

Schritte zu einer Ökologie von Infrastruktur

Design und Zugang für großangelegte

Informationsräume (1995/1996)¹

Susan Leigh Star und Karen Ruhleder

»Eine elektronische Community ist ein Computersystem, das das Wissen einer Gemeinschaft codiert und eine Umgebung bietet, welche die Veränderung und Bearbeitung dieses Wissens unterstützt. Verschiedene Gemeinschaften haben zwar ein unterschiedliches Wissen, aber ihre Umgebung weist große Ähnlichkeiten auf. Man könnte sich vorstellen, dass das Wissen der Gemeinschaft in einer elektronischen Bibliothek gespeichert wird.«²

BRUCE SCHWARZ

»Funktioniert die virtuelle Gemeinschaft (*virtual community*) oder nicht? Sollten wir uns alle in den Cyberspace begeben oder ihm als einer dämonischen Form von symbolischer Abstraktion widerstehen? Ersetzt er das Reale oder gibt es in ihm die Wirklichkeit selbst? Wie so viele wahre Dinge lässt auch dies sich nicht auf Schwarz oder Weiß reduzieren. Es ist auch nicht grau. Es ist wie das übige Leben schwarz-weiß. Beides und keines.«³

JOHN PERRY BARLOW

WAS IST INFRASTRUKTUR?

Bei der Untersuchung, wie Technik die Transformation von Organisationen beeinflusst, wird zunehmend ihre doppelte, paradoxe Natur erkannt. Diese ist sowohl Motor als auch Hindernis für Veränderung, anpassbar und rigide, innerhalb wie außerhalb organisatorischer Praktiken. Sie ist Produkt und Prozess. Manche Au-

1 | Von JoAnne Yates und John Van Maanen als Herausgebern der Sonderausgabe von *Information Systems Research* Jg. 7, Nr. 1, März 1996 überprüft und angenommen.

2 | B. Schatz: »Building an Electronic Community System«, S. 88.

3 | J. P. Barlow: »Is There a There in Cyberspace?«, S. 56.

toren haben dieses scheinbare Paradox nach Giddens⁴ als *Strukturation* analysiert: Aus technischer Rigidität gehen Adaptionen hervor, die wiederum Kalibrierung und Standardisierung erfordern. Im Lauf der Zeit re-formieren sich Struktur-Handlungs-Beziehungen dialektisch.⁵ Dieses Paradox ist für umfangreiche, verstreute Technologien von integraler Bedeutung.⁶ Es entsteht aus der Spannung zwischen lokaler, individualisierter, intimer und flexibler Nutzung einerseits und dem Bedürfnis nach Standards und Kontinuität andererseits.

Mit dem Aufkommen dezentralisierter Technologien, die sich über große geografische Distanzen hinweg nutzen lassen, werden sowohl das Bedürfnis nach gemeinsamen Standards als auch das nach situierten, individualisierbaren und flexiblen Technologien stärker. Ein kleinster gemeinsamer Nenner wird die Nachfrage nach angepassten Möglichkeiten nicht befriedigen, und auch rigide Standards werden das Problem nicht lösen.⁷ »Universale Nischen« sind unmöglich – was für einen Menschen Standard ist, ist für einen anderen Chaos. Es gibt keine genuinen Universalien im Design großangelegter Informationstechnologie.⁸

Überdies basiert dieses gleichzeitige Bedürfnis nach Individualisierung und Standardisierung weder auf der geografischen Lage noch auf simplen Parametern von Gruppenmitgliedschaft. Ein Individuum ist oft Mitglied mannigfaltiger Praxisgemeinschaften, die Technologien unterschiedlich nutzen und damit verschiedene Anforderungen an ihre flexiblen wie standardisierten Erfordernisse stellen. Es gibt kein absolutes Zentrum, aus dem Kontrolle und Standards entspringen, ebenso wenig wie eine absolute Peripherie.⁹ Und doch wird irgendeine Art von Infrastruktur benötigt.

Wir haben den Aufbau eines geografisch verstreuten, komplexen digitalen Kommunikations- und Publikationssystems für eine Gemeinschaft von Wissenschaftlern untersucht. Dieser Aufbau, der seinerseits ein Versuch war, infrastrukturelle Forschungswerkzeuge zu kreieren und zu verbessern, vollzog sich in einer Zeit immenser, ja radikaler Veränderungen im größeren Umfeld elektronischer Informationssysteme zwischen 1991 und 1994. Bei der Entwicklungsarbeit beabsichtigte man auch, die lokale Labororganisation umzugestalten und Ineffizienzen in der Skalierung zu minimieren, die Wissen und Ergebnisse betreffen. Man stellte sich eine Art von Superlabor vor, das die gesamte wissenschaftliche Gemeinschaft umfasste. Die Bedürfnisse nach Standards und individualisierbaren Komponenten waren gleich stark. Bei der Systementwicklung bemühte man sich auch, Praxisgemeinschaften mit ganz unterschiedlichen Ansätzen für die Computerinfrastruktur

4 | Anm. d. Übers.: Der britische Soziologe Anthony Giddens entwickelte in seinem Buch *The Constitution of Society* (1984) die Strukturationstheorie.

5 | W. Orlikowski: »Integrated Information Environment or Matrix of Control?«; L. Davies/G. Mitchell: »The Dual Nature of the Impact of IT on Organizational Transformations« und E. Korpela: »Path to Notes«.

6 | J. S. Brown/P. Duguid: »Borderline Issues«; S. L. Star: »Power, Technologies and the Phenomenology of Conventions« und »Misplaced Concretism and Concrete Situations«.

7 | R. Trigg/S. Bødker: »From Implementation to Design«.

8 | S. L. Star: »Power, Technologies and the Phenomenology of Conventions« und G. C. Bowker: »Information Mythology and Infrastructure«.

9 | C. Hewitt: »Offices Are Open Systems«.

tur zusammenzubringen. Designer und Nutzer standen bei der Entwicklung des Systems vor zwei Herausforderungen: miteinander trotz ganz unterschiedlicher Praktiken, Techniken und Fähigkeiten zu kommunizieren sowie mit Veränderungen Schritt zu halten, die durch das Wachstum des Internets und Werkzeuge wie Gopher und Mosaic verursacht wurden. Die Entwicklung einer großangelegten Informationsinfrastruktur in einem solchen Umfeld entspricht – metaphorisch gesprochen – dem Bau eines Bootes, während man gleichzeitig das Navigationssystem konstruiert und in einer Regatta gegen starke Konkurrenz zu einer sich ständig verschiebenden Ziellinie segelt.

Dieser Aufsatz befasst sich mit dieser Erfahrung und mit dem endgültigen Scheitern der erwarteten organisatorischen und infrastrukturellen Veränderungen. Er bietet einen analytischen Rahmen und ein Vokabular an, um folgende Fragen beantworten zu können: Worin besteht die Beziehung zwischen großangelegter Infrastruktur und organisatorischer Veränderung? Wer oder was verändert sich und wer verändert? Wir definieren zunächst Infrastruktur und konzentrieren uns dann auf zwei Aspekte der Systementwicklungsarbeit: Kommunikation zwischen Designern und Nutzern und ihr wechselseitiges Lernen.

Wann gibt es eine Infrastruktur?

»[W]as untersucht werden kann, ist immer eine Beziehung oder ein unendlicher Regress von Beziehungen. Niemals ein ›Ding‹.«¹⁰

GREGORY BATESON

Yrjö Engeström beantwortet die in der Überschrift gestellte Frage in seinem Aufsatz »When Is a Tool?« in Bezug auf ein Netz, das Nutzbarkeit und Handeln ermöglicht.¹¹ Ein Werkzeug ist nicht einfach ein in der Zeit erstarrtes Ding mit vorgegebenen Attributen – vielmehr wird ein Ding für jemanden zum Werkzeug in der Praxis, wenn es mit einer bestimmten Tätigkeit verbunden ist. Engeströms Aufsatz veranschaulicht dies durch das Foto eines Arztes, der an einem Computerterminal arbeitet. Das Terminal ist von gelben Post-it-Zetteln bedeckt, umgeben von handschriftlichen Schmierzetteln, während er telefoniert – ein wahrhaft heterogenes »Netz der Computerarbeit«.¹² Das Werkzeug entsteht in situ. Analog dazu ist Infrastruktur etwas, das für Menschen in der Praxis entsteht, in Verbindung mit Tätigkeiten und Strukturen.

Wann also gibt es eine Infrastruktur? Übliche Metaphern stellen Infrastruktur als Substrat dar: als etwas, auf dem etwas anderes ›läuft‹ oder ›operiert‹, etwa ein Netz von Eisenbahnschienen, auf denen Eisenbahnwaggons fahren. Dieses Bild präsentiert eine Infrastruktur als etwas, das gebaut und gewartet wird und das dann in einem unsichtbaren Hintergrund versinkt. Infrastruktur ist etwas, das einfach da ist, zuhanden, völlig transparent.

Wenn wir die Beziehung zwischen Arbeit bzw. Praxis und Technik verstehen wollen, ist eine solche Metapher weder sinnvoll noch genau. Was uns stört, ist das

10 | G. Bateson: *Ökologie des Geistes*, S. 323.

11 | Y. Engeström: »When Is a Tool?«.

12 | R. Kling/W. Scacchi: »The Web of Computing«.

Bild vom »Versinken im Hintergrund«. Überdies wissen wir, dass eine derartige Definition nicht die Vieldeutigkeiten der Nutzung erfasst, von denen oben die Rede war: So wird z. B. das Internet ohne ein Braille-Gerät die Kommunikation blinder Menschen nicht unterstützen. Und für den Klempner sind die mit dem städtischen Wasserwerk verbundenen Wasserleitungen in einem Haus ein Arbeitsobjekt und keine Versorgungsleistung im Hintergrund. Im Anschluss an Tom Jewett und Rob Kling¹³ behaupten wir vielmehr, dass Infrastruktur ein grundlegend relationaler Begriff ist. Sie wird zur Infrastruktur in Relation zu organisierten Praktiken. 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.

Analytisch gesehen erscheint Infrastruktur nur als eine relationale Eigenschaft, nicht als ein von seiner Nutzung befreites Ding. Bowker beschreibt dies mittels einer »infrastrukturellen Inversion«¹⁴, ein methodologischer Begriff, der eine starke Gestalt-Verschiebung von Figur und Grund (*figure-ground gestalt shift*) in Untersuchungen zur Entwicklung einer großangelegten technologischen Infrastruktur bezeichnet.¹⁵ Die Verschiebung betont weniger Dinge oder Menschen als simple kausale Faktoren in der Entwicklung solcher Systeme; stattdessen erhalten Veränderungen in infrastrukturellen Beziehungen eine zentrale Bedeutung. Während wir lernen, uns bei unserer Arbeit auf Elektrizität zu verlassen, verändern sich unsere Praktiken und unsere Sprache. Wir werden »angeschlossen« und unsere täglichen Rhythmen verschieben sich. Wissenschaftliche und ästhetische Probleme verschieben sich ebenfalls. Während diese infrastrukturelle Veränderung zu einem primären analytischen Phänomen wird, kehren sich viele traditionelle historische Erklärungen um. Yates weist darauf hin, dass selbst eine so bescheidene infrastrukturelle Technologie wie der Aktenordner ein zentraler Faktor für Veränderungen im Management und der Kontrolle amerikanischer Industrie ist.¹⁶ In der historischen Analyse werden Politik, Stimme und Autorschaft sicht- und hörbar, die in den Systemen eingebettet sind – nicht als Motor für Veränderung, sondern als artikulierte Komponenten des untersuchten Systems. Aus Substrat wird Substanz.

Wenn man dies berücksichtigt, entsteht Infrastruktur mit den folgenden Dimensionen:

- *Eingebettetsein*. Infrastruktur ist im Inneren anderer Strukturen, sozialer Arrangements und Technologien »versunken«.
- *Transparenz*. Infrastruktur ist für die Nutzung in dem Sinne transparent, dass sie nicht jedes Mal neu erfunden oder für jede Aufgabe neu zusammengebaut werden muss, sondern diese Aufgaben unsichtbar unterstützt.

13 | T. Jewett/R. Kling: »The Dynamics of Computerization in a Social Science Research Team«.

14 | G. C. Bowker: »Information Mythology and Infrastructure«.

15 | T. P. Hughes: *Networks of Power*.

16 | J. Yates: *Control Through Communication*.

- *Reichweite oder Geltungsbereich.* Diese können entweder räumlich oder zeitlich sein – Infrastruktur reicht über ein einzelnes Ereignis oder eine Praxis an einem Ort hinaus.
- *Erlernt als Teil von Mitgliedschaft.* Das für selbstverständlich Gehaltene von Artefakten und organisatorischen Arrangements ist eine *conditio sine qua non* für die Mitgliedschaft in einer Praxisgemeinschaft.¹⁷ Fremde und Außenseiter begegnen Infrastruktur als Objekt, über das sie etwas in Erfahrung bringen müssen. Wenn neue Teilnehmer Mitglieder werden, erlangen sie eine naturalisierte Vertrautheit mit ihren Objekten.
- *Verknüpft mit Praxiskonventionen.* 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. Generationen von Sekretärinnen haben die QWERTY-Tastatur erlernt; ihre Begrenzungen wurden von der Computertastatur und damit vom Design heutiger Computermöbel geerbt.¹⁸
- *Verkörperung von Standards.* Modifiziert durch ihren Geltungsbereich und oft durch widersprüchliche Konventionen, gewinnt Infrastruktur Transparenz, indem sie an andere Infrastrukturen und Werkzeuge auf eine standardisierte Weise angeschlossen wird.
- *Errichtet auf einer installierten Basis.* Infrastruktur erwächst nicht aus dem Nichts. Sie ringt mit der »Trägheit der installierten Basis« und erbt ihre Stärken und Begrenzungen. Glasfasern verlaufen neben alten Eisenbahnstrecken; neue Systeme werden rückwärtskompatibel konstruiert, und ein Ignorieren dieser Einschränkungen kann fatale Folgen für neue Entwicklungsprozesse haben oder sie verzerren.¹⁹
- *Wird beim Zusammenbruch sichtbar.* Die normalerweise unsichtbar funktionierende Infrastruktur wird sichtbar, wenn sie zusammenbricht: Der Server fällt aus, die Brücke wird überspült, es gibt einen Stromausfall. Selbst wenn es Backupmechanismen oder -verfahren gibt, hebt allein ihre Existenz die nun sichtbare Infrastruktur noch mehr hervor.

Die Konfiguration dieser Dimensionen bildet *eine* Infrastruktur, die keine absolute Grenze zu einer früheren Definition aufweist.²⁰ Wenn wir von Infrastruktur sprechen, meinen wir jene Werkzeuge, die für die meisten Menschen hinreichend transparent sind, einen großen zeitlichen wie räumlichen Geltungsbereich haben und in vertraute Strukturen eingebettet sind: das Stromnetz, das Wassersystem, das Internet, Fluglinien. Diese legere Aussage ist für den Alltagsgebrauch meist absolut angemessen, aber gefährlich, wenn sie in einem großen Maßstab auf das Design mächtiger Infrastrukturwerkzeuge angewendet wird, wie dies heute bei »nationalen Informationsinfrastrukturen« geschieht. Vor allem aber kann eine solche Aussage die Vieldeutigkeit von Werkzeugen und Technologien für unterschiedliche Gruppen verschleiern, was zur faktischen Standardisierung der Agenda einer einzigen mächtigen Gruppe führt. Damit trägt sie zu der von Kraemer und King

17 | J. Lave/É. Wenger: *Situated Learning* und S. L. Star: »From Hestia to Home Page«.

18 | H. S. Becker: *Art Worlds*.

19 | E. Monteiro/O. Hanseth/M. Hatling: »Developing Information Infrastructure«.

20 | S. L. Star: *Regions of the Mind* und »The Structure of Ill-Structured Solutions«.

erkannten »Politik der Verstärkung« (*politics of reinforcement*) in der Computerisierung bei.²¹ Eine solche Aussage kann auch das Wesen der organisatorischen Veränderung verschleiern, die durch Entwicklung von Informationstechnologie verursacht wird.

Wenn wir das duale und paradoxe Wesen der Technik um diese Dimensionen von Infrastruktur erweitern, vertieft sich unser Verständnis. Tatsächlich kennzeichnen Vieldeutigkeit und mannigfaltige Bedeutungen von Nutzung jedes reale funktionierende System. *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.²²

Die empirischen Daten für diesen Aufsatz verdanken wir unserer Arbeit als Ethnografinnen und Gutachterinnen eines geografisch verstreuten virtuellen Labors oder »Kollaboratorium«-Systems, das die Arbeit von über 1.400 Biologinnen verknüpfen sollte.²³ Verschiedene Gruppen sahen in dem System jeweils etwas anderes – für die einen war es ein Komplex von digitalen Suchwerkzeugen zur Publikation und Informationsgewinnung, für andere unterstützte es Problemlösungen und den Informationsaustausch. Für andere war es wiederum Komponente eines etablierten Komplexes von Praktiken und infrastrukturellen Laborwerkzeugen. Die Zielgruppe der Nutzer hatte ganz unterschiedliche Ressourcen, Computerkenntnisse und Beziehungen, und all diese Möglichkeiten unterschieden sich erheblich von denen der Designer.

Überdies wird uns zunehmend klar, dass diese Entwicklungsarbeit in einem Augenblick von seltener, weit verbreiteter infrastruktureller Veränderung stattfindet. Mit dem Wachstum des Internet/World Wide Web und dessen Software wie Mosaic, Netscape, Gopher, WAIS ebenso wie der unzähligen Nutzungen von E-Mail, elektronischen Pinnwänden und LISTSERV-Software sind die Grenzen der Systemimplementierung radikalen Veränderungen unterworfen. Für einige wenige der von uns Befragten wurde das System eine funktionierende Infrastruktur, andere hingegen nutzten Gopher, Mosaic und andere Internetwerkzeuge. Und die Qualifikationsbasis (*skill base*) und Lernkurve ebenso wie andere Faktoren, z. B. unterstützende Netzwerke in Organisationen, die Nutzern mit solchen Werkzeugen helfen, verändern sich natürlich ständig. Diese sich verändernde Umgebung – samt den Komplexitäten der Implementierung aus der Nutzerperspektive – trug dazu bei, dass das System letztlich daran scheiterte, sein ursprüngliches Ziel zu erreichen: die zentrale Informationsressource und der primäre Kommunikationskanal in einer bestimmten wissenschaftlichen Gemeinschaft zu werden.

21 | K. L. Kraemer/J. L. King: *Computers and Local Government*.

22 | S. L. Star: »From Hestia to Home Page«.

23 | S. L. Star: »Organizational Aspects of Implementing a Large-Scale Information System in a Scientific Community«.

DAS WORM COMMUNITY SYSTEM (WCS)

Das Worm Community System (WCS) ist eine maßgeschneiderte Software, die die Zusammenarbeit von Biologinnen beim Sequenzieren der Genstruktur und bei der Untersuchung anderer Aspekte der Genetik, des Verhaltens und der Biologie des winzigen Fadenwurms *Caenorhabditis elegans*, kurz *C. elegans*, unterstützen soll.²⁴ Es ist ein Beispiel für ein neues Genre von Systemen, die für geografisch verstreute, kollaborative wissenschaftliche Zusammenarbeit entwickelt werden. Das WCS ist eine verteilte »Hyperbibliothek«, die die informelle wie formelle Kommunikation und den Datenzugang über viele Arbeitsplätze ermöglicht. Sie vereint grafische Darstellungen der physischen Struktur des Organismus, regelmäßige Updates der genetischen Karte, formelle und informelle Forschungsannotationen und fungiert damit auch als elektronisches Publikationsmedium. Daneben beinhaltet das WCS Adressenlisten von Wissenschaftlern, einen Thesaurus von Begriffen, der mit einem Adressenverzeichnis der an einem bestimmten Unterthema Interessierten verknüpft ist, sowie einen vierteljährlich erscheinenden Newsletter, die *Worm Breeder's Gazette*. Sie enthält auch eine selbstständig entwickelte Datenbank, *acedb*. Viele Teile des Systems sind auch durch Hypertext-Links verknüpft.

Ihre leitenden Designer waren Informatiker. Einige von ihnen besaßen biologische Vorkenntnisse. Das WCS wurde in enger Kooperation mit mehreren Biologinnen und Biologen entwickelt. Während der Entwicklungszeit wurden von Anfang an Nutzerfeedback und Anforderungen seitens dieser Biologen in das System integriert. Seine Entwicklung war Teil eines größeren Projekts, das Implementierung und Auswirkungen eines wissenschaftlichen Kollaboratoriums konstruieren und evaluieren sollte. Zwei Ethnografinnen, Star und Ruhleder, gehörten dem Projektteam an, beteiligten sich aber nicht per se an der technischen Entwicklungsarbeit. Die ethnografische Komponente des Projekts wird später ausführlicher dargestellt.

Die *Community*²⁵ besteht, wie gesagt, aus etwa 1.400 Wissenschaftlerinnen, die sich weltweit auf rund 120 Laboratorien verteilen (Stand 1994). Sie sind eine eingeschworene Gemeinschaft und halten sich selbst für äußerst kollegial, was wir nur bestätigen können. Bis vor kurzem waren die meisten Mitglieder in erster oder zweiter »Generation« Schüler der Begründer des Forschungsgebiets. Vor kurzem wurde *C. elegans* zum »Modellorganismus« für die Human Genome Initiative (HGI) auserwählt, das als größtes wissenschaftliches Projekt der Geschichte bezeichnet wird. »Modellorganismus« heißt auch, dass die aktuellen Befunde bei der Ermittlung der Wurmbiologie und -genetik von direktem Interesse für Humanogenetiker sind, z. B. wenn Übereinstimmungen zwischen Onkogenen (Krebs verursachenden Genen) beim Wurm und Menschen gefunden werden. Obwohl Würmer keinen Krebs als solchen bekommen, gibt es entwicklungsmäßige Analogien. Außerdem werden die bei der Kartierung von *C. elegans* entwickelten Werkzeuge und Techniken auch für das humangenetische Projekt nützlich sein.

24 | B. Schatz: »Building an Electronic Community System« und R. Pool: »Beyond Databases and Email«.

25 | Anm. d. Hg.: Im Folgenden wird die konkrete Community des *Worm Community Systems* als solche benannt. Bei einer verallgemeinerten Verwendung des Begriffs verwenden wir im Deutschen i. d. R. den Gemeinschaftsbegriff.

Führende Biologen befürchten, der Einfluss der HGI und das zunehmende Interesse am Wurm würden sich auf die engen, freundschaftlichen Beziehungen in der Community nachteilig auswirken. Wenn man diese Community als lose verbundene Organisation betrachtet, deren Mitglieder oft in formelleren Organisationen arbeiten und mit ihnen interagieren, würden diese neuen Einschränkungen und Chancen traditionelle Verbindungen und eine kollaborative Kultur erschüttern. Denn diese hängt stark vom Lehr-Lernverhältnis (*apprenticeship*) und vom kontinuierlichen persönlichen Kontakt ab. Mitglieder der Community selbst waren bereit, ihrerseits als »Modellorganismus« für die Ethnografinnen zu fungieren. Sie hofften, das System würde die starken Bande und den freundschaftlichen Charakter der Community aufrechterhalten, gerade ob der rapide zunehmenden Sichtbarkeit und des schnellen Wachstums. In diesem Sinne war das Ziel nicht nur eine organisatorische Transformation bezüglich verfügbarer Ressourcen und der Möglichkeiten der Informationsteilung, sondern auch die Bewahrung erwünschter Merkmale angesichts einer möglichen Verschlechterung.

Die Arbeit von *C. elegans*-Biologen lässt sich am ehesten durch das Bild vom Lösen eines Puzzles in vier Dimensionen über eine beträchtliche Distanz hinweg charakterisieren. So befanden sich die Labore, die wir untersuchten, in den USA und Kanada. Weitere Daten bekamen wir aber auch aus Europa, Japan und Australien. Abgesehen von den vier Dimensionen sind die Daten unterschiedlich strukturiert und müssen über mehrere Gebiete hinweg kartiert werden – eine mit einem Gen verbundene Verhaltensstörung beispielsweise muss mit Informationen aus entsprechenden DNA-Fragmenten trianguliert werden. Labore, die an einem bestimmten Problem arbeiten, z. B. der Spermienproduktion, stehen in häufigem Kontakt per Telefon, Fax und E-Mail miteinander und tauschen Ergebnisse und Exemplare aus.

Der Wurm selbst ist sowohl als Organismus wie als Komponente eines komplexen Informationstransfermusters bemerkenswert, das von wesentlicher Bedeutung für die Arbeit der Biologen ist. Er ist winzig und transparent (und somit kann man leichter mit ihm arbeiten als mit undurchsichtigen Wesen wie Menschen!). Er ist ein widerstandsfähiges Lebewesen und kann eingefroren, an andere Labore verschickt, aufgetaut und für die Beobachtung wieder zum Leben erweckt werden. Wenn Forscher sich Exemplare teilen, reisen Würmer und Wurmteile von einem Labor zu einem anderen. Wurmart mit besonderen Merkmalen wie einer Mutation können von einem Zentrallager an Labore verschickt werden, die Exemplare anfordern. Das Verfolgen des Standorts und der Merkmale von Organismen ist somit ein wichtiger Bestandteil des Dokumentierens und der Informationssuche.

Die Nutzung von Computern und die Erfahrung im Umgang mit ihnen schwanken in den Laboren erheblich. In solchen, die am aktivsten WCS ausprobieren, gibt es ein bis zwei aktive, routinierte WCS-Nutzer. In vielen Laboren beschränkt sich die Computerarbeit auf E-Mails, Textverarbeitung oder die Erstellung von Grafiken für Vorträge. In den meisten Laboren gibt es einen »Computermenschen«, oft einen Studenten oder eine Studentin, der für die Bestellung neuer Programme oder das Anlegen von Datenbanken zuständig ist, die über Arten und andere Informationen auf dem Laufenden halten.

Unsere Rolle als Ethnografinnen besteht darin, Wurmlabore aufzusuchen, Befragungen vorzunehmen und sowohl die Nutzung von Computern und des WCS als auch andere Aspekte von Routinearbeiten zu beobachten, sowie Fragen zu The-

men wie Karriere in der Community, Wettbewerb, routinemäßige Aufgaben des Teilens von Informationen, wie die Computerinfrastruktur gemanagt wird usw., zu stellen. Wir führten halbstrukturierte Befragungen und Beobachtungen in 25 Laboren mit über 100 Biologinnen und Biologen im Laufe von drei Jahren (1991–1995) durch.²⁶ An die Designer leiteten wir sowohl spezifische Hinweise (»Soundso hat einen Programmierfehler gefunden«) wie allgemeine Beobachtungen (»Dies oder jenes würde gegen Community-Normen verstoßen«) weiter, und mehrere Vorschläge gingen in die Entwicklung ein.

Die soziologische Analyse zur Unterstützung des Computerdesigns ist relativ neu.²⁷ Die in Skandinavien entstandene Partizipative Softwareentwicklung (*Participatory Design*) bereite den Weg für designorientierte Arbeitsplatzuntersuchungen,²⁸ mittels einer Kombination von Fallstudienmethode und Aktionsforschung, die auf einem raschen Feedback der Nutzerinnen von Computersystemen beruhen. Wo es möglich war, passten wir diese Prinzipien an. Weder eine strenge Fallstudie noch eine rasche Produktion von Prototypen waren möglich, da die Entwicklung komplexer Systeme innerhalb einer geografisch verteilten Gemeinschaft stattfand. Wir deckten ein möglichst großes Gebiet mit traditionellen Befragungs- und Beobachtungstechniken ab. Die Analyse der Daten erfolgte mithilfe der Grounded Theory: zunächst mit einer stichhaltigen Beschreibung der Gemeinschaft und, als die Zahl der zu vergleichenden Arbeitsplätze zunahm, mit einem abstrakteren Rahmenkonzept.²⁹

Die meisten Befragten erklärten, ihnen gefalle das System, und lobten seine leichte Bedienung samt seiner Eignung für den Problembereich. Trotzdem haben sich die meisten noch gar nicht angemeldet – viele entschieden sich stattdessen für die Nutzung von Gopher, Mosaic, Netscape und anderer einfacherer Netzzugangssoftware mit weniger technischen Funktionen. Offensichtlich stellt dies für uns als Systementwicklerinnen und Ethnografinnen ein wichtiges Problem dar. *Trotz eines guten Nutzerfeedbacks zum Prototypen und einer guten Beteiligung an der Systementwicklung gab es unvorhergesehene komplexe Herausforderungen. Sie betrafen das Verhältnis der Nutzung zu infrastrukturellen und organisatorischen Beziehungen.* Das System wurde weder weitgehend übernommen, noch hatte es einen unmittelbaren Einfluss auf das Gebiet, da die angebotenen Ressourcen und Kommunikationskanäle durch andere oft leichter zugängliche Mittel zur Verfügung standen. Doch das WCS selbst ändert sich weiterhin und passt sich an – die neueste Version basiert gänzlich auf der Technologie des World Wide Web, und das WWW wird in Kürze über genügend Funktionalität verfügen, um die individualisierte Software des Worm Community Systems zu reproduzieren.³⁰

26 | Die Namen wurden geändert, um die Anonymität der Befragten zu gewährleisten.

27 | L. L. Bucciarelli: *Designing Engineers*.

28 | Anm. d. Hg.: Bei den Arbeitsplatzuntersuchungen handelt es sich im Englischen um Workplace Studies. P. Ehn: *Work-Oriented Design of Computer Artifacts*; S. Bødker: *Through the Interface* und W. L. Anderson/W. T. Crocca: »Engineering Practice and Codevelopment of Product Prototypes«.

29 | A. Strauss: *Qualitative Methods for Social Scientists*.

30 | Nach einem Gespräch zwischen Star und Bruce Schatz am 28.9.1995.

SICH ANMELDEN UND VERBINDEN

Diejenigen, die auf dem gerade entstehenden Gebiet der Computer-Supported Cooperative Work (CSCW) arbeiten – inklusive des hierin integrierten Kollaboratoriumskonzepts –, bemühen sich zu verstehen, wie sich infrastrukturelle Eigenschaften auf Arbeit, Kommunikation und Entscheidungsfindung auswirken.³¹

Eine der klassischen CSCW-Typologien verweist auf wichtige Aufgabenunterschiede für synchrone bzw. asynchrone Systeme, nahe bzw. weit entfernte Nutzung und engagierte Nutzergruppen gegenüber verteilten Gruppen mit fluktuierender Mitgliedschaft.³² Dies war durchaus nützlich bei der Charakterisierung einer entstehenden Gruppe von Technologien, stellt jedoch bei der Analyse der mit Implementierung oder Integration verbundenen Probleme keine Hilfe dar.³³ Die Typologie bietet keine Analyse der relationalen Aspekte von Computerinfrastruktur und Arbeit – weder der »Artikulationsarbeit« in Echtzeit noch der Aspekte längerfristiger, asynchroner Produktionsaufgaben. Vielen solcher Probleme begegneten wir in der Wurm-Community beim Prozess des »Anmeldens« und »Verbindens« mit dem WCS. Beides sind Aufgaben, die sich im Zusammenhang mit der Informationssuche, mit dem Installieren und der Nutzung stellen. Denn die meisten der von uns befragten Biologinnen und Biologen waren mit dem Installieren und Verbinden des Systems vollauf beschäftigt. Sie waren nicht über die ersten Hürden hinausgekommen und noch nicht bei routinemäßiger Nutzung angelangt.

Sehen wir uns einmal den Komplex von Aufgaben an, die mit dem Hochfahren und Betrieb des Systems verbunden sind. Das WCS läuft auf einer Sun-Workstation als Anwendung lokal und im Netzwerk, oder auf einem Mac mit einer Ethernetverbindung über das NSFnet oder mit geringerer Funktionalität auf einem PC über das Netz. Vor der Nutzung von WCS musste man den entsprechenden Computer kaufen, ein Kommunikationsprotokoll wie Telnet und/oder FTP verwenden und die entfernte Adresse ausfindig machen, wo man das System »bekommt« oder betreibt. Jede dieser Aufgaben verlangt, dass Menschen, die in Biologie ausgebildet wurden, sich Fähigkeiten aneignen, die von Systementwicklern für selbstverständlich gehalten werden. Letztere können sich über persönliche und organisatorische Netzwerke die nötigen technischen Informationen beschaffen und verfügen auch über ein reiches implizites Wissen über Systeme, Software und Konfigurationen. Will man beispielsweise feststellen, welche Version von X Windows man auf einer Workstation verwenden soll, muss man wissen, welche Klasse von Softwareprodukt X Windows ist, es installieren und dann seine Konfiguration richtig mit dem direkten oder entfernten Link verbinden. Will man Anweisungen zum »Download des Systems via FTP« befolgen, muss man wissen, was Datentransferprotokolle im Internet sind, welche Ausgabe der *Worm Breeder's Gazette* die entsprechende elektronische Adresse enthält und wie FTP und X Windows zusammenarbeiten.

31 | K. L. Kraemer/J. L. King: *Computers and Local Government*; K. Schmidt/L. Bannon: »Taking CSCW Seriously« und T. Malone/G. Olson: *Coordination Theory and Communication Technology*.

32 | C. A. Ellis/S. J. Gibbs/G. L. Rein: »Groupware«.

33 | K. Schmidt/L. Bannon: »Taking CSCW Seriously«.

Vor diesen üblichen Problemen beim Einkauf, bei der Konfiguration und bei der Installation stehen bis zu einem gewissen Grad alle Computernutzer. Um Arbeit reibungslos ablaufen zu lassen, wird es nicht immer genügen, diese Probleme beim »Einkauf« und durch Informationsverteilung allein zu lösen. Wenn Sie sich z. B. entschließen, eine SPARC-Station zu kaufen (eine beliebte Workstation auf UNIX-Basis) und sie auf einem Universitätscampus einzusetzen, der standardmäßig DOS-Computer betreibt, können Sie mit dem lokalen Rechenzentrum in Konflikt geraten. Es wird vielleicht versuchen, die Arten von Computern zu begrenzen, die es in seinen Service einbezieht. Oder es ist vielleicht genug Geld vorhanden, um den Computer zu kaufen, aber nicht genug, um das Training aller Labormitarbeiter zu finanzieren. Langfristig kann diese Ungleichheit zu Ungerechtigkeit führen.

Wir entdeckten viele solcher Beispiele. Sie sind für Systementwicklungsarbeiten und für Nutzertypen kennzeichnend, und allesamt für das Design von kollaborativen Systemen interessant. Mit dem Aufkommen großangelegter Systeme wie der National Information Infrastructure der USA werden sie zu dringlichen Fragen von Gleichheit und Gerechtigkeit ebenso wie zu Fragen der Etablierung, Transformation und des Niedergangs von Organisationen. Gleichzeitig setzen sie die technologische Infrastruktur und die soziale Ordnung in Kraft. Wir begegneten im Zusammenhang mit der Nutzung von Systemen zahllosen Kontexten und Aufgaben. Diese variierten in ihrer Komplexität und in ihren Konsequenzen, und um diese Varianten zu charakterisieren, liehen wir uns eine Metapher aus der Lerntheorie.

KOMMUNIKATIONSEBENEN UND DISKONTINUITÄTEN IN INFORMATIONSHIERARCHIEN

Das »Gewirr«, dem man beim Anmelden und Verbinden begegnet, tritt an vielen Orten auf und kann die erwünschte organisatorische Transformation behindern; zumindest prägt es ihren Charakter und beeinflusst das Wachstum von Infrastruktur. Für ein formelleres Verständnis der Art und Weise, wie Kommunikationsprozesse in die Entwicklung von Infrastruktur verwickelt sind, griffen wir auf den Kommunikationstheoretiker Gregory Bateson und sein Werk *Ökologie des Geistes* zurück. 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 Herangehensweise beziehen.

Batesons Modell

Unter Berufung auf Russell und Whitehead unterscheidet Bateson in der *Ökologie des Geistes* in jedem Kommunikationssystem drei Ebenen. Auf der ersten Ebene gibt es einfache »faktische« Mitteilungen wie »Die Katze ist auf der Matte«. Eine Diskontinuität im Kontext tritt auf, wenn die Mitteilung zu »Ich habe gelogen, als ich sagte: »Die Katze ist auf der Matte«« geändert wird. Diese Mitteilung auf der zweiten Ebene sagt nichts über den Aufenthaltsort der Katze aus, sondern verrät nur etwas über die Verlässlichkeit der Mitteilung auf der ersten Ebene. Bateson fährt fort: »Zwischen Kontext und Mitteilung (oder zwischen Metamitteilung und

Mitteilung) liegt eine Kluft, die ihrer Natur nach dieselbe ist, wie die Kluft zwischen einem Ding und dem Wort oder Zeichen, das für es steht, oder zwischen den Elementen einer Klasse und dem Namen der Klasse. Der Kontext (oder die Metamitteilung) *klassifiziert* die Mitteilung, kann aber niemals auf gleicher Stufe mit ihr stehen.«³⁴

Auf der dritten Ebene liegt die Kluft im Bewerten des Kontextes selbst: »Es gibt viele widersprüchliche Vorgehensweisen, um einzuschätzen, ob du in Bezug auf die Katze und die Matte gelogen hast oder nicht.« In diesem Satz wird die Aufmerksamkeit des Zuhörers zu einer breiteren und tieferen Reihe von Möglichkeiten hingelenkt; erneut kann dies die Mitteilung über das Lügen klassifizieren, doch es hat einen anderen Charakter.

In diesen Theorien über die Kluft zwischen den Ebenen gehen Bateson und andere dazu über, Ebenen des Lernens mit ähnlichen Unterscheidungen und Diskontinuitäten zu klassifizieren. Es gibt einen Unterschied zwischen der ersten und zweiten Ordnung, der im *Lernen von etwas* und dem *Lernen über das Lernen* besteht. Zwischen der zweiten und dritten Ordnung gibt es sogar noch abstraktere Unterschiede zwischen dem *Lernen zu lernen* und dem *Erlernen von Theorien des Lernens* und Bildungsparadigmen. Wie Gregory Bateson gezeigt hat, ist der Regress nach oben hin natürlich potenziell unendlich: »[W]as untersucht werden kann, ist immer eine Beziehung oder ein unendlicher Regress von Beziehungen. Niemals ein ›Ding‹.«³⁵

Für unsere Zwecke ermitteln wir drei Ebenen (oder »Ordnungen«) von Problemen, die im Entwicklungsprozess von Infrastruktur auftreten, und diskutieren jede unter Bezug auf die Wurm-Community und das WCS. Wie bei Batesons Ebenen der Kommunikation oder des Lernens werden diese Probleme schwieriger, wenn sich die Kontexte ändern. Dies ist weder ein Prozess der Idealisierung, d. h. die Probleme bleiben materiell und werden nicht »mentaler«, noch ist die Änderung des Kontexts eine des Geltungsbereichs (einige weit verbreitete Probleme können der ersten Ordnung angehören). Aussagen der ersten Ebene erscheinen in unserer Untersuchung wie folgt: »UNIX kann verwendet werden, damit das WCS läuft.« Solche Aussagen haben einen anderen Charakter als eine Aussage der zweiten Ebene wie: »Systementwickler mögen sagen, UNIX darf hier verwendet werden, aber sie verstehen nicht unsere Supportsituation.« Auf der dritten Ebene weitet sich der Kontext aus und enthält Theorien der Technikkultur: »UNIX-Nutzer sind böse – wir sind Mac-Menschen.« Wenn diese Ebenen in der Kommunikation von Entwicklern und Nutzern auftreten, ist der Charakter der Klüfte zwischen den Ebenen von Bedeutung.

Probleme der ersten Ordnung können mit einer Umverteilung oder einem Zuwachs existierender Ressourcen einschließlich der Informationen gelöst werden. Beispiele wären Antworten auf Fragen wie: Wie lautet die E-Mail-Adresse des WCS? Wie verbinde ich meine SPARC-Station mit dem Campusnetzwerk?

Probleme der zweiten Ordnung sind auf unvorhergesehene oder unerkennbare kontextuelle Auswirkungen zurückzuführen – vielleicht auf die Interaktion von zwei oder mehr Problemen der ersten Ordnung. Ein Beispiel dafür wurde schon oben genannt: Wenn mein ganzer Fachbereich Macs verwendet, welche Konse-

34 | G. Bateson: *Ökologie des Geistes*, S. 325.

35 | Ebd., S. 323.

quenzen hat meine Entscheidung für eine SPARC-Station statt für einen Mac? Wenn ich meine Ressourcen für das Erlernen des WCS aufwende, entgehen mir dann andere, nützlichere Programme?

Probleme der dritten Ordnung sind immanent politisch, oder mit ständigen Diskussionen verbunden. Sie umfassen Fragen über das Verhältnis zwischen Denkschulen der biologischen Theorie und deren Auswirkungen auf das Design des WCS, z. B. bei der benötigten Genkarte des Organismus. Probleme der dritten Ordnung werfen Fragen auf, wie z. B., ob sich Konkurrenz oder Kooperation bei der Entwicklung von Datenschutzanforderungen für das System als wichtiger erweisen werden und ob Komplexität oder einfache Nutzung der hauptsächliche Wert beim Schnittstellendesign sein sollte. Solche Fragen können sich aus einer Interaktion von Problemen niedrigerer Ordnung ergeben, etwa der Entscheidung für ein Computersystem und den Kompromissen zwischen wissenschaftlicher Raffinesse und Lernbarkeit.

In diesem Sinn stellt Infrastruktur sowohl für die Kommunikation, als auch für das Lernen im Netz der Computerarbeit den Kontext dar.³⁶ Computer, Menschen und Aufgaben ergeben zusammen eine funktionierende Infrastruktur oder zerbrechen sie. Dazu Bateson:

»[Es] wird klar, dass die Trennung von Lernkontexten und Lernordnungen nur ein Artefakt des Kontrasts zwischen diesen beiden Arten des Diskurses ist. Die Trennung wird nur aufrechterhalten, wenn man sagt, dass die Kontexte außerhalb des physischen Individuums lokalisiert sind, während die Lernordnungen ihren Sitz innerhalb haben. Aber in der Welt der Kommunikation ist diese Dichotomie irrelevant und bedeutungslos [...]. Aber die Charakteristika des Systems beruhen in keiner Weise auf irgendwelchen Grenzlinien, die wir über die Kommunikationskarte legen können.«³⁷

36 | R. Kling/W. Scacchi: »The Web of Computing«.

37 | G. Bateson: *Ökologie des Geistes*, S. 330. Anm. d. Hg.: Das Bateson-Zitat lautet vollständig folgendermaßen: Es »wird jedoch klar, dass die Trennung von Lernkontexten und Lernordnungen nur ein Artefakt des Kontrasts zwischen diesen beiden Arten des Diskurses ist. Die Trennung wird nur aufrechterhalten, wenn man sagt, dass die Kontexte außerhalb des physischen Individuums lokalisiert sind, während die Lernordnungen ihren Sitz innerhalb haben. Aber in der Welt der Kommunikation ist diese Dichotomie irrelevant und bedeutungslos. *Die Kontexte haben nur insofern kommunikative Realität, als sie in Form von Mitteilungen wirksam werden, d. h. insofern, als sie in vielfachen Teilen des von uns untersuchten Kommunikationssystems (richtig oder verzerrt) repräsentiert oder reflektiert werden; und dieses System ist nicht das physische Individuum, sondern ein weites Netzwerk von Mitteilungswegen. Einige dieser Wege sind zufällig außerhalb des physischen Individuums lokalisiert, andere innerhalb.* Aber die Charakteristika des Systems beruhen in keiner Weise auf irgendwelchen Grenzlinien, die wir über die Kommunikationskarte legen können. *Es ist für die Kommunikation nicht sinnvoll, zu fragen, ob der Stock des Blinden oder das Mikroskop des Wissenschaftlers Teile des Menschens sind, der sie benutzt. Sowohl der Stock als auch das Mikroskop sind wichtige Kommunikationswege und als solche Teile des Netzwerks, für das wir uns interessieren; es kann aber keine Grenzlinie – z. B. in der Mitte des Stocks – für eine Beschreibung der Topologie des Netzes relevant sein.*« (Kursiv gesetzter Text entspricht den von Star und Ruhleder nicht zitierten Passagen.)

Informationsinfrastruktur ist kein Substrat, das Information auf oder in sich trägt, in einer Art von Geist-Körper-Dichotomie. Die Dichotomien existieren nicht zwischen System und Person oder Technik und Organisation, sondern vielmehr zwischen Kontexten. Hierin knüpfen wir an neuere Arbeiten auf dem Gebiet der Technik- und Wissenschaftssoziologie an, die eine »große Trennung« zwischen Natur und Künstlichem, Mensch und Nichtmensch, Technologie und Gesellschaft ablehnt.³⁸

Die Überwindung der »großen Trennung« hat die gleiche konzeptuelle Relevanz für die Beziehung zwischen Informationsinfrastruktur und organisatorischer Transformation, wie es Batesons Ausführungen über den *double bind* für die Psychologie der Schizophrenie hatten. 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.

Wir werden diese Typologie fortan im Kontext des »Anmeldens« und »Verbindens« anwenden. Danach erörtern wir die Implikationen dieser Typologie für andere Entwicklungsformen von Informationssystemen und die allgemeinen Implikationen neuer computergestützter Medien und ihrer Integration in etablierte Gemeinschaften.

Probleme erster Ordnung³⁹

Solche Probleme sind oft für Informanten am offensichtlichsten, da sie zum Konkreten tendieren. Probleme erster Ordnung lassen sich mit gleichermaßen konkreten Lösungen angehen, wie z. B. mehr Geld, Zeit, Training oder Hilfe. Die Probleme erster Ordnung drehen sich um Installation und Nutzung des Systems. Dazu gehört, dass man sich über sie informiert, herausfindet, wie das System zu installieren ist und dafür sorgt, dass unterschiedliche Teile von Software zusammenarbeiten. Probleme erster Ordnung sind jedoch nicht auf das »Hochfahren« beschränkt, sondern treten im Lauf der Zeit wieder als Verschiebung von Arbeitsmustern und Ressourcenbeschränkungen auf – und damit vielleicht als Nebenprodukt von Veränderungen zweiter oder dritter Ordnung.

1. *Informationsprobleme.* Potenzielle Nutzer mussten sich über das System informieren und die Anforderungen für seine Installation und Nutzung ermitteln. Der »Einkauf« des Systems war mit Entscheidungen über Hardware, Software und manchmal auch mit Vereinbarungen zwischen Fachbereichen verbunden, um Ressourcen oder finanzielle Mittel miteinander zu teilen. So hatten etwa in einem größeren Labor die »Wurmleute« WCS auf einen Server geladen, der den »Pflanzenleuten« in der Etage über ihnen gehörte. Um zu dieser Vereinbarung zu ge-

38 | Siehe B. Latour: *Wir sind nie modern gewesen*.

39 | Anm. d. Hg.: Wir folgen dem Rat des Übersetzers Michael Schmidt und haben die »issues« des Originaltexts weitestgehend als »Probleme« belassen. Es handelt sich aber genauso um spannungsreiche und teils kontrovers ausgehandelte Angelegenheiten, Themen und Sachverhalte.

langen, mussten erst der Ressourcenbedarf für das WCS und die lokale Verfügbarkeit dieser Ressourcen in Erfahrung gebracht werden. Diese Vereinbarung machte es nicht notwendig, sich über Systemaufbau und -wartung zu informieren, da die Wurmleute sich die ursprünglichen Bemühungen der Pflanzenleute bei Einkauf und Installation des Servers zunutze machten.

2. *Zugangsprobleme.* In manchen Laboren war der physische Zugang problematisch. So konnte das WCS in einem überfüllten und lauten Raum, in der Ecke eines Foyers, auf einer ganz anderen Etage des Gebäudes untergebracht oder nur während bestimmter Stunden zugänglich sein. Dies war bei der zuvor erwähnten Vereinbarung zwischen den Wurm- und Pflanzenleuten der Fall:

»WCS und *acedb* laufen tatsächlich auf einem Computer einen Stock höher, er gehört den Leuten vom Pflanzengenomprojekt ... Wir dürfen ihn nur abends und an den Wochenenden benutzen.« (Brad Thomas, Postdoktorand)⁴⁰

Andere Labore erlebten zeitliche Beschränkungen und physische Unannehmlichkeiten: »Du hast zwar Zugang zur *acedb* über die Sun-Computer einen Stock tiefer, aber das ist nicht praktisch. Du kommst erst nach Stunden dran. Die Leute wollen es einfach nicht benutzen.« (Eliot Red, Postdoktorand) Oder:

»Unsere Computerinfrastruktur ist gut im Vergleich zu anderen Laboren. Ich habe an der UCLA promoviert, und da gab es eine VAX, einige PCs, doch um an der VAX zu arbeiten, musstest du in ein anderes Gebäude gehen.« (Brad Thomas, Postdoktorand)

Als wir wissen wollten, ob Labornotizbücher eines Tages durch kleine Palmtop-Computer oder digitalisierte Tablets (*pads*) ersetzt würden, zweifelten Forscher daran. Die Befragten eines beengten Labors in einem städtischen Hochhaus stellten schlicht fest, dass es einfach keinen Platz für einen weiteren Computer gäbe, nicht mal für einen kleinen. Sie teilten sich ihr Labor mit einer anderen Gruppe und hatten nicht einmal Platz für einige notwendige Laborgeräte. Solche simplen räumlichen oder architektonischen Barrieren wirken sich ganz entscheidend auf die Nutzbarkeit aller Systeme aus, insbesondere wenn sie als integrale Bestandteile von Arbeitsabläufen konzipiert und gestaltet sind.

3. *Grundkenntnisse und Computerfachkenntnisse.* Computerfachkenntnisse waren in den Laboren ungleichmäßig verteilt; viele Computer wirkten veraltet oder primitiv. Ein leitender Forscher wusste nicht, dass Datenbanken ohne festgelegte Datenfeldlänge zur Verfügung standen, und ein Projektleiter machte bei der Erörterung von Betriebssystemen und Anwendungen einen Kategorienfehler, indem er »einen Mac« mit »einem UNIX« gleichsetzte. Generell waren Projektleiter der Meinung, das Wissensniveau hebe sich durch ein Training für Studenten und Doktoranden, aber empirisch gesehen war das offenbar nicht der Fall. Dies könnte zu einer Kluft im Lernniveau führen (wenn man die Fähigkeit zur Nutzung von Online-Anwendungen mit der Fähigkeit, allgemeinere Systemkonzepte zu verstehen, gleichsetzt). Es gab zwar einige wenige hochqualifizierte Personen und den einen oder anderen mit fortgeschrittenen Computerkenntnissen, doch die waren weder

40 | PI = Principal Investigator (ProjektleiterIn), PD = Postdoc (PostdoktorandIn), GS = Graduate Student (DoktorandIn oder Master-StudentIn).

in der Statusgruppe der Doktoranden noch in derjenigen der Postdoktoranden häufig anzutreffen.

Ein derartiges Nicht-Wissen kann, genauso wie mangelnder Platz oder unangemessene Orte, ein Zugangsproblem darstellen. In dieser Arena betreffen Probleme erster Ordnung mit Sicherheit nicht nur das Lernen zur Nutzung von WCS-Software, sondern auch das Verstehen der Betriebssystemplattform, auf der sie läuft. Das WCS selbst ist extrem benutzerfreundlich gestaltet und kann ohne große Schwierigkeiten effektiv genutzt werden. Zu den typischen Nutzern in unserer Studie gehörten Doktorandinnen, Postdoktorandinnen oder Projektleiterinnen, die genügend Wissen über das Wissensgebiet und die Community besaßen, um eine Genkarte lesen und die Bedeutung der *Worm Breeder's Gazette* erkennen zu können. Ein Nutzer bemerkte: »Ich schaltete ihn einfach ein, drückte auf Knöpfe.« (Ben Tullis)

Tatsächlich hielten bei Vorführungen und Versuchen auf Konferenzen die meisten Nutzer das WCS für ziemlich einfach und intuitiv nutzbar, sobald sie daran saßen. Jedoch war die Plattform, auf der das WCS basiert, für Biologen nicht transparent. Das WCS läuft unter UNIX, und sowohl das Betriebssystem als auch die Software wie X Windows oder Simtools erfordern eine Expertise, über die die meisten Biologen nicht verfügen.

»UNIX wird es als allgemeines Betriebssystem nie bringen. Biologen werden es nicht benutzen, es ist für Ingenieure. [Jemand im Labor] hatte eine Frage zum Drucken – er brauchte ein Vierteljahr, bis er etwas gedruckt bekam.« (Bob Gates, Doktorand)

Außerdem war vielen Befragten nicht klar, wie sie andere Aufgaben auf Computern im Netzwerk ausführen sollten, wie etwa Dateien zwischen Hauptcomputer und Terminal herunter- oder hochzuladen. Dies erschwerte die verknüpfte Nutzung des WCS mit E-Mail-Korrespondenz, Textverarbeitungsdateien und anderen Informationsräumen im Internet.

Das Training war oft ziemlich planlos, weil es von allem Möglichen abhing, von Glück bis zu persönlichen Beziehungen:

»Ich lernte, indem ich es als Editorprogramm benutzte. Beim zweiten Mal erlernte ich das Formatieren. Eine Menge Leute kommen mit E-Mail gut klar, und viele Leute nutzen jetzt auch GenBank und Softwarepakete fürs Sequenzieren [...] Wir lassen ein paar am Jobtraining teilnehmen. [Zwei von den Doktoranden im Labor] schreiben Instruktionen. Die Person, die bis Februar als Systemadministrator arbeitete, war ein guter Freund. Er hat mich ganz schön weitergebracht und mir eine Menge Ideen vermittelt.« (Jeff Pascal, Postdoktorand)

Kein Labor bot ein spezielles Computertraining an, obwohl einige Studenten Kurse in lokalen Computercentern besucht hatten. Mehrere erklärten, sie würden nur so viel lernen, »dass es für das reicht, was du tun musst«. (Carolyn Little, Projektleiterin)

4. *Probleme erster Ordnung adressieren.* Oberflächlich betrachtet, mögen sich diese Probleme auf eine ziemlich einfache Weise lösen lassen. Effektives Einkaufen erfordert die richtigen Informationen, die von einem Individuum mit technischen Kenntnissen zusammengetragen und ausgewertet werden. Wenn man im Labor selbst nicht auf die für den Computerkauf notwendige Expertise zurückgreifen

kann, ist es möglich, diese von außen einzuholen, vielleicht indem man sich an eine Computereinrichtung auf dem Campus oder an einen cleveren Informatikstudenten wendet. Für den Einkauf können Vorschläge aufgeschrieben werden. Probleme beim physischen Zugang lassen sich dadurch lösen, dass man zusätzlichen Platz beantragt. Probleme des technischen Zugangs lassen sich durch zusätzliches Training lösen. So wie z. B. Fachbereiche in den Geisteswissenschaften inzwischen Seminare oder gar Zertifikate für geisteswissenschaftliche Computerarbeit vorsehen, könnten Fachbereiche in der Biologie ähnliche Seminare anbieten, die sich an den Bedürfnissen ihrer Gemeinschaften orientieren.

Allerdings werden Auswahlprobleme der ersten Ordnung oft vermischt oder konvergieren zu Problemen höherer Ordnung. Beim Einkauf beispielsweise geht es nicht bloß darum, die richtige Information der richtigen Person zu vermitteln, sondern er erfordert die Überbrückung mehrerer akademischer Gemeinschaften: Wurmbiologen, lokale Computer-Supportzentren, Instrumenten- und Werkzeugbauer. Und wenn Einkauf und Auswahl Fragen nach Standards aufwerfen, werden sie ebenso mit Fragen der Organisations- und Arbeitsplatzkultur vermischt (»UNIX ist für Ingenieure, nicht für Biologen«). Dieses Problem tritt insbesondere dort auf, wo mehrere Gruppen sich Computerkapazität teilen oder wo Computersupport nur für einen begrenzten Komplex technischer Wahlmöglichkeiten verfügbar ist.

Probleme zweiter Ordnung

Probleme können analytisch entweder als das Ergebnis unvorhergesehener kontextueller Auswirkungen – etwa der Abneigung von Biologen gegenüber UNIX –, oder als Kollision zweier oder mehrerer Probleme erster Ordnung verstanden werden. Dazu gehören z. B. die Unsicherheit beim Einkauf und die fehlenden Informationen darüber, wie das System anzuschließen ist. Solche Problemkombinationen können bedeuten, dass die betreffende Person gezwungen ist, Wahlmöglichkeiten zwischen Softwarepaketen mit Vermutungen hinsichtlich der Ausrichtung der Organisation zu verknüpfen. Zu dieser Kategorie gehören kulturelle Einflüsse auf technische Wahlmöglichkeiten, Paradoxien von Infrastruktur, »Beinahekompatibilität« und die »so gut wie alle Nutzer umfassende Gemeinschaft«, Einschränkungen, aus denen Ressourcen werden, und das Verständnis wichtiger Grundkenntnisse und ihrer Entwicklung. Sie sind deshalb Probleme zweiter Ordnung, weil sie den Kontext der Auswahl und der Bewertung einfacher Probleme erster Ordnung erweitern, etwa des Softwarekaufs und des Computerzugangs.

1. *Technische Wahlmöglichkeiten und ein Kampf der Kulturen.* Einkauf und Auswahl interagieren nicht nur mit Trainings- und Benutzerfreundlichkeitsfragen, sondern auch mit Angelegenheiten der Organisationskultur. So erwähnten beispielsweise fünf Befragte unabhängig voneinander, sie seien von UNIX abgeschreckt worden, meist im Kontext eines Vergleichs zugunsten des Macs. So erklärte ein Projektleiter, das örtliche Computerzentrum würde kein UNIX-Grundwissen anbieten, obwohl er sich selbst genügend Kenntnisse angeeignet hatte, um eine SPARC-Station zu betreiben (Joe White, Projektleiter). Andere äußerten ähnliche Meinungen: »Solange es einfach ist, benutzen wir alles, genau wie die Macs. Du kannst also alles machen wie Ausschneiden und Einfügen, genau wie auf dem Mac« (Eliot Red, Postdoktorand). Oder: »Früher haben wir UNIX benutzt, aber das

ist viel einfacher. UNIX ist unmöglich. Es nervt echt. Die sind viel einfacher. Die Macs, verstehen Sie ...« (Linda Smith, Projektleiterin).

Ein Student, der sich als Biologe und Informatiker bezeichnete, sagte:

»Das ist schon ein großes Problem. Biologen sind Mac-Menschen, und UNIX ist ein böses Wort. Die meisten Leute fürchten es und weigern sich, es zu verwenden. ›Wenn es nicht auf dem Mac ist, will ich es nicht haben.‹ Es gibt schon eine Menge Probleme damit, Leute dazu zu bringen, es zu verwenden, statt seine Verwendung zu delegieren.« (Harry Jackson, Doktorand)

Doch UNIX bildet nicht bloß eine Basis für das WCS und die Sprache seines Designteams, sondern war auch oft die Sprache der Informatiker, die das lokale Computerzentrum der Universität unterstützten und warteten. Diese offenkundige Kluft zwischen Nutzergemeinschaften veranlasste manche Biologen zur Spekulation, es gebe »zwei Typen von Wissenschaftlern – die, die den Computer lieben, oder die ihn hassen«, und »die einzige Möglichkeit, dass sie [Letztere] ihn je [nutzen], der Zwang ist« (Jeff Pascal, Postdoktorand). Sie schrieben die erfolgreiche Computernutzung »einer Art von natürlicher Nähe« zu (Eliot Red, Postdoktorand). Diese Divergenz hat bedeutende Auswirkungen auf das Training, genau wie einige andere »kulturelle« Grundprobleme.

2. *Paradoxien von Infrastruktur.* Die ungleichmäßige Verbreitung von Computerexpertise und -ressourcen belegt anschaulich, dass ein schlichter Zuwachs oder Mangel an Ressourcen erster Ordnung eine gelungene Infrastruktur nicht vollständig erklären kann. Unterschiede im Fachwissen und in lokaler organisatorischer Klugheit, wie sie zwischen relativ reichen und relativ armen Laboren bestehen, können Bedenken der ersten Ordnung überwinden. Eines der ärmsten Labore beispielsweise, in dem noch veraltete IBM PC-XT liefen, nutzte das System aktiv, hatte seine eigenen Datenbanken entwickelt und verfolgte den Austausch von Arten mit einer in der Community unerreichten Perfektion. Der Projektleiter des Labors liebte es, mit Software und Hardware »herumzuspielen«, und schätzte die Herausforderung, die Grenzen seines Labors zu überwinden – Probleme zweiter Ordnung wurden somit durch sein Geschick und Interesse zu Problemen erster Ordnung reduziert.

Das reichste Labor dagegen hatte gerade eine beträchtliche Forschungsförderung von der Human Genome Initiative erhalten, um die gesamte Infrastruktur der Biologie auf dem Campus »anzuschließen«. Doch sie waren nicht in der Lage, das System zu betreiben, und zwar aufgrund einer Kombination von »waiting for the Ethernet« und »waiting for the SUN«. Die Projektleiterin veranschaulicht das Dilemma folgendermaßen:

»Im Mai beantragten wir ein Ethernet. (Lacht) Es dürfte wohl [in ein paar Jahren] da sein ... [Die Leute] mit dem SPARC werden dann wohl unabhängig vom Gebäudenetzwerk sein. Die Macs werden auf dem Gebäudenetzwerk laufen.« (Linda Smith, Projektleiterin)

Ein Doktorand fährt fort:

»Niemand wird allerdings die Kabel verlegen ... Wir machten einen Deal mit den Netzwerkleuten [Netzwerkservice], dass wir die Kabel verlegen und sie diese anschließen ... Sie verwal-

ten doch die gesamten Campusnetzwerke. [Jemand anderes] hat dann allerdings mit SUN verhandelt.« (Steve Grenier, GS)

Zum Zeitpunkt der Befragung hatten sie ihre eigenen Kabel verlegt und warteten nun auf die Lieferung der SPARC-Stationen. Dann sah Linda Smith (die Projektleiterin) voraus, sie würden eine Menge Zeit damit verbringen müssen, »die Software zu beantragen«.

Selbst Institutionen mit hervorragendem technischen Support verfügten über keine organisatorischen Mechanismen, diese Expertise auf fachbereichsspezifische Fragen, Anwendungen und Probleme zu übertragen. Campus-Computerzentren wussten oft nicht über Anwendungspakete, die speziell für Biologen und Genetiker geeignet waren, Bescheid. Sie waren auch nicht daran interessiert, und für eigenständig erworbene Hardware oder Software gab es auch keinen Support.

»Der Computer-Support kümmert sich einen Dreck um unser Forschungsinstitut. Ich bat das Zentrum um Hilfe bei der Installation des WCS auf der SUN, und sie erklärten mir einfach, such dir doch einen UNIX-Fan, kauf ihm 'ne Pizza ... Wenn wir Probleme mit dem Netzwerk oder mit Programmen haben, die sie unterstützen, dann tun sie's auch. Doch wenn du deine Hardware nicht von ihnen gekauft hast, dann kannst du das vergessen. Und wenn sie deine Software nicht unterstützen, kannst du es auch vergessen. Das wird für jeden Fachbereich unterschiedlich gehandhabt. Die Biologie hat keine Infrastruktur.« (Bob Gates, Doktorand)

Diejenigen, denen ein Problem oder eine Anwendung »gehörte«, waren auf lokaler Ebene zielstrebig. Ob Einzelpersonen sich Hilfe verschaffen konnten, hing entscheidend davon ab, dass ihnen etwas gehörte. Manche Projektleiterinnen entwickelten auf dem Campus spezielle Verbindungen, die dafür sorgen würden, dass Leute mit Computerexpertise sich mit ihren Problemen beschäftigten. Der Projektleiter eines kleinen Labors reichte zusammen mit einem Mitglied des Fachbereichs Informatik einen Forschungsantrag ein, der sich für die Visualisierung wissenschaftlicher Daten interessierte. Gemeinsam planten sie die Entwicklung eines Werkzeuges für die visuelle Darstellung und Analyse von Daten; dadurch wird dieser Projektleiter nicht nur ein Werkzeug zur Unterstützung seiner Forschung erhalten, sondern auch eine Workstation auf UNIX-Basis, auf der er Zugang zum WCS haben wird.

Diese Probleme waren von großer Bedeutung für Postdoktorandinnen, die ihre eigenen Labore mit zunehmend begrenzten Mitteln einrichten wollten. Das WCS wurde als Werkzeug für die »oberen Ränge« der reicheren Labore betrachtet (Harry Markson, Doktorand) und als »eine Rakete« bezeichnet, während »wir bloß ein Modell T brauchen« (Marc Moreau, Doktorand). Ein Postdoktorand, der sein eigenes Labor aufbauen wollte, beklagte sich:

»Ein halbes System für alle ist doch besser als ein echt großes System für bloß ein paar Labore ... Wir mussten [einen für ein anderes Labor arbeitenden Computerspezialisten] anheuern. Selbst die Computerfans [zwei Doktoranden] arbeiteten hier daran drei Wochen lang und konnten dann doch nicht das [WCS] System hochladen. Es ist auf große Labore ausgerichtet.« (Jay Emery, Postdoktorand)

Er fügte hinzu: »Wenn es nicht auf einem Mac oder IBM ist, kommt es bei den Leuten nicht an«, und schlug vor: »Du brauchst ein Modulsystem, du musst in der

Lage sein, Teile der Datenbank auf dem Mac laufen zu lassen, *die kleineren Labore erreichen*« (Hervorhebung durch die Autorinnen).

3. *Spannungen zwischen einer Disziplin im Wandel und Einschränkungen als Ressourcen.* Was man als Einschränkungen verstehen könnte, die sich mithilfe der Technik überwinden ließen, kann aus einer anderen Perspektive zur Ressource werden. Wir erklärten, es wäre doch absolut einfach, die *Worm Breeder's Gazette* kontinuierlich als Update anzubieten. Einerseits würden kontinuierliche Updates die Bedürfnisse einer sehr schnelllebigen Community befriedigen:

»Je schneller das [WCS-]Update, desto besser [...] Du machst das über die *Gazette*, für die du regelmäßig Beiträge lieferst. Du stehst in Konkurrenz [mit anderen Laboren] beim selben Gen.« (T. Jones, Doktorand)

»Du musst häufig updaten, kurz nach jeder *Gazette*, d. h. innerhalb von zwei Wochen nach einer *Gazette* müsste es eine neue Ausgabe geben ... Die WCS-*Gazette* könnte gedruckte Ausgaben ersetzen, und das wäre auch billiger.« (Brad Thomas, PD)

Andererseits waren etliche Befragte entschieden gegen diese Option, selbst wenn sie im selben kompetitiven Umfeld arbeiteten. Die Einwände der Community drehen sich um die Nützlichkeit von Deadlines für die Arbeitsstrukturierung, und zwar in Bezug sowohl auf das Abliefern als auch auf das Lesen der Artikel:

»Ich würde den Newsletter genauso betreiben, wie er derzeit betrieben wird. Es ist nicht gut, ihn einfach unbefristet zu lassen. Wenn es keine Fristen gibt, hat man nie Zeit, Dinge zu besprechen. Und keine Deadlines.« (John Wong, Doktorand)

»Wenn das WCS dazu genutzt würde, *Gazette*-Artikel zu veröffentlichen, was wäre dann optimal? Also fortwährende Veröffentlichungen wären nicht so gut. Es spricht schon einiges für Deadlines. Selbst wenn sie sechs Mal im Jahr erscheint, wird sie bloß noch ein Hintergrundrauschen sein ... Schwer vorherzusagen, ob ein häufiger Wechsel die Wirkung verändert.« (Gordon Jackson, Projektleiter)

Eine Deadline war also gleichzeitig Einschränkung und Ressource. Das Verbreitungsmuster für die *Gazette* wirkte sich nicht nur auf die Arbeitsgewohnheiten einzelner Personen aus, sondern war auch gänzlich mit Kommunikation und Koordination innerhalb von Laboren wie zwischen ihnen verknüpft:

»[Glauben Sie, das WCS wird die *Gazette* ersetzen?] Wenn es sie ersetzt, werden wir sie nicht lesen. Ich meine, wenn die *Gazette* herauskommt, teilen wir sie auf, und jeder liest einen Teil. Dann nutzen wir sie, um die Arbeit anderer Leute kennenzulernen.« (Ed Jones, Doktorand)

»[Welche Arten von Information speichern Sie nicht auf dem Computer?] Na ja, den Newsletter kannst du nicht elektronisch auf dem Laufenden halten. Das ständige Update wäre ein Albtraum. Dann gäbe es kein referenzfähiges Archiv.« (Paul Green, Projektleiter)

Der letzte Punkt ist wichtig: Die *Gazette* dient als Referenzdatenbank, die nicht nur Hinweise auf die in verschiedenen Laboren ausgeführte Arbeit enthält, sondern auch auf Protokolle usw. Für Fachanfänger stellt sie ein wichtiges Lerninstrument

dar; die Online-Version würde frühere Ausgaben leichter erhältlich machen. Ein kontinuierliches Update-Format würde eine neue Form der Referenzierung oder Indizierung von Beiträgen erfordern. Ein weiterer Befragter stellte sich eine andere Form von laufendem Informationsdienst vor, »etwas zwischen einer offiziellen und einer inoffiziellen Datenbank«, wo »du kleine Rezensionen in einen Annotationsbereich einfügen kannst« (Alan Merton, Projektleiter). Und was die *Gazette* angehe, schlägt er vor: »Etwas Offizielleres könntest du in einer Online-*Gazette* bringen und es so lassen, wie es ist«, soweit es Inhalt, Timing und Organisation betreffe.

4. »Beinahe-Kompatibilität« und der »Demnächst«-Nutzer. Zuweilen kommt einem die Kluft zwischen erster und zweiter Ordnung wie ein Gefühl vor, dass das gerade Geschehende erster Ordnung sein müsse. Dieses Gefühl ist so stark, dass es zu einigen scheinbar merkwürdigen Verhaltensweisen führen kann. Ständig begegneten wir bei Befragten der Vorstellung, sie seien »gerade dabei«, mit dem System verbunden zu werden, und die verbleibenden Hindernisse hierfür seien praktisch trivial. Manchmal verleitete sie das sogar dazu zu sagen, sie würden bereits das System nutzen, während Beobachtungen und Befragungen tatsächlich ergaben, dass dies nicht der Fall war. Bei der Beobachtung einer Website, die in einer Großstadt mit mehreren Universitäten und Laboren lokalisiert war, verbrachte eine der Autorinnen fast eine Woche damit, Leute ausfindig zu machen, die tatsächlich das System nutzten. Keiner von den Leuten, mit denen sie sprach, nutzte es, aber alle kannten jemanden in einem anderen Labor, der dies angeblich tat. Nachdem sie allen Hinweisen nachgegangen war, gelangte sie zu der Schlussfolgerung, dass eigentlich niemand das System nutzte, obwohl sie alle es »vorhatten« und vermuteten, es wäre »demnächst« verfügbar.

Dies lässt sich zwar ethnografisch einfach beobachten, stellt aber eine echte Schwierigkeit dar, wenn man Umfragen zu Nutzung und Bedürfnissen organisieren will. Es ist klar, dass es sich bei dieser Darstellung nicht um eine Unwahrheit handelt, sondern um ein übliches Dementieren von Schwierigkeiten »beim Anschließen«, die aus der Distanz betrachtet trivial zu sein scheinen. Doch die obigen Beobachtungen der Schwierigkeiten beim Verbinden und Starten des Systems würden zusammen mit infrastrukturellen Einschränkungen die Vermutung nahelegen, dass diese Probleme überhaupt nicht trivial sind. Tatsächlich erweisen sich diese Probleme als tödlich, wenn sie im System als Ganzem ebenso chronisch wie allgegenwärtig werden.

5. *Probleme zweiter Ordnung adressieren.* Im Prinzip lassen sich Probleme zweiter Ordnung lösen, indem man einen Zuwachs an Ressourcen mit intensivierter Koordination oder Kooperation zwischen verschiedenen Techniker- und Nutzergemeinschaften verbindet. Man richtet z. B. eine Telefonnummer für Nutzersupport ein, engagiert einen »reisenden IT-Berater«, der beim Anschließen und bei Integrationsschwierigkeiten hilft, und verstärkt andere lokale Fertigkeiten. Doch realistisch betrachtet zählen Biologen nicht zu den reichsten Wissenschaftlern, trotz der reichlich fließenden Mittel aus dem Humangenomprojekt. Geld für Investitionen ist besonders knapp, und Entscheidungen über die Anschaffung eines bestimmten Systems ziehen sich oft über ein Jahrzehnt oder länger hin. Damit können Probleme zweiter Ordnung in der Systemnutzung und -entwicklung Probleme dritter Ordnung werden: »Warum sollte dieses Labor Ressourcen bekommen? Welches Problem ist das vordringlichste?« Diese Probleme treten auf der Ebene der weiteren Gemeinschaft auf und überschreiten die Grenzen einer bestimmten Institution.

Probleme dritter Ordnung

Dies sind Probleme, die üblicherweise von der Wissenschaftssoziologie in Diskussionen über Problemlösen ermittelt werden. Sie haben den umfassendsten Kontext. Dazu gehören Debatten und Denkschulen, die sich damit befassen, wie man sich für Alternativen zweiter Ordnung entscheiden kann. Sie durchdringen jede wissenschaftliche Gemeinschaft, und zwar aus dem Grund, dass alle wissenschaftlichen Gemeinschaften interdisziplinär sind, verschiedene Methoden und unterschiedliche lokale Geschichten aufweisen. Sie sind eine Plage für Gemeinschaften, die rasch wachsen, auf unerforschten Gebieten arbeiten und außergewöhnlich heterogen sind. Probleme dritter Ordnung werden vielleicht nicht sofort von Mitgliedern der Gemeinschaft als solche erkannt, da sie zu den für selbstverständlich gehaltenen Dingen gehören können. Gleichwohl haben sie langfristige Folgen. Im Hinblick auf Schwierigkeiten beim Anmelden und Verbinden umfassen sie Triangulation und Definition von Objekten und mannigfaltige Bedeutungen von Information und Netzwerkexternalitäten.

1. *Triangulation und Definition von Objekten.* Unterschiedliche Arbeitsbereiche in der Wurm-Community kommen beim Teilen von Information zusammen, z. B. Genetik, Molekularbiologie, Statistik usw. So erklärte ein Befragter: »Ich kam aus [einem anderen Labor], wo ich über Frösche arbeitete.« (Brad Thomas, Postdoktorand) Ein anderer Befragter sagte, er sei »eigentlich ein Entwicklungsgenetiker« und fügte hinzu, vor ein paar Jahren »war das Gebiet kleiner ... Inzwischen kommen viele Leute von außen, aus Säugetier- und Protein-Laboren.« (Harry Markson, Doktorand) Viele Personen wechselten nach der Promotion aus anderen Fachgebieten zur Wurm-Community über. Unterschiede betrafen zuweilen die klassischen Bereiche von organischer Biologie kontra Molekularbiologie oder Genetik. »Ich bin eher ein Wurmmensch. Das gilt generell für die Community. Manchmal entscheidest du dich für ein System, das eher organisch ist« (Jane Sanchez, Postdoktorandin).

Die Kollaboration kann sich über disziplinäre oder geografische Grenzen hinweg abspielen:

»[Arbeiten Sie mit jemandem zusammen?] Ich arbeite gerade mit Leuten in der Wurm- und in der Nicht-Wurm-Community zusammen. Meist mit Immunologen in der Nicht-Wurm-Community, Leuten, die sich für das Immunsystem interessieren. In der Wurm-Community arbeite ich mit [einer Person in einem anderen Staat] an [einem bestimmten Gen].« (Harry Markson, Doktorand)

Die disziplinäre Herkunft und das gegenwärtige Arbeitsgebiet beeinflussten die Arten von Information, die Individuen benötigten, sowie die Werkzeuge und Datenquellen, mit denen sie vertraut sind. Diejenigen, die den Organismus um seiner selbst willen untersuchten, unterschieden sich in ihren Informationsbedürfnissen von denen, die ihn ausschließlich als Modellorganismus nutzten; viele Befragte hatten ganz spezifische Erwartungen an WCS-Daten:

»Man braucht mehr Optionen, besonders für das Sequenzieren. Das wird ganz wichtig sein, wenn die [Human Genome Initiative] angelaufen ist [...] Wir müssen mit Untergruppen von Sequenzen arbeiten, sie detaillierter untersuchen.« (Brad Thomas, Postdoktorand)

»Was man braucht, ist eine Teilleiste, eine Liste von Zellen [...] Wenn es ein Neuron ist, sind es seine Verbindungen mit anderen Neuronen ... Das ist was für Neurobiologen.« (Harry Markson, GS)

Wurde das System mit einem bestimmten Unterbereich der Arbeit und nicht mit einem allgemeinen Anwendungsprogramm gleichgesetzt, wurden die Barrieren für die Nutzung noch größer. Die Systemkonstruktion wurde durch eine weitere Schicht der Objektdefinition noch komplizierter, da manche Befragte meinten, das WCS repräsentiere »CS-Leute [Informatiker] ...«, die ein System nur für CS-Leute bauen« und das WCS »hat eine Vision, die nicht dem entspricht, was Biologen wollen«.

2. *Mannigfaltige Bedeutungen, Dateninterpretation und Anmeldung von Ansprüchen.* Wesen und Charakter der Community änderten sich, als immer mehr Leute aus anderen Disziplinen in die »Wurmwelt« einstiegen. Während des letzten Jahrzehnts wuchs sie von ein paar hundert auf über tausend Mitglieder an. »Es ist ja toll, dass es jetzt so aufregend ist, aber es ist auch schon komisch, dass so viele Leute mitmachen ...« (Jane Sanchez, Postdoktorandin).

Ein Ziel des WCS ist es, die Kommunikation in einer wissenschaftlichen Community zu unterstützen. Sie ist für ihre Bereitschaft zum Teilen wissenschaftlicher Information bekannt. Aber das Wachstum der Community übersteigt die Fähigkeit inoffizieller Kommunikationsnetzwerke, als Kanal für diese Information zu dienen.⁴¹ Die Probleme bei der Entwicklung eines kollaborativen Systems gehen jedoch weit über das rein Technische hinaus. Die mannigfaltigen Bedeutungen oder Interpretationen bestimmter Kommunikationen erweisen sich auf allen Ebenen als wichtig.

So haben beispielsweise Anregungen, es könnte doch nützlich sein, im System ein Verzeichnis »Wer arbeitet gerade an was?« zu haben, Fragen nach der Konkurrenz und der Rolle von Geheimhaltung aufgeworfen. Manche erklärten, sie würden zögern, gewisse Arten von Information einzugeben oder wollten Ankündigungen hinauszögern, bis »sie Befunde haben«.

»Es besteht doch immer das Problem, dass einem andere zuvorkommen. Das ist immer eine heikle Gratwanderung. Eine Menge Leute arbeiten doch an meinem Problem [...]. Wenn du in der *Gazette* veröffentlichst, kannst du es für dich beanspruchen. Die Leute würden das respektieren. Da hat es schon einige Zusammenstöße gegeben, manche Labore versuchen zu klauen, was sie können. Man muss ständig kämpfen [...] Die Sache mit den Ansprüchen ist komplex. Daher willst du weit genug kommen, damit du den anderen voraus bist – bevor du es verkündest. Wenn man die Vorbemerkung »wilde Spekulation« vorausschicken könnte (lacht) ... Jedenfalls kann es schon oft vorkommen, dass sich solche Ansprüche groß auszahlen können. Aber wenn dann gleich fünf Leute als Trittbrettfahrer agieren und dich abhängen ... das ist nicht so gut!« (Mike Jones)

Mit unterschiedlichen Kommunikationskanälen ist auch ein unterschiedliches Maß an Freiheit verbunden: »Man kann sich irren, ohne [im Newsletter] an den Pranger gestellt zu werden«, sagte ein Doktorand, und ein Projektleiter erklärte: »Die Leute scheuen sich, [im Newsletter] Anmerkungen abzugeben ... Dahinter

steckt die Angst, sich in die Schusslinie zu begeben. Sich auf das festzulegen, was man gerade tut. Das heißt, dass man sich in den Augen seiner Kollegen irrt.« (Joe White, Projektleiter) Er schlug vor, Anmerkungen später zu publizieren, sie sich erst einen Monat lang lokal »setzen zu lassen«. Ein Postdoktorand in einem anderen Labor schlug vor, für Anmerkungen eine persönliche und eine öffentliche Ebene einzuführen (Brad Thomas). Doch ein anderer Projektleiter ärgerte sich über diese Idee. Er meinte, dies würde der Verpflichtung des WCS zum Informationsaustausch in der gesamten Community direkt widersprechen und das WCS zu einem lokalen Werkzeug statt zu einer Ressource für die Community machen.

Ein letztes Anliegen, auf das wir hier eingehen wollen, stellt das Vertrauen in Informationen und ihre Verlässlichkeit dar: Mit Artikeln in der *Gazette*, mit Anmerkungen usw. ist ein impliziter Wert verbunden. Vor allem altert Information – alte Daten werden durch neue überholt, Probleme werden gelöst, Protokolle aktualisiert. Weder traditionelle Quellen noch das gegenwärtige WCS verfügen über eine festgelegte Möglichkeit, die relative Gültigkeit oder Zuverlässigkeit eines Datensatzes zu kennzeichnen. Technische Lösungen dieses Problems können darin bestehen, Anmerkungen mit Updates zu versehen oder alte Daten in der *Gazette* »verblassen zu lassen«. Doch manchmal gibt es eben keine eindeutigen Antworten auf diese Fragen, insbesondere in einer Community, in der vielfältige Blickwinkel vertreten sind. Generell, meint ein Postdoktorand, »gibt es kein Richtig oder Falsch ..., man muss zu einem Konsens gelangen, man muss sich die Labore anschauen, um zu entscheiden, welchen man mehr vertraut« (Brad Thomas, Postdoktorand). Er sieht in Anmerkungen ein Mittel, um alternative Blickwinkel zu eröffnen: »Ich kenne mich [auf dem Gebiet X] gut aus. Manchmal wissen andere, die klonen, nicht so gut Bescheid, sie schreiben falsche Sachen. Ich würde mich für berechtigt halten, Kommentare dazu abzugeben.« Nach dem vorgeschlagenen wäre es noch immer Sache der Leser, bei Anmerkungen zwischen konkurrierenden Informationen zu unterscheiden und sie zu verstehen. Ironisch merkte er an, die Leute würden einen auf jeden Fall als Gegenpart zitieren, wenn man etwas Unzutreffendes gesagt hätte. Es gebe keine Möglichkeit, dies zu verhindern. All diese Beispiele von Daten, die unter anderen Umständen etwas anderes bedeuten können – wer wen und wann benachrichtigt, welches Medium benutzt wird, wer eine Anmerkung macht oder warum ein bestimmtes Zitat aufgenommen wird oder nicht –, verlangten der Community ein Wissen ab, das von keinem offiziellen System erfasst wurde.⁴²

3. *Netzwerkexternalitäten und elektronische Partizipation: Feinheiten und Vorsichtsmaßnahmen.* Der Externalitätsbegriff stammt aus den Wirtschaftswissenschaften und der Stadtplanung – von einer Stadt kann man sagen, sie könne durch kulturelle Ressourcen »positive Externalitäten« bieten. Für einen Künstler übertreffen die Externalitäten von New York die von Champaign in Illinois, auch wenn andere Dinge wie Mieten und Sicherheit eher für letztere Stadt sprechen. Eine Netzwerkexternalität bedeutet, dass mit der aktiven Partizipation von mehr Akteuren an einem System oder Netzwerk die potenziellen, emergenten Ressourcen für jedes Individuum größer werden. Dies markiert eine Differenz zum Begriff der »kritischen Masse«, der sich auf die Anzahl von Subskribenten bzw. Nutzern bezieht, bei der die Nutzung eines Systems rentabel wird. Externalitäten können negativ sein – wenn man nicht »angeschlossen« ist, kann es unmöglich sein, sich

effektiv an bestimmten Arbeitsgemeinschaften oder Diskursen zu beteiligen. So wurde beispielsweise das Telefonnetz irgendwann im frühen 20. Jahrhundert eine negative Externalität für jene Unternehmen, die kein Telefon hatten. Einen ähnlichen Status hat in jüngster Zeit E-Mail in der akademischen Welt erlangt. Für manche Zwecke bilden Standards (wie Informationsstandards) wichtige Aspekte von Netzwerkexternalitäten – d.h. Nutzer von Nichtstandard-Computersystemen sind im Nachteil, wenn Netzwerkexternalitäten mit bestimmten Betriebssystemen und Datenaustauschprotokollen verbunden sind.⁴³

Derzeit ist es noch schwierig, die Rolle von Netzwerkexternalitäten in der Wurm-Community zu verstehen. Sie werden immer wichtiger, da der elektronische Zugang der primäre Zugangsweg für manche Datenformen wird und die Partizipation an allen Formen elektronischer Kommunikation zunimmt. Sehen wir uns einmal zwei Beispiele an: das WCS und allgemeine Datenrepositorien dienen generell als Element von Demokratisierung, als Mittel zur Aufrechterhaltung von Offenheit in der Gemeinschaft und als ein Mittel, der Gemeinschaft Wert zu verleihen.

Ein Ziel der Systementwicklung ist die Demokratisierung von Information, indem man den Zugang zu entscheidenden Daten durch eine einheitliche Schnittstelle ermöglicht. Doch je mehr das WCS von zentraler Bedeutung für die Community wird – entweder als Ganzes oder als durch Schlüssellabore definiertes System –, desto mehr werden diejenigen darunter leiden, die sich nicht zusammen mit den anderen anmelden können. Die »Politik der Verstärkung« besagt, dass die reichen Labore mittels dichter Netzwerkexternalitäten reicher werden, entweder durch existierende Computerinfrastruktur oder durch ihre Fähigkeit, sie mit internen Ressourcen zu beschaffen oder zu entwickeln.⁴⁴ Wenn Alternativen für das WCS über Daten aufkommen, die bei FTP-Sites und durch Gopher und Mosaic verfügbar werden, verliert dieses Problem an Bedeutung. Ein Großteil der über das WCS verfügbaren Information lässt sich inzwischen »aus dem Internet beziehen«. Gleichwohl sind die grafischen Darstellungsmöglichkeiten des WCS überlegen, und manche Formen von Datenanalyse erfordern solche Werkzeuge.

Fragen der Partizipation bleiben an mehreren Orten bestehen. Als Repositorium besetzt die Genkarte, die die relative Position der Gene auf den Chromosomen repräsentiert, eine Schlüsselposition. Die physische Karte, die geklonte Fragmente von Wurm-DNA und ihre Chromosomen-bildenden Überlappungen sichtbar macht, stellt ein weiteres Repositorium da.⁴⁵

»Da gibt es ein Zeitproblem. Du willst, dass Experten dies tun, aber du möchtest dein eigenes Ding machen und keine Datenbank unterhalten. Wenn du willst, dass sie einer globalen Gemeinschaft dient, musst du die Daten richtig definieren.« (Brad Thomas, Postdoktorand)

»Da gibt es Daten, die sollten eigentlich auf der [physischen] Karte sein, aber sie sind in Laboren auf der ganzen Welt begraben ... Als sie fragmentiert wurde, schickten die Leute Klone. Inzwischen ist sie ausgefüllt, kohärenter. Es war nicht mehr notwendig, miteinander

43 | Für eine überzeugende Analyse und ein einleuchtendes Beispiel siehe P. David: »Clio and the Economics of QWERTY«.

44 | K. L. Kraemer/J. L. King: *Computers and Local Government*.

45 | B. Schatz: »Building an Electronic Community System«.

zu kommunizieren. Früher gab es mal einen Dialog, jetzt gibt es nur noch einen Monolog. Sie machen sich gar nicht mehr die Mühe, Cambridge mitzuteilen, dass sie Gene geklont haben ... Bei der Genkarte gibt es immer noch einen Dialog.« (Ben Tullis, Postdoktorand)

Einiges von alldem hat etwas mit einem Zeitproblem zu tun; zwei Versuche für eine elektronische Pinnwand für die Wurm-Community »schliefen wegen fehlender Beiträge innerhalb von zwei Wochen wieder ein« (Bob Gates, Doktorand). Anmerkungen und Aktualisierungen sind mit Arbeit verbunden, und »man profitiert nicht unmittelbar davon« (Sara Wu, Projektleiterin). Allerdings wurden auch andere Gründe angegeben. Als der oben zitierte Postdoktorand gefragt wurde, warum der Dialog abbrach, erwiderte er:

»Da gibt es eine Kommunikationspyramide. In der Community sind etwa 600 bis 700 Personen [1991]. Ein Drittel der Community schloss sich ihr in der Zeit an, als sie noch zusammenhing und bevor sie sich fragmentierte. Diese Leute kennen also nur die zusammenhängende Karte.« (Ben Tullis, Postdoktorand)

Als diese Repositorien geschaffen wurden, gab es diese Neulinge noch nicht. Sie beteiligten sich daher auch nicht an ihrer Pflege und Weiterentwicklung. Auch der Wettbewerb wurde als Faktor genannt und mit dem oben erwähnten Zeitproblem verbunden. Ein Postdoktorand, der die Frage nach dem Abbrechen des Dialogs mitbekam, gab den folgenden Kommentar dazu ab:

»Na klar, ein [sehr bekanntes] Labor ... schickte keine Notiz [über X]. Und [ein anderes bekanntes] Labor publiziert nichts, wenn es nahe an einem Gen dran ist, an dem es arbeitet.« (Kyle Jordan, Postdoktorand)

Ein Doktorand äußert eine ähnliche Ansicht zum Datenaustausch:

»Das sofortige Aktualisieren geht nicht sehr weit. Leute, die ein unmittelbares Ergebnis zur Kenntnis geben wollen, lassen es nur eine kleine Zahl von Leuten wissen. Da herrscht mehr Konkurrenz, die Leute sind da vorsichtiger. 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. Die Leute, die es wirklich wissen müssen, wissen es längst.« (Bob Gates, Doktorand)

Das WCS unterhält zwar nicht die in diesen Darlegungen erwähnten Datenbanken oder Publikationen, würde aber einen einheitlichen Zugang und eine benutzerfreundliche Schnittstelle bieten, sobald das System installiert ist und läuft. Es verdankt einen erheblichen Teil seines Eigenwerts der Partizipation der Community. Ohne das Engagement der Community für Pflege und Aktualisierung dieser Materialien hat das WCS weder einen Wert noch die Legitimation als Kommunikations- und Kollaborationssystem.

Außerdem wird das WCS, wenn es eine eigene Nische innerhalb der Community ausbilden soll, auch eine Rolle für das Legitimieren, Dokumentieren und Verbreiten von Information einnehmen müssen. Derzeit hat eine im WCS publizierte Anmerkung in der Community nur einen unsicheren Wert:

»Ein Beitrag im WCS, das ist keine echte Publikation. Wenn man eine größere Öffentlichkeit finden will, muss man seine Sachen an die *Worm Breeder's Gazette* schicken.« (Jane Jones, Postdoktorandin)

»Man hat ein besseres Gefühl, einen Beitrag an die *Gazette* zu schicken. Wenn man eine Anmerkung ins WCS stellt, weiß man nicht, ob sie gelesen wird.« (Morris Owe, Doktorand).

Dies ist ein Problem, mit dem ähnliche Systeme bei dem Versuch rechnen müssen, auf etablierte Systeme, Repositorien usw. aufzusatteln, insbesondere wenn sie mit vielzähligen anderen Methoden für Informationsabruf und elektronische Kommunikation konkurrieren. Das ist ebenso beim Aufbau von digitalen Bibliotheken und Publikationssystemen relevant – wird das Publizieren in einer elektronischen Zeitschrift genauso viel »zählen« wie in einer gedruckten?

Paradoxien zwischen »Effizienz oder Informationsüberflutung?« betreffen uns alle. Wir stehen vor der Gefahr, ein erfolgreiches manuelles Informationsabrufsystem auf den Computer zu übertragen und dabei einen Verlust an Produktivität in Kauf zu nehmen. Viele Wirtschaftswissenschaftler haben das sogenannte »Produktivitätsparadoxon« in Firmen bei der Einführung von Informationssystemen festgestellt: Mit der Investition in IT geht oft die Produktivität zurück. Ähnliche Paradoxien sind eine echte Gefahr in der Wissenschaft mit ihren heiklen Finanzierungsprozessen, vernachlässigten Aufgabenstrukturen und unscharfen Mitteln der Produktivitätsmessung.

4. *Werkzeugbau und die Belohnungsstruktur in wissenschaftlichen Karrieren.* Wenn sich computergestützte Werkzeuge immer mehr durchsetzen, können sich Werkzeugbau und -wartung signifikant verändern. Die Spannung zwischen traditionellen Vorstellungen von Arbeit und Werkzeugbau sind – mitsamt ihren neuen Chancen – bereits in anderen akademischen Gemeinschaften beobachtet worden.⁴⁶ Bereits in der Frühzeit der Datenbank *acedb* schickte eine Person regelmäßig E-Mails wegen Programmierfehlern und mit Vorschlägen für Grafiken. Andere nutzten Daten vom WCS und konstruierten so lokale Werkzeuge, etwa annotierte Genlisten – ein Teilzeitprojekt, das im Laufe eines Jahres durchgeführt wurde. Eine andere Person plante, sich zur Werkzeugentwicklung für eine Datenvisualisierung mit einem Informatiker zusammenzutun. Viele der von uns Befragten konnten Werkzeuge nennen, die ihrer Meinung nach hinzugefügt oder perfektioniert werden sollten. Hier handelte es sich um Techniken über das Kompilieren gezielter Information bis hin zu Analysesoftware. Für diese Art von Arbeit gibt es keine eindeutigen Belohnungen, außer für die Beiträge, die das Werkzeug für die eigene Arbeit liefert. Der Biologe, der mit dem Informatiker zusammenarbeitet, bekommt in seinem eigenen Fach keinerlei »Anerkennung« dafür (er erhoffte sich eine Festanstellung zu dem Zeitpunkt, da dieses Projekt starten würde). Oder wie es ein Postdoktorand in einem Kommentar formulierte, der auf beide Seiten zutrifft: »Es gibt hundert Dinge, die sinnvoll sind, aber dafür bekommst du keinen Dokortitel.« (Jay Emmery, Postdoktorand)

46 | K. Ruhleder: *Information Technologies as Instruments of Transformation* und »Reconstructing Artifacts, Reconstructing Work« sowie J. Weedman: »Incentive Structures and Multidisciplinary Research«.

5. *Probleme dritter Ordnung adressieren.* Diese Probleme sind ein Merkmal komplexer Gemeinschaften. Sie lassen sich vielleicht in Zeiten des Wandels leichter beobachten, weil sie sich einer lokalen Lösung widersetzen. Neuartige Techniken, Situationen und Anliegen sorgen für unmittelbare Ressourcenanforderungen und Lernlücken. Diese können lokal adressiert werden. Im Lauf der Zeit verbinden sich jedoch Probleme erster und zweiter Ordnung und werfen allgemeinere Fragen auf. Sie verschieben den Nutzen einer »Lösung« aus dem lokalen Bereich in die größere Gemeinschaft.

Der elektronische Datenzugang über das WCS stellt beispielsweise nicht nur die lokale Ressourcenverteilung in Frage, sondern auch allgemeinere institutionelle Allianzen und das Muster, wie ein Beitrag zu einer wissenschaftlichen Disziplin zu erfolgen hat. Die Lösung dieser Probleme oder Konflikte (falls sie tatsächlich gelöst werden) kann zur Entstehung neuer Unterspezialisierungen, disziplinärer und beruflicher Anforderungen, Kriterien für die Arbeitsdurchführung und -bewertung sowie Belohnungsstrukturen führen. Lösungen oder »Neuanpassungen« werden nicht nur offen erfolgen, z. B. durch eine an das Campus-Computerkomitee gerichtete Petition oder eine Entscheidung, Reisemittel für die Computerausstattung eines Labors umzuwidmen. Sie können auf einer politischen Ebene durch Individuen mit hohem Interesse an der Erhaltung des Bestehenden und der Kontrolle von Ressourcen, oder aber zufällig, ja unbewusst erfolgen. So können z. B., wie bereits erwähnt, Fragen des Zugangs zum WCS und der Aufrechterhaltung einer offenen, demokratischen Struktur innerhalb der Community irrelevant werden, wenn andere Formen der Verfügbarkeit durch das Internet erleichtert werden.

DOUBLE BINDS: DAS TRANSKONTEXTUELLE SYNDROM IM NETZ

Bislang haben wir uns einfach an Batesons Typologie für das Lernen gehalten, wofür wir infrastrukturelle Barrieren und Herausforderungen kategorisiert haben. Batesons Gedanken über Lernebenen gehen auf die Kommunikationstheorie und Kybernetik zurück – sie sind Ausdruck einer Reihe dynamischer Vorgänge, und weniger einer Taxonomie. Bateson erklärt,

»daß sich die *double-bind*-Theorie mit der Erfahrungskomponente bei der Entstehung von Verwirrungen unter den Regeln oder Prämissen der Gewohnheit befasst. Ich gehe jetzt zur Behauptung über, daß erfahrene Brüche im Gewebe der Kontextstruktur in der Tat *double binds* sind und (wenn sie überhaupt etwas zu den hierarchischen Prozessen des Lernens und der Anpassung beitragen) das fördern, was ich transkontextuelle Syndrome nenne.«⁴⁷

Die formale Aussage über das Problem wird als eine logische Aussage formuliert, gemäß der Theorie der Klassifizierung von Russell und Whitehead. Im Kapitel »Die logischen Kategorien von Lernen und Kommunikation«⁴⁸ stellt Bateson fest, dass ein Kategorienfehler wie das Verwechseln des Namens einer Klasse mit einem Mitglied dieser Klasse ein logisches Paradox erzeugen wird. In der Welt der reinen Logik ist dies anscheinend ein fataler Fehler, weil solche logischen Systeme außer-

47 | G. Bateson: *Ökologie des Geistes*, S. 359.

48 | Ebd., S. 362–399.

halb von Zeit und Raum zu existieren scheinen. In der realen Welt und insbesondere in der Welt des Verhaltens, gehen die Menschen jedoch erfolgreich damit um, indem sie in vielfältigen Bezugssystemen oder mit mehreren »Weltanschauungen« arbeiten, die seriell oder parallel aufrechterhalten werden.

Erfolgen Mitteilungen auf mehr als einer Ebene gleichzeitig oder wird eine Antwort gleichzeitig auf einer höheren Ebene verlangt und auf einer tieferen Ebene verneint, entsteht ein logisches Paradox oder »double bind«. Als ein Beispiel dafür führt Bateson das »transkontextuelle Syndrom« an. Während er seine Beispiele im Laufe seiner Arbeit über Schizophrenie aus vertrauten Kontexten bezog, treten *double binds* auch in akademischen und unternehmerischen Kontexten auf. In rapide sich verändernden Umgebungen sind mittlere Manager häufig Gefangene zwischen den Zielen und Erwartungen, die vom höheren Management formuliert werden. Sie sind von den Handlungen des höheren Managements in Bezug auf Budgetzuweisung und Leistungsbewertung abhängig.⁴⁹ Offiziell mögen Unternehmen Bemühungen in Richtung »Strukturwandel« und »Mitwirkungsmöglichkeiten« fördern. Jedoch bieten sie keine Mechanismen für Mitarbeiter an, um sich an der Entscheidungsfindung zu beteiligen. Oder sie können Mitarbeiter sanktionieren, weil sie nicht aktiv lernen. Gleichzeitig weigern sich Unternehmen, Modi des Lernens und Experimentierens zu akzeptieren, die nicht ganz ihren sehr spezifischen Modellen entsprechen.⁵⁰ Oder um es mit Bateson zu formulieren: »Zwischen Kontext und Metakontext kann Inkongruenz oder Widerspruch bestehen.«⁵¹ Gibt es über einen längeren Zeitraum viele solcher Mitteilungen, kann dies buchstäblich oder bildlich zu Schizophrenie führen.⁵²

Menschen, die versuchen, sich mit komplexen elektronischen Informationssystemen zu verbinden, begegnen einer ähnlichen Diskontinuität zwischen Mitteilungsarten. In der Rhetorik der Internetnutzung hören sich »Anmelden« und »Verbinden« ausgesprochen einfach an. Und auch die Vorteile scheinen augenblicklich und weitreichend zu sein. Warum treten dann so viele Probleme auf, wenn Mitglieder der Wurm-Community sich »anzumelden« und zu »verbinden« versuchen? Warum kommt es zu so vielen Enttäuschungen bei den Versuchen, Zugang zu Information zu finden, und wie können wir diese Enttäuschungen verstehen?

Wir erkennen mehrere Arten von *double binds*. Diese ergeben sich auf zwei Ebenen oder Ordnungen, ein Phänomen, das wir das *infrastrukturelle transkontextuelle Syndrom* nennen:

1. die Kluft zwischen verschiedenen Nutzungskontexten,
2. die Kluft, die in verschiedenen Diskussionen über Computerarbeit innerhalb der Wurm-Community selbst immanent ist, und
3. die Kluft zwischen »doppelten Sprachebenen« in Design und Nutzung.

49 | A. K. Mishra/K. S. Cameron: »Double Binds in Organizations«.

50 | K. Ruhleder/B. Jordan/M. Elmes: »Learning in the »New Organization«.

51 | G. Bateson: *Ökologie des Geistes*, S. 322.

52 | Das Kind beharrt darauf, die buchstäbliche Ebene zu erkennen und den Kontext zu ignorieren oder ihn unangemessenerweise als tatsächlich zu verstehen. Die oft bemerkte Poesie in der Sprache Schizophrener ist ein Ergebnis dieser beharrlichen Weigerung – gute Dichter spielen bewusst mit transkontextuellen Zweideutigkeiten. Formal gesehen ignoriert oder überschreitet dies die Kluft zwischen Mitteilung und Metamitteilung.

Die Kluft zwischen verschiedenen Nutzungskontexten. Was für die eine Gruppe einfach ist, ist es für eine andere nicht; was Informatiker also für eine Mitteilung auf Ebene eins hielten, stellte für Nutzer ein Problem der zweiten Ebene dar, was ein *double bind* zur Folge hatte. Wenn Designer des WCS beispielsweise gefragt würden, wie man in das System gelange, könnten sie sagen: »Fahren Sie einfach X Windows hoch und laden Sie die Datei per FTP herunter.« Der Ton der Mitteilung bewegt sich eindeutig auf Ebene eins und ist ein simples »Rezept« für den UNIX-Könnler. Der relativ unwissende Nutzer muss sich jedoch auf eine andere kontextuelle Ebene begeben und herausfinden, was für ein Ding »X Windows« ist und was es bedeutet, eine Datei per FTP herunterzuladen. Eine Anleitung auf Ebene eins wird somit zu einem Komplex von Fragen auf Ebene zwei, die eng mit der Expertise des Nutzers zusammenhängen. Derartige transkontextuelle Schwierigkeiten treten häufiger auf, wenn kollaborative Systeme und Gruppensoftware für zunehmend nichthomogene Nutzergemeinschaften entwickelt werden.⁵³

Ein anderer Teil eines derartigen *double bind* ist ein unendlicher Regress von Hindernissen, wenn man sich über komplexe elektronische Informationssysteme informieren will.⁵⁴ Wenn man nicht bereits Bescheid weiß, ist es schwierig zu wissen, wie man sich diese Informationen beschaffen soll, und es ist nicht immer klar, *wie* man abstraktes Wissen von einem System zum anderen übertragen kann. Was für eine Person auf der Hand liegt, ist für eine andere nicht offenkundig – die Grade von Offenkundigkeit sind unendlich und bilden komplexe *binds*. So gibt es beispielsweise kein einziges Buch, das Computer oder Computerarbeit im Netzwerk von Grund auf erklärt. Die einzige Zugangsmöglichkeit besteht darin, die Kontexte komplett zu wechseln und enger mit denen zusammenzuarbeiten, die bereits Bescheid wissen, sodass man Mitglied einer Gemeinschaft wird.⁵⁵ Dies erklärt vielleicht die Stärke des in Skandinavien beliebten Modells der partizipativen Softwareentwicklung, bei dem Designer und Nutzer so lange zusammenarbeiten, bis sie auf allen Interaktionsebenen einen gemeinsamen Kontext entwickeln.⁵⁶ Gleichzeitig erklärt es vielleicht auch die Schwierigkeit, das Modell außerhalb von Skandinavien zu erläutern oder populär zu machen, da sich dessen Arbeitskontext doch erheblich von dem der USA oder von anderen Teilen Europas unterscheidet.⁵⁷

Die Kluft, die in verschiedenen Diskussionen über Computerarbeit innerhalb der Wurm-Community selbst immanent ist. Innerhalb der Wurm-Community gibt es einen *double bind* zwischen Ebene zwei und Ebene drei. Genauso, wie Aussagen auf der ersten Ebene Fragen auf der zweiten Ebene erzeugen können, können Diskussionen auf Ebene zwei Probleme höherer Ordnung eröffnen. Diskussionen über die Wahl von Softwarepaket oder Betriebssystem werden zu Diskussionen

53 | J. Grudin: »Obstacles to User Involvement in Software Product Development« und »Groupware and Social Dynamics« sowie R. Markussen: »Dilemmas in Cooperative Design«.

54 | R. Markussen: »Constructing Easiness«.

55 | L. Suchman/R. Trigg: »Understanding Practice« und L. Suchman/R. Trigg/F. Halasz: »Supporting Collaboration in Note-Cards«.

56 | P. Ehn: *Work-Oriented Design of Computer Artifacts*.

57 | Partizipatorische Softwareentwicklung hat überdies eigene immanente Schwierigkeiten. Vgl. hierzu R. Markussen: »Dilemmas in Cooperative Design« und J. Nyce/J. Lowgren: »Toward Foundational Analysis in Human-Computer Interaction«.

über Ressourcenzuweisung, Dateninterpretation und Netzwerkexternalitäten. Sehen wir uns noch einmal den Fall des Herunterladens einer Datei mit FTP an. Aus der community-internen Diskussion darüber, wie man etwas über FTP oder Alternativen wie Gopher erfährt, werden Fragen des Zugangs in allen Laboren, der Datenbankpflege und Datenverlässlichkeit sowie zu Normen und Belohnungen für Datenbankbeiträge.

Diese Probleme sind für »ältere« Mitglieder einer ziemlich neuen Community besonders schmerzlich. Denn die Älteren erkennen, dass technische Wahlmöglichkeiten und Entscheidungen auf der zweiten Ebene – Bewertungen der Reaktionsmöglichkeiten auf Signale von Ebene eins – die Fähigkeit besitzen, Probleme dritter Ordnung dramatisch zu beeinflussen. Die Bedenken in der Wurm-Community gelten Veränderungen ihrer Zusammensetzung, wenn »Außenseiter« dazustoßen, und dem, was dies für Dateninterpretation und Werkzeugkonstruktion bedeutet. Diese Bedenken gelten den vielfältigen Rollen, die die Forschung über den Organismus spielt, z. B. ob sie einem »Selbstzweck« folgt oder aber auf einen Modellorganismus für die Human Genome Initiative zielt. Werkzeuge, die auf Probleme der zweiten Ebene ausgerichtet sind, prägen grundlegend Optionen, die der Disziplin offenstehen, wenn sie Fragen der dritten Ordnung anspricht und umfassende konzeptuelle Richtungen vorgibt.

Doppelte Sprachebenen in Design und Nutzung. Bei in sich widersprüchlichen Aspekten des Systems kann es *double binds* zwischen formalen Systemeigenschaften und informellen kulturellen Praktiken geben. Die Sprache des Designs konzentriert sich auf die technische Kapazität, die Sprache der Nutzung hingegen auf Effektivität. Mike Robinson stellt fest, dass für Systeme, die elektronischen Support für Computer-Supported Cooperative Work anbieten, nur diejenigen Anwendungen erfolgreich sind, die gleichzeitig die formale Ebene des Rechnens und die informelle Ebene von Arbeitsplatz und Kultur berücksichtigen.⁵⁸ Dieses Problem gibt es nicht nur in diesem Bereich. Les Gasser beispielsweise hat herausgefunden, dass eine Vielfalt von improvisierten Lösungen (*workarounds*) entwickelt werden, um die Starrheit (und die Begrenzungen) eines Transaktionssystems zu überwinden.⁵⁹ So kreierten die Nutzer eines Verarbeitungssystems von Versicherungsansprüchen einen ausgeklügelten und informellen Komplex von Verfahren, die Alternativen und Widersprüche artikulierten.⁶⁰ Hierfür gibt es eine Vielzahl weiterer Beispiele.

Obwohl keine dieser Untersuchungen die Probleme und Lösungen als Hinweise auf einen *double bind* erkannt hat, kann jedes Problem und jede Lösung mit diesem Begriff ausgedrückt werden. Die »Sprache« der Designer ist auf die technische Repräsentation eines bestimmten Datensatzes (d.h. auf Kundendatensätze) und auf die Effizienz ihrer Verarbeitung fixiert, um eine bestimmte Vorgabe zu erfüllen (d.h. die Verarbeitung von Ansprüchen). Die »Sprache« der Nutzer ist auf das Bedürfnis fixiert, zwischen widersprüchlichen Blickpunkten zu vermitteln (z. B. zwischen Ärzten und Repräsentanten großer Kundengruppen) und effektive Arbeitsabläufe an ihren eigenen Arbeitsplätzen zu entwickeln. Wanda Orlikowski stellt die Konzeptualisierung von Software-Designmethoden und -werkzeugen im

58 | M. Robinson: »Double-level Languages and Co-operative Working«.

59 | L. Gasser: »The Integration of Computing and Routine Work«.

60 | E. Gerson/S. L. Star: »Analyzing Due Process in the Workplace«.

engeren Sinne als Sprachen dar⁶¹ und untersucht zusammen mit Cynthia Beath die Folgen nichtgeteilter Sprachen oder organisatorischer Barrieren für die volle Partizipation von Nutzern.⁶²

Dieser *double bind* besteht auch in der Diskussion über »Mac kontra UNIX«, gerade hinsichtlich dessen, was sie für den Kampf der wissenschaftlichen Kulturen zwischen Biologen und Informatikern bedeutet. Auf einer Ebene ist dies eine Diskussion über Betriebssysteme. Auf einer anderen Ebene ist dies repräsentativ für zwei Weltanschauungen und Wertekomplexe hinsichtlich der Beziehung zwischen Technik und Arbeit; der Konflikt betrifft die Beziehung zwischen dem Werkzeug und seinen Nutzern. Im Fall des WCS konzentrierten sich die Designer auf Charakteristika technischer Eleganz und Raffinesse, etwa wie sich ein Mechanismus für ein kontinuierliches Update der *Gazette* konstruieren ließe oder wie sich Hypertextmöglichkeiten voll ausnutzen ließen. Doch ein konstantes Informationsupdate wirkt den informellen Mechanismen der Biologen für Distribution, Verarbeitung und Integration von Informationen entgegen. Denn die Biologen waren weniger an zusätzlichen Schichten komplexer Hypertextverknüpfungen interessiert als an simplen Möglichkeiten wie dem Ausdrucken von Teilen der Genkarte, die sie zu ihren Laborarbeitstischen zurückbringen, aufhängen, in ein Notizbuch übertragen und in ihren Arbeitsabläufen leicht mit Anmerkungen versehen konnten.

Zusammenfassung und Empfehlungen für die Adressierung von *double binds*

Hinter dem WCS – und der angestrebten kollaborativen Entwicklung, die die Voraussetzungen für dieses und andere Projekte schuf⁶³ – steht der Wunsch, nicht nur Bemühungen zur wissenschaftlichen Kollaboration zu unterstützen, sondern auch »ideale Gemeinschaften« mit reichhaltiger Kommunikation und nahtlosem universalem Informationszugang zu fördern. Das WCS besaß den Vorteil, dass es mit einer Community startete, in der viele dieser Normen bereits galten und deren geringe Größe einen relativ kohärenten Zusammenhalt stiftete. Die Community hatte ein engagiertes Designteam, das das Zielgebiet kannte. Sie verfügte auch über eine Population interessierter Nutzer. Und doch erreichte das WCS nie seine ursprünglichen Ziele, und während es einigen tatsächlich als Kommunikations- und Informationsplattform dient, hielten andere die Barrieren für lokal unüberwindbar oder das System an sich für überflüssig.

Wann wird das WCS zur Infrastruktur? Die Antwort lautet: in seiner ursprünglichen Form aus den oben dargestellten Gründen wahrscheinlich nie. Die Entwicklung des Systems und seine Integration in die Community konnten die *double binds* nicht überwinden, die im Kontext der Systemimplementierung und -nutzung auftraten. Und seine Entwicklung konnte auch nicht die Auswirkungen anderer Technologien wie Gopher und Mosaic negieren. Da es großenteils aus einer Reihe von »Bausteinen« konstruiert wurde, die aus anderen Quellen zur Verfügung standen, war es leicht genug, diese Bausteine anderswo zusammenzubauen oder zu

61 | W. Orlikowski: »CASE Tools as Organizational Change«.

62 | C. Beath/W. Orlikowski: »The Contradictory Structure of Systems Development Methodologies«.

63 | J. Lederberg/K. Uncapher: »Towards a National Collaboratory«.

duplizieren. Aber das WCS und andere Systeme, die auf diesem Kollaborationsmodell basieren, können von unserer Analyse profitieren. Organisationen, die an der Entwicklung großangelegter Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen interessiert sind – seien es formelle Unternehmen oder lose verbundene akademische Gemeinschaften –, können mit etwas Anstrengung den Entwicklern auf halbem Wege entgegenkommen. Nachdem wir verschiedene Beispiele von *double binds* ermittelt haben, auf denen das Scheitern von WCS basierte, möchten wir positive Maßnahmen vorschlagen. Im Folgenden geben wir zwei Empfehlungen ab, wie sich *double binds* adressieren lassen.

1. *Die Rolle interdisziplinärer Entwicklungsteams.* Eines der Hauptprobleme bei *double binds* besteht darin, dass sie zunächst einmal nur schwer zu erkennen sind: Individuen, die in eine bestimmte Situation verstrickt sind, können vielleicht Beispiele dieses transkontextuellen Syndroms nicht wahrnehmen. Und sobald ein *double bind* erkannt ist, besteht die nächste Hauptschwierigkeit darin, ihn so zu artikulieren, dass die andere Partei ihn als Problem erkennt. Macht- und Autoritätsdynamiken sind hier bedeutsam. In Familien könnte ein Elternteil die liebevolle Zuneigung des Kindes abweisen, und wenn sich das Kind zurückzieht, wird ihm vorgeworfen, es würde seine Eltern nicht lieben. Das Kind ist vielleicht nicht immer imstande, diesen Widerspruch zu analysieren und zu korrigieren, genau wie Angestellte vielleicht nicht wirklich die Kraft haben, Probleme in einer Unternehmensumgebung anzusprechen, die sie offenkundig dazu ermächtigt. Ja, Manager können sogar die »falsche« Art von ermäßigtem Verhalten subtil sanktionieren. Nutzer erhalten oft computergestützte Werkzeuge, die für sie entweder umständlich oder schlecht erklärt sind; wenn sie sich der Nutzung widersetzen, werden sie als »technikresistent« abgestempelt.⁶⁴

Ein vergleichbares Phänomen in der Computerwelt würde in der folgenden Situation zutage treten: Entwickler oder Systemadministratoren bestreiten, dass technische Schwierigkeiten bei Arbeitspraktiken und Gemeinschafts-Standards eigentlich konzeptuelle Probleme darstellen würden. Damit einhergehend kaschieren sie ein Unvermögen auf Seiten der Nutzer, die Komplexität ihres Arbeitsbereichs, ihre verborgenen Annahmen und ein Erkennen der verschiedenen Motive beteiligter Interessenvertreter. Wenn wir von Designern erwarten, dass sie sich über die formellen und informellen Aspekte des Nutzerbereichs informieren und lernen, »ihre Sprache zu sprechen«, dann müssen wir von den Nutzern verlangen, den Designern auf halbem Weg entgegenzukommen, indem sie deren Sprache erlernen und ein Verständnis für den Designbereich entwickeln. Falls Designer zu Unrecht annehmen, dass alle Nutzererfordernisse sich formal erfassen und kodifizieren lassen, erwarten Nutzer oft ebenso zu Unrecht »Patentlösungen« – technische Systeme, die soziale oder organisatorische Probleme lösen werden.

64 | M. L. Markus: »Power, Politics, and MIS Implementation«; M. L. Markus/N. Bjørn-Andersen: »Power over Users« und D. Forsythe: »Blaming the User in Medical Informatics«. Ein ähnliches Phänomen gibt es in der Medizin, nämlich in Studien über »Patienten-Compliance«, die die infrastrukturellen und politischen Merkmale der Medizin an sich nicht berücksichtigen. Vgl. z. B. A. Strauss: *Where Medicine Fails* und A. Strauss et al.: *Social Organization of Medical Work*.

Im Grunde wird wohl keine der beiden Seiten schuld an dieser Problematik sein. Oft liegt es an einer Fehlkommunikation, die zu den *double binds* der Sprache führt, sowie am Kontext, in dem sich der Prozess des Designs bzw. der Nutzung abspielt. Das Aufkommen fachübergreifender Entwicklungsteams kann helfen, Aspekte des oben ermittelten transkontextuellen Syndroms abzuschwächen, wobei Ethnografen Nutzern und Designern dabei helfen, die kontextuelle Trennlinie zu überwinden. »Du kannst das von der und der FTP-Site herunterladen« könnte dann durchaus abgelöst werden von »Ich kann dir die FTP-Adresse geben, aber die Art von Daten, die du bekommst, wird nicht detailliert genug sein für das, was du damit anfangen möchtest.« Durch ein gemeinsames Verstehen der formellen computerbezogenen Ebene – traditionell dem Bereich der Computerprogrammierer und der Systemanalytiker entsprechend – und der informellen Ebene der Arbeitsplatzkultur werden *double binds* vielleicht leichter festgestellt. Dies setzt voraus, dass alle Teammitglieder lernen, die verschiedenen Ordnungen oder Ebenen, denen eine Mitteilung angehören könnte, korrekt zu erkennen. Diese Gemeinsamkeit erfordert allerdings institutionelle Kontexte, die diese Art von Zusammenarbeit unterstützen und sogar belohnen.

2. *Technische Nutzerausbildung (technical user education)*. Viele Elemente der »Computerinfrastrukturen«, die in den akademischen und den Unternehmensgemeinschaften entstehen, sind nicht individuell gefertigt. Sie bestehen aus lokal entwickelten Anwendungen, angepassten oder serienmäßig produzierten Softwarepaketen, lokalen Netzwerken und dem Internet, kommerziellen Online-Diensten und »Shareware« wie Mosaic und Netscape. Ihre Stabilität, Wartungsfreundlichkeit, Interoperabilität und der Supportzugang schwankt erheblich. Doch um in zunehmend computergestützten Umgebungen effektiv arbeiten zu können, müssen Einzelpersonen in der Lage sein, komplexe Konfigurationen technischer Ressourcen auszuhandeln. Brian Pentlands Analyse von Softwarehotlines bestätigt diese Komplexität: »Software-Support ist eine Aktivität, die sich im ›Versuchsstadium‹ von Technik abspielt, an der Grenze zwischen dem Bekannten und dem Unbekannten.«⁶⁵ Supporttechniker und ihre Kunden sprechen oft zwei grundverschiedene Sprachen, und ein erfolgreicher Support erkennt diese Realität und geht geschickt damit um.⁶⁶ Das Entstehen von neuen Akteuren, z. B. lokalen »Maßanfertigern« (*tailors*)⁶⁷ und »Technologievermittlern« (*technology mediators*)⁶⁸ kann eine Verbindung zwischen relativ unspezifischen Technologien und ihrer lokalen Interpretation und Anwendung schaffen.

Den Menschen wird erklärt, sie müssten sich an neue Technologien anpassen und sich technisch weiterbilden. Doch Training und Unterstützung vermitteln ihnen nur selten die notwendige Grundlage, um sich zusammen mit der Infrastruktur weiterzuentwickeln. Trainingssitzungen, Online-Tutorials und Benutzerhandbücher konzentrieren sich auf eine Reihe von Fertigkeiten, die sich auf bestimmte Anwendungen beschränken, und erfolgen außerhalb des Kontexts der konkreten Arbeit.⁶⁹ Computer-Supportzentren assistieren in Einzelfällen vielleicht vor Ort,

65 | B. Pentland: »Bleeding Edge Epistemology«.

66 | F. Heylighen: »Design of a Hypermedia Interface«.

67 | R. Trigg/S. Bødker: »From Implementation to Design«.

68 | K. Okamura et al.: »Helping CSCW Applications Succeed«.

69 | R. A. Bjork: »Institutional Impediments to Effective Training«.

neigen aber zu reaktivem Verhalten, und vermitteln nur jeweils eine Lösung, ohne jede kontextuelle Verbindung zu den technischen Problemen der Nutzer. Oder um Batesons Vokabular anzuwenden: Sie zielen zwar darauf ab, den Personen die Fähigkeiten zur Adressierung technischer Probleme erster Ordnung zu vermitteln. Aber dies passiert, obwohl umfassendere Herausforderungen – etwa ob die Implementierung einer bestimmten Groupware-Technologie der lokalen, beruflichen oder globalen strategischen Ausrichtung entspricht – vielleicht konzeptuelle Fertigkeiten zweiter oder dritter Ordnung erfordern.

Rahmenkonzepte für verschiedene Ebenen von »Computerkompetenz« existieren bereits in den Informatik- und Pädagogikgemeinschaften. Was fehlt, sind institutionelle Mechanismen, die Einzelpersonen zu unterstützen – egal, ob die »Institution« ein Wirtschaftsunternehmen, eine Universität oder eine wissenschaftliche Disziplin ist. Während die Institutionen erstens spezifische Fertigkeiten vermitteln, sollten sie diese jedoch in einen technischen Kontext integrieren, der Nutzern eine Übertragung auf die nächste und übernächste Anwendung ermöglicht. Zweitens müssen Institutionen Nutzern bei der Entwicklung und Pflege der Computerkompetenz assistieren. Auf diese Art und Weise soll Verständnis und Adressierung von Problemen zweiter und dritter Ordnung ermöglicht werden – eine Art von Lernen, das durch laufenden Dialog und Experimentieren geschieht. Diese Kompetenz muss mit einem Verständnis der sich entwickelnden Arbeitspraktiken verbunden sein, sowohl auf lokaler Ebene als auch umfassender innerhalb der jeweiligen Organisation. Schließlich brauchen auch Organisationen Mechanismen, die die Arbeit lokaler Maanfertiger und Vermittler legitimieren und belohnen.

Diese institutionellen Mechanismen können zum Teil bewusst konstruiert sein. Aber damit sie zusammen mit der sich entwickelnden Nutzerexpertise und einer entstehenden Basis von Computertechnologien dynamisch wachsen können, müssen sie auf einer Vorstellung von Organisationen als komplexen Gemeinschaften basieren, in denen sich das Lernen innerhalb lokaler Praxisgemeinschaften abspielt.⁷⁰ Die Etablierung und Nutzung unterschiedlicher Techniken muss in einem größeren Kontext erfolgen, der ständig von den Teilnehmern innerhalb der verschiedenen Praxisgemeinschaften einer Organisation konkretisiert wird. Der Erfolg von arbeitsunterstützenden Systemen gründet sich auf der Erschaffung von gemeinsamen Objekten und Praktiken, Grenzobjekten und Infrastrukturen.⁷¹ Die Nutzung des WCS beispielsweise beruht auch weiterhin auf den komplexen Interaktionen zwischen einer Vielzahl kleiner und großer Gemeinschaften: dem WCS-Entwicklungsteam, einer nichthomogenen Zielpopulation (der Wurm-Community), lokalen System-Supportgruppen, entfernten Datensammlungen und Distributionszentren. Sie alle stellen bestehende, sich teilweise überlappende Praxisgemeinschaften dar. Diskontinuierliche Interaktionen, ungleiche Partizipation sowie Aufkommen und fortwährender Aufschwung konkurrierender Technologien tragen dazu bei, dass das WCS nicht imstande ist, als Grenzobjekt aufzutauchen (*emerge*) oder ganz als Infrastruktur abzutauchen (*submerge*).

70 | J. Lave/É. Wenger: *Situated Learning* und S. L. Star (Hg.): *The Cultures of Computing*.

71 | S. L. Star/J. R. Griesemer: »Institutional Ecology, »Translations« and Boundary Objects« und S. L. Star: »The Structure of Ill-Structured Solutions«.

ORGANISATORISCHE UMGEBUNG: GEMEINSCHAFTEN UND GROSSANGELEGTE INFRASTRUKTUR

Mithilfe der vorangegangenen Analyse möchten wir nun ein Verständnis des Verhältnisses von Gemeinschaft und Netz entwickeln, und dieses als Beispiel der komplexen Entstehung von Infrastruktur beschreiben. In der Diskussion über wissenschaftliche elektronische Gemeinschaften ist das Verschmelzen von Medium und Botschaft problematisch – ein Problem, das neben *double bind* und transkontextuellem Syndrom existiert. Wissenschaftler leben nicht »im Netz«. Sie nutzen es allerdings zunehmend intensiver. Die Partizipation ist für das berufliche Weiterkommen zunehmend obligatorisch. Ein sich rapide ändernder Komplex von Informationsressourcen verändert dabei die Konstellation der »Nutzer« und »Provider« von Information radikal.⁷² Gleichmaßen nimmt die Verbindungsdichte zu und die infrastrukturelle Entwicklung schreitet mit atemberaubender Geschwindigkeit voran. Diese Entwicklung verläuft ungleichmäßig. Sie stellt eine interessante Mischung aus lokaler Politik und lokalen Praktiken sowie Online- und Offline-Interaktionen dar. Die infrastrukturelle Entwicklung weist sich ständig verschiebende Grenzen zwischen Arbeitsgebieten, Kohorten und Karrierestufen, physischer, virtueller und materieller Kultur auf. Sie ist zunehmend von vordringlichen und interessanten Größenordnungsproblemen gekennzeichnet.

Die vielfältigen Bedeutungen, die das WCS für unterschiedliche Gruppen und Individuen annimmt, sind sinnvolle Beispiele für die Herausforderungen, vor die uns »das Netz« stellt. Aus einer Perspektive passt das WCS gut zur kognitiven Karte des Wissenschaftlers und ihres Informationsgehalts: mit Links zwischen disparaten Teilen, grafischen Darstellungen, Detailschichten usw. Doch relativ wenige Wurmbiologen haben sich beim WCS »angemeldet«, selbst wenn die Community als solche rapide wächst. Das scheinbare Paradox, dass die von uns Befragten sich dafür entschieden, lieber Gopher, Mosaic und andere einfachere, öffentlich zugängliche Systeme als das WCS zu nutzen, hängt mit einer Art von *double bind* im größeren Maßstab zusammen.

Wer das maßgeschneiderte, leistungsfähige WCS mit seiner bequemen Schnittstelle akzeptiert, nimmt an der Schnittstelle von Arbeitsgewohnheiten, Computernutzung und Laborressourcen Unbequemlichkeiten in Kauf. Seine Anschaffung widerspricht Mustern der Ressourcenzuweisung: Laufende Nutzung und Support erfordern die Investition in veränderte Gewohnheiten und Infrastruktur. Demgegenüber ist das World Wide Web von zahlreichen Terminals und Verbindungen aus zugänglich, und Internetsupport steht an den meisten akademischen Institutionen und durch relativ preiswerte kommerzielle Dienste bequem zur Verfügung.

Das WCS dient, gerade im größeren Kontext, seiner Community weniger gut als alternativ aufkommende Infrastrukturen. Wissenschaft ist eine integrative und permutierbare Praxis und verlangt eine komplementäre Infrastruktur.⁷³ Die Konstruktion des WCS integriert zwar eine große Anzahl von Materialien, aber auf eine eingeschränkte Weise. Labornotizbücher stellen demgegenüber äußerst offene und

72 | J. E. Klobas: »Networked Information Resources«.

73 | K. Ruhleder/J. L. King: »Computer Support for Work Across Space, Time and Social Worlds«.

integrative Dokumente dar.⁷⁴ Obwohl sich Computerinfrastrukturen wie Gopher, FTP-Sites usw. zwar noch auf einer sehr primitiven Ebene befinden, entsprechen sie eher diesem integrativen Modell und wachsen mit phänomenaler Geschwindigkeit. Im Kontrast dazu ist das WCS ein relativ geschlossenes System. Aus diesen Gründen und trotz aller Frustrationen wegen fehlender Index- und Suchmöglichkeiten dominiert die Nutzung von Gopher und Mosaic in der Welt von *C. elegans*.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Kann ein organisatorisches Supportsystem entwickelt werden, das die Koordination großangelegter Projekte ermöglicht, Neulingen Navigationshilfen anbietet und dabei eine informelle, eng verbundene Gemeinschaft oder geschlossene Organisationskultur bewahrt? Wenn eine Struktur nicht a priori integriert ist, wie entsteht sie dann nachträglich? Genauso wie das WCS geografische und disziplinäre Grenzen in der Wurm-Community überbrücken sollte, werden derzeit Groupware und verwandte Technologien als Infrastrukturen konstruiert, um Mitglieder einer Organisation bei der Überbrückung physischer, zeitlicher und funktioneller Grenzen zu unterstützen.

Erfahrungen mit Groupware legen die Vermutung nahe, dass sich stark strukturierte Anwendungen für die Zusammenarbeit nicht in lokale Arbeitspraktiken integrieren lassen.⁷⁵ Vielmehr führen Experimente im Lauf der Zeit zu einer komplexen Konstellation von lokal angepassten Anwendungen und Repositorien, die mit Inseln lokalen Wissens verbunden sind. Anwendungen und Expertise werden mit Elementen der formalen Infrastruktur verflochten und erzeugen einen einzigartigen sich entwickelnden Hybriden. Diese Entwicklung wird durch jene Elemente der formalen Struktur ermöglicht, die die Redefinition lokaler Rollen und das Aufkommen von Praxismgemeinschaften unterstützen, die sich anhand spezifischer Technologien und Probleme formieren. Diese Beobachtungen deuten auf Forschungsströmungen hin, die weiterhin untersuchen, wie sich Infrastrukturen im Lauf der Zeit entwickeln und wie eine »formelle«, geplante Struktur mit einer »informellen«, lokal aufkommenden Struktur verschmilzt oder von ihr abgelöst wird.

Die miteinander konkurrierenden Anforderungen von Offenheit und Formbarkeit erzeugen in Verbindung mit Struktur und Steuerbarkeit eine faszinierende Designherausforderung – und sogar eine neue Wissenschaft. Das Aufkommen einer Infrastruktur – das »Wann« ihrer vollständigen Transparenz – ist somit »organisch«. Es entwickelt sich mit der Gemeinschaft und ihrer Übernahme von Infrastruktur als etwas Natürlichem. Dies hat neue Formen und Konventionen zur Folge, die wir uns noch nicht vorstellen können. Gleichzeitig ist es in technischer Hinsicht höchst anspruchsvoll und erfordert neue Formen von Berechenbarkeit, die ebenso sozial situiert wie abstrakt genug sind, um sich durch Zeit und Raum zu bewegen.⁷⁶ Joseph Goguen und Marine Jirotko haben diese neuen Formen vor kur-

74 | G. A. Gorry et al.: »The Virtual Notebook System™«.

75 | K. Ruhleder/B. Jordan/M. Elmes: »Learning in the »New Organization««.

76 | J. L. Eveland/T. Bikson: »Evolving Electronic Communication Networks« und M. Feldman: »Constraints on Communication and Electronic Messaging«.

zem als »abstrakt situierte Datenarten« für die Anforderungsanalyse bezeichnet. Sie stellen fest, dass aus dieser Perspektive die Anforderungstechnik tatsächlich zur »Versöhnung von technischen und sozialen Problemen« wird.⁷⁷

Am Ende hat es den Anschein, als ob organisatorische Veränderung und die Auflösung in Infrastruktur meist sehr langsame Prozesse sind. Lokale und großangelegte Rhythmen von Veränderung sind oft nicht aufeinander abgestimmt. Um wirklich so etwas wie einen nationalen oder globalen Informationsraum zu erzeugen, wird die allerneueste Sozialwissenschaft und Informatik benötigt. Das durch die Ethnografie gewonnene langfristige Verständnis und die durch die Informatik ermöglichten komplexen Indizierungs-, Programmierungs- und Übertragungsaufgaben kommen hier zusammen. Sie reißen traditionelle Fachgrenzen ein und reflektieren die wahre Beschaffenheit des Problems: Wann existiert eine Ökologie von Infrastruktur?

DANK

Das WCS wurde teilweise durch Fördermittel der National Science Foundation finanziert (IRI-90-15047, IRI-92-57252 und BIR-93-19844) und hat derzeit seinen Sitz am Community Systems Laboratory (CSL), das der Graduate School of Library and Information Science und dem National Center for Supercomputing Applications an der University of Illinois, Urbana-Champaign, angeschlossen ist. Zusätzliche Fördermittel wurden von der University of Arizona und der University of Illinois bereitgestellt. Die Projektleiter Bruce Schatz und Sam Ward sowie die Entwickler Terry Friedman und Ed Grossman haben sich großzügigerweise viel Zeit genommen und uns mit Kommentaren sowie dem Zugang zu Daten und Sitzungen unterstützt. Wir danken auch unseren anonymen Befragten für ihre Teilnahme und ihr Verständnis. Frühere Fassungen dieses Aufsatzes wurden auf der *Conference on Computing in the Social Sciences* 1993, auf der *CSCW* 1994 und der *ASIS* 1995 vorgetragen. Karen Ruhleder dankt Michael Elmer für eine interessante Diskussion über *double binds* in Organisationen sowie Sam Politz und den Doktorandinnen an seinem Wurmlabor am Worcester Polytechnic Institute dafür, dass sie ihr beigebracht haben, wie man Würmer sammelt und züchtet und wie man DNA mit einem Gel analysiert. Hilfreiche Erkenntnisse und Kommentare verdanken wir Marc Berg, Geoffrey Bowker, Nick Burbules, Tom Jewett, Alaina Kanfer, Rob Kling, Jim Nyce, Kevin Powell und Stefan Timmermans. Susan Leigh Stars Arbeit wurde auch vom Program in Culture Values and Ethics und von der Advanced Information Technologies Group an der University of Illinois sowie vom Institute for Research on Learning in Palo Alto und durch ein Professional Development Grant der NSF gefördert. Die Autorinnen danken ferner John Garrett vom CNRI; Tone Bratteteig, Pål Søregaard, Eevi Beck, Karl Thoresen, Ole Hanseth, Eric Monteiro und der Internet Project Working Group am Institut für Informatik der Universität Oslo; Yrjö Engeström, Chuck Goodwin und Dick Boland für Diskussionen und Problemstellungen in Bezug auf das Konzept von Infrastruktur. Die Darstellung der Dimensionen von Infrastruktur wurde teilweise in einem E-Mail-

77 | J. Goguen: »Requirements Engineering as the Reconciliation of Technical and Social Issues« und M. Jirotko/J. Goguen: *Requirements Engineering: Social and Technical Issues*.

Dialog zwischen Star und Garrett entwickelt, dem wir für seine Hilfe und sein Verständnis danken. Pauline Cochrane und die Studierenden in ihrem Seminar zu »Information Retrieval« lieferten sehr hilfreiche Kommentare, für die wir ihnen ebenso wie Laura Shoman danken.

LITERATUR

- Anderson, William L./Crocca, William T.: »Engineering Practice and Codevelopment of Product Prototypes«, in: *Communications of ACM* 36/6 (1993), S. 49–56. <https://doi.org/10.1145/153571.256015>
- Barlow, John Perry: »Is There a There in Cyberspace?«, in: *Utne Reader* 68, März/April 1995, S. 53–56.
- Bateson, Gregory: *Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1985.
- Beath, Cynthia/Orlikowski, Wanda: »The Contradictory Structure of Systems Development Methodologies: Deconstructing the IS-User Relationship in Information Engineering«, in: *Information Systems Res.* 5/4 (1994), S. 350–377. <https://doi.org/10.1287/isre.5.4.350>
- Becker, Howard S.: *Art Worlds*, Berkeley, CA: University of California Press 1982.
- Bjork, Robert A.: »Institutional Impediments to Effective Training«, in: Daniel Druckman/Robert A. Bork (Hg.), *Learning, Remembering, Believing: Enhancing Human Performance*. Washington, D. C.: National Academy Press 1994, S. 295–306.
- Bødker, Susanne: *Through the Interface*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum 1991.
- Bowker, Geoffrey C.: »The Universal Language and the Distributed Passage Point: The Case of Cybernetics«, in: *Social Studies of Science* 23/1 (1993), S. 107–127. <https://doi.org/10.1177/030631293023001004>
- Bowker, Geoffrey C.: »Information Mythology and Infrastructure«, in: Lisa Bud-Frierman (Hg.), *Information Acumen: The Understanding and Use of Knowledge in Modern Business*, London: Routledge 1994, S. 231–247.
- Brown, John Seely/Duguid, Paul: »Borderline Issues: Social and Material Aspects of Design«, in: *Human-Computer Interaction* 9/1 (1994), S. 3–36.
- Bucciarelli, Louis L.: *Designing Engineers*, Cambridge, MA: MIT Press 1994.
- David, Paul: »Clio and the Economics of QWERTY«, in: *American Economic Review* 75/2 (1985), S. 332–337.
- Davies, Lynda/Mitchell, Geoff: »The Dual Nature of the Impact of IT on Organizational Transformations«, in: Richard L. Baskerville/Ojelanki Ngwenyama/Steve Smithson/Janice DeGross (Hg.), *Transforming Organizations with Information Technology*, Amsterdam u. a.: North Holland 1994, S. 243–261.
- Ehn, Pelle: *Work-Oriented Design of Computer Artifacts*, Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum 1988.
- Ellis, Clarence A./Gibbs, Simon J./Rein, Gail: »Groupware: Some Issues and Experiences«, in: *Communications of ACM* 34/1 (1991), S. 38–58. <https://doi.org/10.1145/99977.99987>
- Engeström, Yrjö: »When Is a Tool? Multiple Meanings of Artifacts in Human Activity«, in: Ders., *Learning, Working and Imagining*, Helsinki: Orienta-Konsultit Oy 1990.

- Eveland, John D./Bikson, Tora: »Evolving Electronic Communication Networks: An Empirical Assessment«, in: *Office: Technology and People* 3/2 (1987), S. 103–128.
- Feldman, Martha: »Constraints on Communication and Electronic Messaging«, in: *CSCW '86: Proceedings of the 1986 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, New York: ACM 1986, S. 73–90.
- Forsythe, Diana: »Blaming the User in Medical Informatics: The Cultural Nature of Scientific Practice«, in: David Hess/Linda Layne (Hg.), *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Technology* 9, Greenwich, CT: JAI Press 1992, S. 95–111.
- Gasser, Les: »The Integration of Computing and Routine Work«, in: *ACM Trans. Office Information Systems* 4/3 (1986), S. 205–225. <https://doi.org/10.1145/214427.214431>
- Gerson, Elihu M./Star, Susan L.: »Analyzing Due Process in the Workplace«, in: *ACM Trans. Office Information Systems* 4/3 (1986), S. 257–270. <https://doi.org/10.1145/214427.214431>
- Giddens, Anthony: *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*, Berkeley/Los Angeles, CA: University of California Press 1984.
- Goguen, Joseph: »Requirements Engineering as the Reconciliation of Technical and Social Issues«, in: Marine Jirotko/Joseph Goguen (Hg.), *Requirements Engineering: Social and Technical Issues*, New York: Academic Press 1994, S. 1–31.
- Gorry, G. Anthony/Long, Kevin B./Burger, Andrew M./Jung, Cynthia P./Meyer, Barry D.: »The Virtual Notebook System™: An Architecture for Collaborative Work«, in: *J. Organizational Computing* 1/3 (1991), S. 223–250.
- Grudin, Jonathan: »Obstacles to User Involvement in Software Product Development, with Implications for CSCW«, in: *International J. Man-Machine Studies* 34/3 (1991), S. 435–452.
- Grudin, Jonathan: »Groupware and Social Dynamics: Eight Challenges for Developers«, in: *Comm. ACM* 37/1 (1994), S. 92–105.
- Hewitt, Carl: »Offices Are Open Systems«, in: *ACM Trans. Office Information Systems* 4/3 (1986), S. 271–287. <https://doi.org/10.1145/214427.214432>
- Heylighen, Francis: »Design of a Hypermedia Interface Translating Between Associative and Formal Representations«, in: *International J. Man-Machine Studies* 35/4 (1991), S. 491–515.
- Hughes, Thomas P.: *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880–1930*, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press 1983.
- 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.
- Jewett, Tom/Kling, Rob: »The Dynamics of Computerization in a Social Science Research Team: A Case Study of Infrastructure, Strategies, and Skills«, in: *Social Sci. Computer Rev.* 9/2 (1991), S. 246–275. <https://doi.org/10.1177/089443939100900205>
- Jirotko, Marine/Goguen, Joseph: *Requirements Engineering: Social and Technical Issues*, Academic Press, New York 1994.
- Kling, Rob/Scacchi, Walt: »The Web of Computing: Computing Technology as Social Organization«, in: *Advances in Computers* 21 (1982), S. 3–78. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60567-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60567-7)

- Klobas, Jane E.: »Networked Information Resources: Electronic Opportunities for Users and Librarians«, in: *Information Technology and People* 7/3 (1994), S. 5–18. <https://doi.org/10.1108/09593849410076672>
- Korpela, Eija: »Path to Notes: A Networked Company Choosing its Information Systems Solution«, in: Richard L. Baskerville/Ojilanki Ngwenyama/Steve Smithson/Janice DeGross (Hg.), *Transforming Organizations with Information Technology*, Amsterdam u. a.: North Holland 1994, S. 219–242.
- Kraemer, Kenneth L./King, John L.: *Computers and Local Government*, New York: Praeger 1977.
- Latour, Bruno: *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1998.
- Lave, Jean/Wenger, Étienne: *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge: Cambridge University Press 1992.
- Lederberg, Joshua/Uncapher, Keith: »Towards a National Collaboratory«, in: *Report of an Invitational Workshop at the Rockefeller University*, National Science Foundation, Washington, D. C., 1988.
- Malone, Tom/Olson, Gary (Hg.): *Coordination Theory and Communication Technology*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum 2001.
- Markus, M. Lynne: »Power, Politics, and MIS Implementation«, in: *Comm. ACM* 26/6 (1983), S. 430–444.
- Markus, M. Lynne/Bjørn-Andersen, Niels: »Power over Users: Its Exercise by System Professionals«, in: *Comm. ACM* 30/6 (1987), S. 498–504.
- Markussen, Randi: »Dilemmas in Cooperative Design«, in: *PDC '94. Proc. Participatory Design Conf., Computer Professionals for Social Responsibility* 1994, S. 59–66.
- Markussen, Randi: »Constructing Easiness: Historical Perspectives on Work, Computerization, and Women«, in: Susan L. Star (Hg.), *The Cultures of Computing*, Oxford: Basil Blackwell 1995, S. 158–180.
- Mishra, Anil K./Cameron, Kim S.: »Double Binds in Organizations: Archetypes, Consequences, and Solutions from the US Auto Industry«. Vortrag auf der Jahreskonferenz der Academy of Management, 13. August 1991.
- Monteiro, Eric/Hanseth, Ole/Hatling, Morten: »Developing Information Infrastructure: Standardization vs. Flexibility«, Arbeitspapier 18 in *Science, Technology and Society*, Universität Trondheim 1994.
- Nyce, James/Lowgren, Jonas: »Toward Foundational Analysis in Human-Computer Interaction«, in: Peter J. Thomas (Hg.), *The Social and Interactional Dimensions of Human-Computer Interfaces*, Cambridge: Cambridge University Press 1995.
- Okamura, Kazuo/Fujimoto, Masayo/Orlikowski, Wanda/Yates, JoAnne: »Helping CSCW Applications Succeed: The Role of Mediators in the Context of Use«, in: *Proc. Conf. Computer Supported Cooperative Work*, Chapel Hill, NC: ACM Press 22.–26. Oktober 1994.
- Orlikowski, Wanda: »Integrated Information Environment or Matrix of Control? The Contradictory Implications of Information Technology«, in: *Accounting, Management and Information Technology* 1/1 (1991), S. 9–42.
- Orlikowski, Wanda: »CASE Tools as Organizational Change: Investigating Incremental and Radical Changes in Systems Development (Computer-Aided Software Engineering)«, in: *MIS Quarterly* 17/3 (1993), S. 309–340. <https://doi.org/10.2307/249774>

- Pentland, Brian: »Bleeding Edge Epistemology: Practical Problem Solving in Software Support Hot Lines«, in: Stephen Barley/Julian Orr (Hg.), *Between Craft and Science: Technical Work in U. S. Settings*, Ithaca, NY/London: IRL Press 1997.
- Pool, Robert: »Beyond Databases and Email«, in: *Science* 261/5123 (1993), S. 841–843. <https://doi.org/10.1126/science.8346436>
- Robinson, Mike: »Double-level Languages and Co-operative Working«, in: *AI and Society* 5/1 (1991), S. 34–60. <https://doi.org/10.1007/BF01891356>
- Ruhleder, Karen: *Information Technologies as Instruments of Transformation: Changes to Work Processes and Work Structure Effected by the Computerization of Classical Scholarship*, Dissertation, Dept. of Information and Computer Science, University of California, Irvine, CA, 1991.
- Ruhleder, Karen: »Reconstructing Artifacts, Reconstructing Work: From Textual Edition to On-line Databank«, in: *Science, Technology, & Human Values* 20/1 (1995), S. 39–64. <https://doi.org/10.1177/016224399502000103>
- Ruhleder, Karen/Jordan, Brigitte/Elmes, Michael: »Learning in the »New Organization«: Integrating Collaborative Technologies and Team-Based Work«, *Accepted to the Academy of Management Annual Meeting*, Cincinnati, OH, 9.–12. August 1996.
- Ruhleder, Karen/King, John Leslie: »Computer Support for Work Across Space, Time and Social Worlds«, in: *J. Organizational Computing* 1/4 (1991), S. 341–356. <https://doi.org/10.1080/10919399109540168>
- Schatz, Bruce: »Building an Electronic Community System«, in: *Management Information Systems* 8/3 (1991), S. 87–107.
- Schmidt, Kjeld/Bannon, Liam: »Taking CSCW Seriously: Supporting Articulation Work«, in: *Computer Supported Cooperative Work (CSCW): An International J.* 1/1-2 (1992), S. 7–40. <https://doi.org/10.1007/BF00752449>
- Simmel, Georg: *Soziologie. Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung* (1908), Berlin: Duncker & Humblot 72013.
- Star, Susan L.: *Regions of the Mind: Brain Research and the Quest for Scientific Certainty*, Stanford, CA: Stanford University Press 1989.
- Star, Susan L.: »The Structure of Ill-Structured Solutions. Boundary Objects and Heterogeneous Distributed Problem Solving«, in: Les Gasser/Michael N. Huhns (Hg.), *Distributed Artificial Intelligence* (= Research Notes in Artificial Intelligence, Vol. II), London/Pitman/San Mateo, CA: Morgan Kaufmann 1989, S. 37–54.
- Star, Susan L.: »Power, Technologies and the Phenomenology of Conventions: On Being Allergic to Onions«, in: John Law (Hg.), *A Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology and Domination*, London: Routledge 1991.
- Star, Susan L.: »Organizational Aspects of Implementing a Large-Scale Information System in a Scientific Community«, in: *Technical Report, Community Systems Laboratory*, University of Arizona, Tucson, AZ November 1991.
- Star, Susan L.: »Misplaced Concretism and Concrete Situations: Feminism, Method and Information Technology«, Diskussionsbeitrag 11, Gender-Nature-Culture Feminist Research Network Series, Universität Odense 1994.
- Star, Susan L. (Hg.): *The Cultures of Computing*, Oxford: Blackwell 1995.
- Star, Susan L.: »From Hestia to Home Page: Feminism and the Concept of Home in Cyberspace«, in: Nina Lykke/Rosi Braidotti (Hg.), *Between Monsters, Goddesses*

- and Cyborgs: *Feminist Confrontations with Science, Medicine and Cyberspace*, London: ZED-Books 1996.
- Star, Susan L./Griesemer, James R.: »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>
- Strauss, Anselm: *Qualitative Methods for Social Scientists*, Cambridge: Cambridge University Press 1986.
- Strauss, Anselm (Hg.): *Where Medicine Fails*, New Brunswick, NJ: Transaction Books 1979.
- Strauss, Anselm/Fagerhaugh, Shizuko/Suczek, Barbara/Wiener, Carolyn: *Social Organization of Medical Work*, Chicago, IL.: University of Chicago Press 1985.
- Suchman, Lucy/Trigg, Randall: »Understanding Practice: Video as a Medium for Reflection and Design«, in: Joan Greenbaum/Morten Kyng (Hg.), *Design at Work*, London: Lawrence Erlbaum 1991, S. 65–89.
- Suchman, Lucy/Trigg, Randy/Halas, F.: »Supporting Collaboration in Note-Cards«, in: Peterson, D. (Hg.): *Proc. Conf. Computer-Supported Cooperative Work (CSCW-86)*, Austin, TX/New York: ACM 1986, S. 1–10.
- Trigg, Randall/Bødker, Susanne: »From Implementation to Design: Tailoring and the Emergence of Systematization in CSCW«, in: *Proc. ACM 1994 Conf. Computer-Supported Cooperative Work*, New York: ACM Press 1994, S. 45–54.
- Weedman, Judith: »Incentive Structures and Multidisciplinary Research: The Sequoia 2000 Project«, Vortrag vor der American Society for Information Science, Chicago, IL, Oktober 1995.
- Yates, JoAnne: *Control Through Communication: The Rise of System in American Management*, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press 1989.

