält das Cover der *Worm Breeder's Gazette* nun kein »neutrales« oder bloß illustrierendes Verhältnis zum Inhalt des Newsletters, vielmehr porträtieren die Covergestaltungen *c. elegans* reflexiv im Kontext verschiedener Medienarrangements: Der Fadenwurm geht ins Kino und schaut sich die Filme an, in denen *c. elegans* als Protagonist auftritt (vgl. Abbildung 1),⁵⁵ er mikroskopiert den Menschen (vgl. Abbil-

54 | Vgl. G. Genette: *Paratexte*; K. Kreimeier/G. Stanitzek (Hg.): *Paratexte in Literatur, Film, Fernsehen*.

55 | *Worm Breeder's Gazette* 3/2 (1978), 9/3 (1986). Online verfügbar unter: www.wormbook.org/wbg/archive (11.2.2015).

dung 2),⁵⁶ figuriert als Computerprogramm »wormstar 3.2«⁵⁷ und wird zum Comicheld bei den Peanuts, den Simpsons sowie als »Superworm«.⁵⁸ Daneben wird die Methode des Sequenzierens als medienvermittelter Vorgang (vgl. Abbildung 3)⁵⁹ zum Thema gemacht, ebenso wie die Institutionalisierung des Forschungsprozesses (vgl. Abbildung 4).⁶⁰ Natürlich spielt der Wurm dabei auch Theater, verkleidet sich und lässt sich ablichten.⁶¹ Darüber hinaus treibt er Sport und fährt in Urlaub etc.⁶²

Auf dem Cover findet sich also ein Diskurs dritter Ebene ›über‹ das, was die Worm Community tut, und zwar auf jener Ebene des Humors, die Bateson gleichfalls zu den *double bind*-Phänomenen rechnet. Auch hier haben wir es also mit einem *transcontextual syndrome*, einer Mehrfachadressierung von Kontexten zu tun. Diese generiert aber, wie Bateson bemerkt, im Gegensatz zu den ›Einschränkungen‹ durch transkontextuelle ›Verwirrungen‹ Bereicherung und Kreativität: »It seems that both those whose life is enriched by transcontextual gifts and those who are impoverished by transcontextual confusions are alike in one respect: for them there is always or often a ›double take‹.«⁶³

Interessant ist dabei, dass der Humor, der sich auf den Covern der *Worm Breeder's Gazette* findet, insbesondere die Mediengeschichte der Erforschung des Fadenwurms aufs Korn nimmt (Film, Foto, Mikroskop, Karte, PC etc.). Hierbei wird *c. elegans* zu einer Art Comic-Helden, der seinerseits mit den Menschen zu Rande zu kommen hat. In dieser Form des reflexiven Kommentars lassen sich also nicht nur von der Forschung konstruierte Narrative und Ideologien adressieren, vielmehr wird die Geschichte technischer Medien als mögliche Außenseite der Tätigkeit der Worm Community für alle Mitglieder anschaulich; inklusive der Abhängigkeit von Mensch, Wurm und Apparatur in diesem infrastrukturellen Netzwerk einer »worm world«.

Gabriele Schabacher lehrt Medienkulturwissenschaft an der Universität Mainz.

56 | *Worm Breeder's Gazette* 8/2 (Mitte 1980er), 15/1 (1997).

57 | *Worm Breeder's Gazette* 8/3 (Mitte 1980er).

58 | *Worm Breeder's Gazette* 11/4 (ca. 1990/1991), 12/4 (1992).

59 | *Worm Breeder's Gazette* 18/1 (2009) und 19/1 (2012); zur Kartierung des Fadenwurms 10/1 (1988).

60 | *Worm Breeder's Gazette* 14/4 (1996), Backcover.

61 | Vgl. hierzu *Worm Breeder's Gazette* 11/2 (1989) [Theater], 4/1 (1979) [fotografische Porträts], 9/1 (1986) [Halloween].

62 | Vgl. *Worm Breeder's Gazette* 12/2 (1992) [Sport], 12/1 Backcover (1991), 13/4 (1994) [Urlaub].

63 | Vgl. G. Bateson: »Double Bind, 1969«, S. 272.

LITERATUR

- Bateson, Gregory: *Steps to an Ecology of Mind*, New York: Ballantine Books 1972.
- Bowker, Geoffrey C.: »Information Mythology: The World of/as Information«, in: Lisa Bud-Frierman (Hg.), *Information Acumen. The Understanding and Use of Knowledge in Modern Business*, London/New York: Routledge 1994, S. 231–247.
- Bowker, Geoffrey C./Star, Susan L.: *Sorting Things Out. Classification and its Consequences*, Cambridge, MA/London: MIT Press 1999.
- Bowker, Geoffrey C. et al.: »Toward Information Infrastructure Studies: Ways of Knowing in a Networked Environment«, in: Jeremy Hunsinger et al. (Hg.), *International Handbook of Internet Research*, Dordrecht/London: Springer 2010, S. 97–117.
- Braun, Ingo: »Geflügelte Saurier. Zur intersystemischen Vernetzung großer technischer Systeme«, in: Ingo Braun/Bernward Joerges (Hg.), *Technik ohne Grenzen*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1994, S. 446–500.
- Clark, Bruce: »Neocybernetics of Gaia: The Emergence of Second-Order Gaia Theory«, in: Eileen Crist/Bruce Rinker (Hg.), *Gaia in Turmoil. Climate Change, Bio-depletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis*, Cambridge, MA: MIT Press 2009, S. 293–314.
- Edwards, Paul N. et al.: *Understanding Infrastructure: Dynamics, Tensions, Designs. Report of a Workshop on »History & Theory of Infrastructure: Lessons for New Scientific Cyberinfrastructures«* Januar 2007, <http://epl.scu.edu/~gbowker/cyberinfrastructure.pdf> vom 9.6.2013.
- Genette, Gérard: *Paratexte. Das Buch vom Beiwerk des Buches* [1987], Frankfurt a. M./New York: Campus 1992.
- Giddens, Anthony: *The Constitution of Society. Outline of the Theory of Structuration*, Berkeley/Los Angeles, CA: University of California Press 1984.
- Hughes, Everett C.: »Going Concerns: The Study of American Institutions«, in: Ders.: *The Sociological Eye. Selected Papers* [1971], New Brunswick/London: Transaction Books 2009, S. 52–72.
- Hughes, Thomas P.: »The Evolution of Large Technological Systems«, in: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor Pinch (Hg.), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, MA: MIT Press 1989, S. 51–82.
- Kreimeier, Klaus/Stanzitzek, Georg (Hg.): *Paratexte in Literatur, Film, Fernsehen*, Berlin: Akademie Verlag 2004.
- Lave, Jean/Wenger, Étienne: *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge: Cambridge University Press 1992.
- Schabacher, Gabriele: »Medium Infrastruktur. Trajektorien soziotechnischer Netzwerke in der ANT«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 2 (2013), S. 129–148.
- Schatz, Bruce R.: »Building an Electronic Community System«, in: *Journal of Management Information Systems* 8/3 (Winter 1991–1992), S. 87–107. <https://doi.org/10.1080/07421222.1991.11517931>
- Schüttelpelz, Erhard: »Objekt- und Metasprache«, in: Jürgen Fohrmann/Harro Müller (Hg.), *Literaturwissenschaft*, München: Fink 1995, S. 179–216.
- Sprenger, Florian: »Zwischen Umwelt und milieu – Zur Begriffsgeschichte von environment in der Evolutionstheorie«, in: *Forum Interdisziplinäre Begriffsgeschichte. E-Journal* 3/2 (2014), S. 7–18.

- Star, Susan L.: »The Ethnography of Infrastructure«, in: *American Behavioral Scientist* 43/3 (1999), S. 377–391. <https://doi.org/10.1177/00027649921955326>
- Star, Susan L./Bowker, Geoffrey C.: »How to Infrastructure«, in: Leah Lievrouw/Sonia Livingstone (Hg.), *The Handbook of New Media*, London u. a.: SAGE 2002, S. 151–162. <https://doi.org/10.4135/9781446206904.n12>
- Star, Susan L./Griesemer, James: »Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39«, in: *Social Studies of Science* 19/3 (1989), S. 387–420. <https://doi.org/10.1177/030631289019003001>
- Star, Susan L./Ruhleder, Karen: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Complex Problems in Design and Access for Large-Scale Collaborative Systems«, in: *CSCW* (1994), S. 253–264. <https://doi.org/10.1287/isre.7.1.111>
- Star, Susan L./Ruhleder, Karen: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access to Large Information Spaces«, in: *Information Systems Research* 7/1 (1996), S. 111–134.
- Star, Susan L./Strauss, Anselm: »Layers of Silence, Arenas of Voice: The Ecology of Visible and Invisible Work«, in: *Computer Supported Cooperative Work* 8/1-2 (1999), S. 9–30. <https://doi.org/10.1023/A:1008651105359>
- Strauss, Anselm: »Work and the Division of Labor«, in: *The Sociological Quarterly* 26/1 (1985), S. 1–19. <https://doi.org/10.1111/j.1533-8525.1985.tb00212.x>
- von Foerster, Heinz: »Über selbstorganisierende Systeme und ihre Umwelten« [1960], in: Siegfried J. Schmidt (Hg.), *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1993, S. 211–232.