

Heidi Schelhowe  
*Das Medium aus  
der Maschine*  
Zur Metamorphose  
des Computers

## Das Medium aus der Maschine

Der Computer war zunächst nichts weiter als eine gewaltige Maschine zur Rationalisierung von Rechenarbeit. Wie konnte er zu einem universellen Medium werden, zum Zentrum einer zukünftigen »Informationsgesellschaft«? Die Autorin legt die unterschiedlichen Potentiale frei, die von Beginn an in der Computertechnik angelegt waren, und macht deutlich, welche gesellschaftlichen Wertsetzungen die Richtung der weiteren technologischen Entwicklung beeinflußt haben. Im nachhinein ist es fast befremdlich, daß sich auch in der deutschen Informatik erst in den 80er Jahren die Sichtweise vom Computer als Kommunikationsmedium hat durchsetzen können.

*Heidi Schelhowe* ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachbereich Informatik der Humboldt-Universität in Berlin. Sie arbeitete, nach dem Studium der Germanistik und der Katholischen Theologie, zunächst als Lehrerin, bevor sie dann Informatik studierte. Im Forschungszentrum Arbeit und Technik an der Universität Bremen war sie beteiligt an einem Projekt zur sozialverträglichen Technikgestaltung, am Fachbereich Informatik der Universität Hamburg beschäftigte sie sich mit wissenschaftstheoretischen Fragen der Informatik.

Heidi Schelhowe

# Das Medium aus der Maschine

Zur Metamorphose des Computers

Campus Verlag  
Frankfurt/New York

2. Auflage, unveränderter Nachdruck 2021  
ISBN 978-3-59344-918-0 E-Book (PDF)

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

*Schelhowe, Heidi:*

Das Medium aus der Maschine: zur Metamorphose des  
Computers / Heidi Schelhowe. – Frankfurt/Main; New York:  
Campus Verlag, 1997  
ISBN 3-593-35740-2

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 1996 Campus Verlag GmbH, Frankfurt/Main  
Umschlaggestaltung: Atelier Warminski, Büdingen  
Druck und Bindung: KM-Druck, Groß-Umstadt  
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.  
Printed in Germany

# Inhalt

Dank	7
Einleitung	9
<b>1 Orientierungen und Widersprüche: Erfahrungen aus zwei Forschungsprojekten</b>	<b>17</b>
1.1 Werkzeuge und Maschinen für die Dokumentenverarbeitung: das Projekt IDEEN	20
1.2 Information, Interaktion und Kommunikation: Neuartige Zugänge zu Literaturbeständen	35
<b>2 Instrumente und Medien: Hinweise zur Begrifflichkeit</b>	<b>53</b>
2.1 Zum Technikverständnis	55
2.2 Instrumente und Medien	58
2.3 Maschinen und Werkzeuge	65
2.4 Medien	69
<b>3 Zum Diskurs um den Computer in „Informatik und Gesellschaft“</b>	<b>77</b>
3.1 Metaphern	79
3.2 Rationalisierung und Herrschaftssicherung: Computer als Maschinen	82
3.3 „Gestaltung“: Der Computer als Werkzeug	92
3.4 Demokratie und Selbstorganisation? Der Computer als Medium	100

4	Grundlagen des Computers und Sichtweisen der Informatik	109
4.1	Konrad Zuse und der elektronische Rechenautomat	110
4.2	Das theoretische Modell der Turingmaschine	114
4.3	Carl Adam Petris Theorie einer Kommunikation mit Automaten	126
4.4	Zum Diskurs um das Selbstverständnis der Informatik	141
5	„Interaktivität“: die Verschränkung von Instrument und Medium	147
5.1	Von der Stapelverarbeitung zur Mensch-Maschine-Kommunikation	150
5.2	„Interaktivität“	158
5.3	Von der Mensch-Maschine-Kommunikation zur Bearbeitung von Material	162
5.4	Vom Werkzeug zum Medium	172
6	Das instrumentale Medium – Untersuchen und Gestalten	185
6.1	Zusammenfassung: Computer als Instrument – Computer als Medium	188
6.2	Hypertext als ein Medium aus der Maschine	191
6.3	Vernetzung und „Informationsgesellschaft“	204
6.4	Bewerten und gestalten	207
6.5	„Informatik und Gesellschaft“	212
	Literatur	215

# Dank

Am Entstehungsprozeß eines Buches sind eine Vielzahl von Menschen beteiligt. Ich möchte mich bei allen bedanken, die in der einen oder anderen Form am Zustandekommen mitgewirkt haben, die mit ihren Anregungen, mit ihren kritischen und ermunternden Bemerkungen zum Gelingen beigetragen haben.

Frieder Nake ist sicherlich derjenige, der mein Denken über den Computer und über die Informatik am nachhaltigsten beeinflusst hat. Es war nicht nur für meine wissenschaftliche Entwicklung von großem Wert, über eine lange Zeit so eng mit ihm zusammenarbeiten zu können, ich habe ihn dabei auch persönlich sehr schätzen gelernt.

Von Wolfgang Coy und von den von ihm initiierten Diskussionen um die gesellschaftliche Bedeutung der Informatik habe ich viel profitiert und gelernt. Seine von gesellschaftlicher Verantwortung getragenen Visionen und seine großzügige Denkungsart haben mich begeistert und beeinflusst, und ich habe mich über seine Unterstützung gefreut.

Es wäre für mich schwer vorstellbar, eine wissenschaftliche Arbeit zu schreiben ohne ein Netz von Arbeitszusammenhängen und Freundschaften, in denen ich Anregungen bekommen und meine Gedanken diskutieren kann. Ich hatte das Glück, gleich eine ganze Reihe solcher Möglichkeiten zu haben. Zuerst sind und waren es die MitarbeiterInnen bei Frieder Nake, mit denen ich in Seminaren, auf „Montagstreffen“, in „Frühjahrs-“ und „Herbstschulen“ und bei den verschiedensten Gelegenheiten diskutieren konnte. Bei meinen Kolleginnen und Kollegen von „artec“ habe ich wissenschaftliche Grundlagen und Methoden anderer Disziplinen kennen- und schätzen gelernt. Der Wechsel an den Fachbereich Informatik der Universität Hamburg gab mir die Gelegenheit, mein Blickfeld zu erweitern. Ich habe besonders profitiert von den Diskussionen mit Christiane Floyd, von ihrer Art, zu denken und mit Menschen umzugehen. Die kritischen Anmerkungen von Peter Schefe haben mich dazu gebracht, manches neu zu überdenken. Susanne Maaß und Horst Oberquelle hatten ein offenes Ohr für meine Fragen zur Mensch-Maschine-

Interaktion. Mit Yvonne Dittrich und Ralf Klischewski konnte ich viele interessante Diskussionen führen, und Wiebke Oeltjen, die nicht nur in Bremen, sondern später auch in Hamburg meine Kollegin war, verfolgte das Entstehen meiner Arbeit und half mir in vielen Fragen des Alltags.

Besonders wichtig war für mich in meiner Hamburger Zeit die Unterstützung von Arno Rolf, dessen Forschung und Lehre im Bereich „Informatik und Gesellschaft“ für mich sehr anregend und wertvoll waren. Ich habe ihn weniger als „Chef“, sondern als vertrauten Kollegen empfunden. Er gab mir den nötigen Raum für meine Vorhaben und gab mir Vertrauen in meine Fähigkeiten.

Die Nachforschungen über Petris Kommunikationstheorie gehörten für mich zu den spannendsten Momenten meiner Arbeit. Für die freundliche Unterstützung möchte ich Carl Adam Petri selbst, Hartmann Genrich und Rüdiger Valk und seiner Forschungsgruppe herzlichen Dank sagen.

Weitere nette Menschen waren bereit, sich meine teilweise unfertigen Gedanken nicht nur anzuhören, sondern sie auch zu lesen und zu kommentieren. Dafür danke ich Knud Böhle, Ulrike Erb, Jörg (Hugo) Pflüger, Wolfgang Taube und Margita Zallmann. Über Doris Flacks Kommentare habe ich mich gefreut, und ich bin ihr dankbar dafür, daß sie sich der mühevollen Aufgabe unterzog, die Zahl der Tipp- und Rechtschreibfehler zu minimieren.

Die Frauen aus der GI-Regionalgruppe und die vielen Gespräche mit ihnen haben mir Mut gemacht, die Arbeit zu Ende zu bringen, und mir den Rücken gestärkt.

Daß ich trotz aller Anstrengung nur selten die Freude an dieser Arbeit verloren habe, verdanke ich meinem Mann und meinen beiden Töchtern Anne und Steffi. Sie haben sich meine von ihrem Leben doch oft recht weit entfernten Gedanken geduldig und manchmal interessiert angehört und mir mit ihrem Humor über manche Hürde hinweggeholfen. Sie haben mich darin unterstützt, Balance zu bewahren, und haben mir mit ihrer Energie und Lebensfreude im Alltag die Kraft gegeben, die ich brauchte.

Dem Campus-Verlag und Herrn Gabbert danke ich für die Unterstützung bei der Herausgabe dieses Buches.

# Einleitung

Die Informatik entwirft drei sehr unterschiedliche Bilder vom Computer<sup>1</sup>: Maschine – Werkzeug – Medium. Wie können so gegensätzliche Vorstellungen im gleichen Artefakt einen technologischen Ausdruck finden? Zu welchen Widersprüchen führen so differierende Sichtweisen in der Forschungspraxis der Informatik? Welches sind die Konzepte, über die sie sich verbinden lassen? Und wie verändert sich das Gewicht der Bilder von Maschine, Werkzeug und Medium in der Entwicklungsgeschichte des Computers und der Informatik? Die Selbstverständlichkeit, mit der wir in der Informatik in so verschiedenen Bildern über den Computer sprechen, wurde mir zum Problem und bildete den Anlaß für die Fragestellung dieser Arbeit. Mich interessierte, ob und wie sie sich in der Theoriebildung und in der Technologie wiederfinden.

Die drei Vorstellungen vom Computer stehen für verschiedene Vermittlungsweisen zwischen Menschen und ihrer Umwelt: Maschinen automatisieren, ersetzen menschliche Arbeit. Werkzeuge werden von Menschen geführt, um Gegenstände herzustellen oder zu bearbeiten. Medien dienen der Speicherung und Wiedergabe von Information und der Vermittlung von Kommunikation.

Geistes- und Sozialwissenschaften haben den Computer heute fast ausnahmslos als Medium entdeckt, und die Maschine oder das Werkzeug Computer scheinen einer vergangenen Zeit anzugehören oder eine hoffnungslos veraltete Sichtweise widerzuspiegeln. Ein Blick auf die zukunftssträchtigen Anwendungen des Computers als technischem Mittelpunkt der „Informationsgesellschaft“ und als Vermittlungsinstanz im „globalen Dorf“ gibt dieser

---

1 Unter „Computer“ verstehe ich ein Artefakt (Hardware und Software), das in seinem Kern ein „universal einsetzbares Gerät zur automatischen Verarbeitung von Daten“ [Duden Informatik 1989] besitzt, dazu eine entsprechende Peripherie von Ein- und Ausgabegeräten und möglicherweise auch Verbindungen zu anderen Computern.

Einschätzung recht. Mir geht es in meiner Arbeit jedoch um die Frage, ob und inwiefern der Computer schon vor den und ohne die Netze als Medium gesehen werden kann und sich daher als technischer Kern beim Aufbau einer weltweiten Kommunikationsinfrastruktur anbietet.

Aus der Entwicklungsgeschichte des Computers stellt sich seine Herausbildung zum Medium keineswegs als eine Negation des Instrumentalen<sup>1</sup> dar. Vielmehr sind die Entwickeltheit der Maschine und die Handhabbarkeit in der Art eines Werkzeugs gerade Voraussetzung dafür, daß aus dem Computer das (post)moderne Medium werden kann. Maschine und Werkzeug sind in diesem Medium aufgehoben, das kennzeichnet den Computer als „instrumentales Medium“<sup>2</sup>.

Der historische Entwurf des Computers und die Ausgestaltung seiner Funktionen und Erscheinungen orientieren sich nicht nur an einer immanenten Logik des Artefakts oder einer wissenschaftsinternen Logik der Theoriebildung, sondern stehen unter dem Einfluß „unterschiedlicher kultureller Visionen und Konzepte seiner Nutzung“ [Rammert 1993, S.23]. Diese wirken innerhalb der Wissenschaftskultur, nehmen Einfluß auf die theoretischen Grundlagen und die Technikkonzepte und rufen die technologische (Neu-)Interpretation existierender Theorie und vorhandener Artefakte hervor.

Dies ist unter WissenschaftlerInnen aus der Teildisziplin „Informatik und Gesellschaft“ kaum umstritten. Bis heute fehlt uns jedoch oft noch der detaillierte Nachweis, *wie* sich kulturspezifische Muster in den Konzepten unserer Wissenschafts- und Technologieentwicklung widerspiegeln. Dazu möchte ich

---

<sup>1</sup> Im Begriff Instrument möchte ich – soviel für’s erste – die Gemeinsamkeiten von Werkzeugen und Maschinen als Artefakten zur Bearbeitung von Materialien ausdrücken.

<sup>2</sup> Entwickelt ist die Auffassung vom „instrumentalen Medium“ in: [Nake/Schelhowe 1993]; [Schelhowe 1993] und [Schelhowe/Nake 1994]. Der Begriff des „Instrumentellen“ hat in die Informatik Eingang gefunden in der von Max Horkheimer geprägten Bedeutung von der „instrumentellen Vernunft“ und wurde in der Kritik der Maschine Computer und ihrer Wirkungen (am bekanntesten bei [Weizenbaum 1978]) verwendet. Yvonne Dittrich ist dem in ihrem Aufsatz [Dittrich 1993] nachgegangen. In Abgrenzung zu dieser mit dem Begriff des „Instrumentellen“ assoziierten Kritik kapitalistischer Produktionsverhältnisse durch die Kritische Theorie haben wir bewußt den Begriff des *instrumentalen* statt des instrumentellen Mediums gewählt. Damit soll einer intuitiven Wertung im Sinne etwa einer Ablehnung von Instrumenten (für „zweckrationales Handeln“ im Kapitalismus) und einer positiven Sicht von Medien (für „herrschaftsfreie Interaktion“ [Habermas 1970, S.46]) vorgebeugt werden. Wir wollen den Begriff des „instrumentalen Mediums“ nicht als einen normativen, sondern als einen analytischen Begriff verwenden.

einen Beitrag leisten, indem ich nachverfolge, welchen Ausdruck die Vorstellungen vom Computer als Maschine, Werkzeug und Medium in Technologie und Wissenschaft finden.

Ich habe nicht die technischen Produkte selbst, sondern die theoretischen Entwürfe und wissenschaftlichen Konzepte untersucht. Dies mag einerseits als Mangel empfunden werden, da diese oft weit über die technischen Realisierungsmöglichkeiten und die praktische Durchsetzbarkeit hinausgreifen. Andererseits hat dies aber den Vorteil, daß zukünftige Tendenzen frühzeitiger sichtbar werden, daß die Konzepte schärfer umrissen sind und daß die Zielsetzungen, Leitlinien und Richtungen dadurch deutlicher greifbar sind.

In der Informatik ist es nicht möglich, die eine, einheitliche Theorie auszu-machen, die alle Teildisziplinen von der technischen Informatik bis zur Anwendung verbindet. So kann sich auch der Versuch, die Bilder zu benennen und ihre Bedeutung zu klären, nur auf einige für die Entwicklung des Computers und der Informatik zentrale Gegenstandsbereiche konzentrieren. Im Gang meiner Untersuchungen werde ich in drei Bereichen der Informatik nach Antworten suchen: in der wissenschaftlichen Betrachtung seiner Anwendungen („Informatik und Gesellschaft“), in den theoretischen Grundlagen der Informatik und in den Konzepten für die Benutzungsoberfläche. In den Kapiteln 3 bis 5 werde ich den Schwerpunkt auf jeweils einen dieser drei Bereiche legen. Mit dem Kapitel 1 möchte ich in das Thema einführen und für die Beschäftigung mit der Fragestellung motivieren. Ich möchte einen Eindruck davon vermitteln, daß und wie die Bilder vom Computer, die EntwicklerInnen verfolgen, Auswirkungen auf die Gestalt der Software haben. Aus diesem einführenden Kapitel möchte ich auch meine Begriffsklärungen (Kapitel 2) gewinnen.

In Kapitel 1 werde ich die unterschiedlichen Möglichkeiten der Betrachtung des Computers anhand der empirischen Ergebnisse aus zwei Forschungsprojekten, an denen ich beteiligt war und in denen Software „gestaltet“<sup>1</sup> werden sollte, entwickeln. Aus ihnen ist die Fragestellung dieser Arbeit entstanden. Es handelt sich um zwei Projekte, die die Interessen von Benut-

---

1 In seinem Aufsatz „Sichtwechsel – Informatik als (gezähmte) Gestaltungswissenschaft“ erörtert Arno Rolf die Vorstellungen, die sich mit dem Begriff der Gestaltung verbinden [Rolf 1992]. Vor allem auch über Terry Winograd und Fernando Flores [Winograd/ Flores 1986] und die Beiträge und Diskussionen auf der Konferenz „Software Development and Reality Construction“ [Floyd et al. 1992] wird der Gestaltungsbegriff mit Bedeutung für den Prozeß der Softwareentwicklung gefüllt.

zerInnen in ihrem sozialen Kontext ins Zentrum stellten und daraus Hinweise für die Gestaltung von Software gewinnen wollten. Das Projekt IDEEN, dessen Gegenstand die Einführung von Textverarbeitung im Schreibungsbereich der Universität Bremen und die Gestaltung von Software für die Dokumentenverarbeitung war, behandelte die Fragen des *Instruments* Computer und der Widersprüche zwischen Automatisierung und Unterstützung menschlicher Arbeit. Wie kann aus der *Maschine* Computer unter einer Orientierung an der Arbeit und am Gebrauchswert ein *Werkzeug* Computer werden? Wie lassen sich Widersprüche zwischen Rationalisierung von Arbeit, Erhalt von Qualifikation und Orientierung an Bedürfnissen fruchtbar machen? Im Projekt IDEEN versuchten wir, die beiden Seiten des Instruments, die maschinelle und die werkzeugartige, im Zusammenhang der Anwendung von Dokumentensystemen in ein produktives Verhältnis zueinander zu setzen.

Das Nachdenken über die mediale Seite des Computers, die auch neue Überlegungen für die Software-Gestaltung erforderlich macht, wurde uns im Projekt „Kooperative Softwareentwicklung für kooperatives Arbeiten – Neuartige Zugänge zu Literaturbeständen“ von dem einen Teil unserer BenutzerInnen und KooperationspartnerInnen nahegelegt. Der Computer diene ihnen weniger als Mittel der Bearbeitung von Material, sondern als Medium für den Zugang zu Informationen. Wir versuchten, beide Seiten, die instrumentale und die mediale, zu verbinden durch einen interaktiven Zugang und in der Förderung von Kooperation mittels Computer. Dadurch sollten neue Möglichkeiten im Zugang zu Literatur eröffnet werden.

Abgrenzungen wie Materie und Geist, Natur und Kultur, Arbeit und Sprache, ja selbst Organismus und Maschine sind heute unpräzise und durchlässig geworden. Die Philosophie der Postmoderne gründet gerade auf der Verwerfung solcher Dualismen.<sup>1</sup> So mag es mehr als zweifelhaft erscheinen, die Unterscheidung zwischen Instrument und Medium – auf die ich mich im Verlauf meiner Argumentation stützen will, um dann ihre Verzahnung im „instrumentalen Medium“ aufzuzeigen – heute zur Grundlage einer wissenschaftlichen Arbeit zu machen. Dennoch gewann ich im Verlauf meiner Forschungen mehr und mehr die Gewißheit, gerade an der Debatte um diese

---

1 Donna Haraway gibt in ihrem Aufsatz „Manifesto for Cyborgs: Science, Technology, and Socialist Feminism in the 1980's“, der jetzt auch in Deutsch erschienen ist, eine sehr treffende Zusammenfassung der erkenntnistheoretischen Veränderungen, die diese Grenzen fragwürdig und diese Unterscheidungen „unscharf“ und „durchlässig“ erscheinen lassen [Haraway 1995].

Widersprüche und ihre Aufhebung mit meiner recht begrenzten Fragestellung aus dem Bereich der Informatik beteiligt zu sein. Dieser Prozeß der Auflösung von Grenzen, die Philosophie und Wissenschaft des Abendlandes über so viele Jahrhunderte hinweg für so gewiß und unumstößlich hielten, drückt sich auch am Artefakt Computer und an wissenschaftlichen Entwicklungen innerhalb der Informatik aus, und der Computer wird nicht zufällig zum genuinen Artefakt dieses Zeitalters der Fragwürdigkeit tradierter Gegensätze.

Gleichzeitig aber macht es in dieser Zeit, die die Durchlässigkeit der alten Unterscheidungen hervorbringt, Schwierigkeiten, eine begriffliche Grundlage für die beabsichtigte Unterscheidung zwischen Instrument und Medium zu finden. Zu vielfältig, unterschiedlich und gegensätzlich sind die Begrifflichkeiten und theoretischen Zugänge, als daß man sich ohne Skrupel auf eine davon beziehen könnte. So habe ich versucht, einige für meine Zwecke recht pragmatische Begriffsklärungen und Abgrenzungen vorzunehmen, ohne mich allzusehr auf eine der verschiedenen „Schulen“, z.B. in der Medientheorie oder in der Techniksoziologie, festzulegen (Kapitel 2).

Ich habe die Begriffsklärungen bewußt erst ins zweite Kapitel statt an den Anfang gestellt. Dies entspricht meiner Auffassung, daß sich Begriffe mehr im Gebrauch als über Definitionen klären und erklären lassen. So hoffe ich, daß ich über das erste Kapitel ein intuitives Verständnis für meine Verwendung der Begriffe Maschine, Werkzeug und Medium wecken und darauf bei meinen Klärungsversuchen im zweiten Kapitel aufbauen kann.

Die Kategorien Maschine, Werkzeug und Medium sind keine zufälligen und können nicht beliebig ergänzt werden.<sup>1</sup> Sie bilden die zentrale Begrifflichkeit, in der im Bereich „Informatik und Gesellschaft“ über den Computer und seine Anwendung gesprochen wird. Im Kapitel 3 möchte ich dem Gebrauch dieser Begriffe in der Literatur zu „Informatik und Gesellschaft“ nachgehen. Deutlich wird daran, daß die Maschinensicht die erste Zeit der Anwendungen des Computers und die wissenschaftliche Auseinandersetzung um

---

I Wolfgang Coy hat im Informatik-Spektrum darauf hingewiesen: „Die kurze Geschichte der Informatik“, schreibt er, „hat bislang drei radikal verschiedene Leitbilder des Computers hervorgebracht: Automat, Werkzeug und Medium“ [Coy 1995a, S.37]. Ich werde in der Regel den Begriff „Maschine“ dem des „Automaten“ vorziehen. Während im Begriff des Automaten die Betonung auf der Selbsttätigkeit (nachdem ein Einschaltknopf betätigt wurde) liegt, klingen im Begriff der Maschine darüberhinaus auch die Zweckgerichtetheit des Ablaufs und der Zusammenhang zur Mechanisierung von Arbeitsvorgängen an. Man ist sogar gewohnt, davon zu sprechen, daß eine Maschine eine Vorrichtung sei, die „nützliche Arbeit leistet“ [Brockhaus 1991, Stichwort „Maschine“].

diese Anwendungen dominiert. Später werden Möglichkeiten einer „Gestaltung“ der Computertechnik im Sinne einer Orientierung an den sozialen Interessen der Betroffenen unter einer „Werkzeugperspektive“ gesehen. Der Computer als Medium hat heute zwar auch in die Diskussionen um „Informatik und Gesellschaft“ Eingang gefunden, noch ist aber unklar, was das für diese Teildisziplin der Informatik und für den kritischen Blick auf die Anwendungen des Computers bedeuten kann. Diese über die Anwendungen des Computers vertretenen Auffassungen in „Informatik und Gesellschaft“ bilden gewissermaßen den Hintergrund, vor dem ich aufbreche, um in anderen Bereichen der Informatik dem Erscheinen des Mediums nachzugehen.

Die Geburtsstunde des Computers als konkreter Maschine steht in Deutschland in der Tradition der Ingenieurerefindungen: Konrad Zuse, der Bauingenieur, will mit Hilfe eines Automaten routinemäßige Rechenarbeit einsparen (Kapitel 4.1). Daß aber gerade auch aus der Abstammung aus der Mathematik heraus der Maschinenaspekt des Computers in den Vordergrund rückt, hat seine Vorgeschichte: Mit Alan Turing wird der mathematische Begriff der Berechenbarkeit über die Maschine definiert, und so ist der (gedankliche) Weg geöffnet, das aus der Mathematik bekannte Berechenbare auch der Bearbeitung durch eine reale Maschine zu überantworten (Kapitel 4.2). Alan Turing steht so mit seinem Namen für die „Grundlagengeschichte des Computers“ (Untertitel des Buches von Bettina Heintz [Heintz 1993]). Auf diesen Grundlagen wird die Geschichte der Anwendungen des Computers zunächst zu einer Geschichte der „Maschinisierung von Kopfarbeit“ [Nake 1992] mit Hilfe immer komplexer werdender Algorithmen.

Die Sicht des Computers als technisches Medium zur Speicherung und Übermittlung von Information ist schon in seiner Frühzeit, also noch vor der Entwicklung gigantischer Speicherkapazitäten und einer weltweiten Vernetzung, denkbar gewesen. Dies zeigt Carl Adam Petris Vorstellung, den Computer zu sehen als ein „Medium für streng organisierbaren Informationsfluß“, das der Verständigung zwischen den Menschen dienen soll (Kapitel 4.3). Wäre es nach ihm gegangen, wäre daraus eine einheitliche Theorie der Informatik, die sich als Wissenschaft in der Bundesrepublik gerade im Aufbau befand, geworden. Eine solche Prioritätensetzung in dieser frühen Zeit des Computers hätte bedeutet, die Entwicklung der Automatisierung, der Algorithmik, zurückzustellen gegenüber Regelungen der Speicher- und Übermittlungsfunktionen. Dies aber entsprach nicht dem Trend einer Zeit, die den gesellschaftlichen Fortschritt von der Organisation geistiger Arbeit nach dem Vorbild des Taylorismus erwartete.

Als Leitbild dominiert nicht der Computer als Medium, sondern der Computer als Maschine, als die westdeutsche Informatik aufgebaut wird. Gerade aus diesem Verständnis aber und aus ihrer mathematischen Tradition heraus entwickeln sich Widersprüche, vor die sich die heutige Wissenschaft Informatik gestellt sieht: Über ihre Anwendungen muß sie die Grenzen des Formalen überschreiten und Wissen und Methoden aus Geistes- und Sozialwissenschaften mit einbeziehen (Kapitel 4.4).

Wie konnte aber schließlich aus der Maschine Computer das Medium Computer werden, das heute in aller Munde ist? Welches sind die bedeutenden Entwicklungsstufen und Konzepte für die Benutzungsoberfläche, damit der Automatisierungsaspekt in den Hintergrund treten, das „Werkzeug“ daraus hervorgehen und schließlich das Medium erscheinen kann? Die Darstellung der Entwicklung und des Begriffs der *Interaktivität*, die als *das* Spezifikum des Mediums Computer gesehen wird, scheint mir geeignet, diese Entwicklung verstehen und nachvollziehen zu können (Kapitel 5). Es wird daran deutlich, daß dieses heutige Medium sich von dem Medium Carl Adam Petris unterscheidet: Es birgt das entwickelte Instrument in sich. Interaktivität ist ein Schlüsselbegriff für das, was wir mit der Wortschöpfung „instrumentales Medium“ zum Ausdruck bringen wollen. Beim heutigen instrumentalen Medium geht es um mehr als um die *technische* Konstruktion eines Mediums, um die getreue Wiedergabe und das Vermeiden des Rauschens. Vielmehr wird mit dem Computer, in seinem Speicher und mit Hilfe seiner Algorithmen ein (neuer) Kommunikationsinhalt erzeugt. In der Software und ihrer Benutzung kann aktuell jeweils das entstehen, *was* kommuniziert wird. Der Computer ist sowohl Massenmedium als auch Zwei-Weg-Medium. Die SoftwareentwicklerIn ist an der Erzeugung des „Kommunikats“ in ganz anderer Weise beteiligt als bisherige NachrichtentechnikerInnen.

Ich möchte die Arbeit beenden mit einem kurzen Rückblick auf die gewonnenen Ergebnisse und möchte diese anwenden auf die Analyse des Konzeptes Hypertext, um daran ihren Nutzen deutlich zu machen. In 6.3 möchte ich einen Blick auf gegenwärtige und künftige Entwicklungen vernetzter Anwendungen des Computers werfen. Informatik ist eine Konstruktionswissenschaft und will nicht bei der Analyse stehenbleiben. Ich bin umgekehrt vorgegangen und habe zwei Technikgestaltungsprojekte zum Ausgangspunkt genommen, um daran ein analytisches Vorgehen anzuknüpfen. Am Schluß möchte ich aber noch einige kurze Hinweise darauf geben, wie meine Ergebnisse nutzbar gemacht werden können für die Gestaltung von Software und

mit einigen Bemerkungen dazu, welchen Stellenwert meine Thesen innerhalb der Teildisziplin „Informatik und Gesellschaft“ einnehmen können.

## Kapitel 1

# Orientierungen und Widersprüche: Erfahrungen aus zwei Forschungsprojekten

Projekte zur sozialverträglichen Technikgestaltung, die in der Bundesrepublik seit Beginn der 80er Jahre initiiert und durchgeführt werden, beruhen auf der Vorstellung, daß gesellschaftliche Machtkonstellationen und kulturelle Prägungen entscheidenden Einfluß auf technische Konzepte, insbesondere auf die Ausprägung von Software, haben. Solche Gestaltungsprojekte verfolgen das Ziel, den Einfluß der BenutzerInnen und der unmittelbar Betroffenen als AkteurInnen im Prozeß der Softwareentwicklung zu stärken und darüber auch die Gestalt des Produktes in diesem Sinne zu verändern. Die Relevanz solcher Projekte und ihrer wissenschaftlichen Reflexion ist für den *Prozeß* der Softwareentwicklung und ihrer Methoden offensichtlich geworden. Die dort verfolgte Orientierung korrespondiert mit bzw. hat ihren Niederschlag gefunden in theoretischen Konzepten der Softwaretechnik (Softwareengineering). Am bekanntesten dafür ist das Modell STEPS, das von Christiane Floyd und ihrer Forschungsgruppe entwickelt wurde [Floyd et al. 1992], Methoden für eine evolutionäre, partizipative Softwareentwicklung unterstützt und geeignete Werkzeuge bereitstellt. Vor allem Forderungen nach Partizipation von BenutzerInnen am Entwicklungsprozeß und Prototyping-Konzepte haben die Informatik-Diskussion weit über den Kreis der an „Informatik und Gesellschaft“ Interessierten hinaus beeinflusst.

Daß in einem solchen, von den Interessen der BenutzerInnen ausgehenden Entwicklungsprozeß auch andere Software-*Produkte* entstehen, ist bislang noch wenig nachgewiesen.<sup>1</sup> Solange aber der Zusammenhang zwischen den im Entwicklungsprozeß verfolgten Wertvorstellungen und der dabei entste-

---

<sup>1</sup> Zwei Beispiele möchte ich schon an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen: Das skandinavische UTOPIA-Projekt [Bødker et al. 1987]; [Greenbaum/Kyng 1991] und die Dissertation von Reinhard Budde und Heinz Züllighoven, in der der Zusammenhang von Werkzeug (in seinen philosophischen Aspekten) und Entwicklungswerkzeugen für Software entwickelt wurde [Budde/Züllighoven 1990], siehe dazu auch [Gryczan 1995].

henden Anwendungssoftware nicht konkret aufgezeigt werden kann, läßt sich der Auffassung, Technologieentwicklung gehorche nur ihren eigenen, immanenten Gesetzmäßigkeiten, nur schwer der Boden entziehen.

Ich möchte im folgenden zwei „Gestaltungs“-Projekte, an denen ich im Rahmen meiner Forschungstätigkeit beteiligt war und aus denen heraus sich die Fragestellung dieser Arbeit entwickelte, unter dem Gesichtspunkt des Computers als „instrumentalem Medium“ nochmals betrachten. Die These, die dieser Arbeit zugrundeliegt, daß sich nämlich im Computer sowohl instrumentale, das heißt maschinenhafte und werkzeugartige, als auch mediale Qualitäten vereinigen, mag zunächst trivial erscheinen. In diesem ersten Kapitel wird jedoch deutlich werden, daß sich für eine sozialorientierte Gestaltung aus den unterschiedlichen Zielvorstellungen, die mit Maschine, Werkzeug oder Medium verbunden sind, höchst interessante und keineswegs triviale Aufgaben entwickeln können.

Die Anforderungen, die wir aus den unterschiedlichen Bildern vom Computer im Rahmen der Projekte gestellt sahen, lassen sich grob folgendermaßen skizzieren (siehe dazu auch Kapitel 2):

- Die BenutzerIn soll von der Verarbeitung nichts merken, diese soll ganz von selbst gehen und keine Aufmerksamkeit und Mühe erfordern (Maschine).
- Autonomie und Kontrolle der BenutzerIn über den Bearbeitungsvorgang sollen jederzeit gewährleistet sein, ihre Qualifikation soll gefördert werden (Werkzeug).
- Der Computer soll einen möglichst direkten, demokratischen Zugang zu Informationen ermöglichen und die Durchschaubarkeit fördern. Er soll die Kommunikation zwischen Menschen erleichtern (Medium).

Diese Anforderungen sollten in den technischen Konzepten ihren Ausdruck finden. Es sind unterschiedliche, ja widersprüchliche Orientierungen, in denen sich Gestaltung bewegen muß und entfalten kann. Ohne die Begriffe Maschine, Werkzeug und Medium weiter zu erklären, werde ich sie in diesem ersten Kapitel benutzen in der Überzeugung, daß die Bedeutung, die sie tragen, im Gebrauch deutlich wird.

Die Vorstellung, auf die technischen Produkte aus einer sozialorientierten Perspektive Einfluß nehmen zu wollen, war – zumindest gilt dies für die westdeutsche Diskussion – ganz auf das „Werkzeug“ ausgerichtet. Die Maschine galt eher als die Perspektive des Managements mit dem Ziel der Einsparung von Arbeitskraft und der Folge einer Dequalifizierung der Beschäf-

tigten. Der Computer als Medium spielte zunächst eine geringe Rolle und fand nur am Rande Erwähnung.<sup>1</sup> An den beiden im folgenden dargestellten Projekten wird aber sichtbar, daß eine sozialverträgliche Technikgestaltung eine differenzierte Sicht vom Computer als Werkzeug *und* Maschine, als Instrument *und* als Medium erforderlich macht.

In dem einen Fall handelt es sich um das Projekt IDEEN, „Integrierte Dokumentenerstellung“, das von 1985 bis 1987 am Studiengang Informatik der Universität Bremen durchgeführt und von dem studentischen Projekt TIBBiT („Text im Bild, Bild im Text“) begleitet wurde. In Kooperation mit Sekretärinnen verfolgten wir die Überlegung, die Einführung elektronischer Textverarbeitung im Schreibungsbereich der Universität mit der Forderung zu verbinden, daß die Beschäftigten die Kontrolle über das neue Arbeitsmittel haben sollten und daß es zu einer Verbesserung der Qualität der Arbeit und der Qualität des Produktes beitragen müsse.<sup>2</sup> Zielvorstellung war, die Technik so zu gestalten, daß sie zu einer qualifizierteren, befriedigenderen Arbeit beiträgt. Gegenstand des Projektes war die Herstellung der *äußeren Form* wissenschaftlicher Texte, von Dokumenten, die in ihrem Endzustand als Papierdokumente gedacht wurden und zu deren Erstellung der Computer Hilfsmittel sein sollte. Das technische Konzept, an dem ich die Widersprüche einer Maschinen- und Werkzeugsicht diskutieren möchte, ist das einer logischen Struktur in Dokumentensystemen. In der Frage der Benutzungsschnittstelle kristallisierte sich die Fragestellung als Auseinandersetzung um Formattersysteme (Hier werden in den Text Formatierkommandos eingestreut, deren Effekt erst nach einem Compilervorgang sichtbar ist) auf der einen Seite und WYSIWYG (What You See Is What You Get)-Systemen, die auf dem Bildschirm sofort einen formatierten Text darstellen, auf der anderen.

Die Fragestellung bewegte sich im Spannungsverhältnis von Maschine und Werkzeug im Kontext lebendiger Arbeit, um die Bereitstellung einer Art von Satzqualifikation (über das als Automat funktionierende Programm) einerseits und um die Benutzung des Arbeitsmittels in der Art eines Werkzeugs andererseits. Indem jedoch im Projekt auch die zukünftigen LeserInnen und die Qualität des Produkts eine Rolle spielten, konnte der Computer nicht nur als Arbeitsmittel zur Herstellung von Dokumentenlayout

---

1 Ausführlicher werde ich diese Orientierung von „Informatik und Gesellschaft“, das der „Ort“ für den Diskurs um sozialverträgliche Technikgestaltung innerhalb der Informatik war und ist, in Kapitel 3 darstellen.

2 Siehe dazu [Köhler et al. 1986].

gesehen werden, sondern implizit auch als ein Medium, das Einfluß auf die Darstellung von Schriftgut hat und damit Darstellung und Rezeption von Texten verändert.

„Kooperative Softwareentwicklung für kooperatives Arbeiten. Neuartige Zugänge zu Literaturbeständen“ war der Titel des zweiten Projektes, auf das ich Bezug nehmen will.<sup>1</sup> Wir führten es im Rahmen des Forschungszentrums artec (Arbeit und Technik) 1991/92 an der Universität Bremen durch. Dabei ging es um die Frage, wie Literaturarbeit im Rahmen von Lehrveranstaltungen an der Universität mit Hilfe des Computers unterstützt und der Zugang zu Literatur verbessert werden könnte. Wir wechselten die Perspektive vom Computer als Maschine und Werkzeug bei der *Herstellung* der äußeren Form von Dokumenten hin zur Frage nach der *Speicherung* geeigneter Daten über die Inhalte von Literatur und nach den Möglichkeiten für die *Darstellung* und den *Zugang* zu den so gespeicherten Daten. Schließlich gingen wir auch der Frage nach, wie Computerprogramme als Mittel der Unterstützung von *Kommunikation* über Literatur Verwendung finden können. Dabei wurde – nicht zuletzt auch durch unsere Kooperation mit den BenutzerInnen – deutlich, daß wir nicht nur unseren Gegenstandsbereich, sondern auch unsere Sichtweise von der Rolle des Computers ändern mußten: Die Vorstellung vom Computer als Arbeitsmittel zur Herstellung eines Produktes trat in den Hintergrund gegenüber seiner Funktion als Medium zur Vermittlung von Information und zur Unterstützung von Kommunikation. Als Informatik-Konzept für die Realisierung dieser Anwendungsfunktionalität bot sich Hypertext an.

## 1.1 Werkzeuge und Maschinen für die Dokumentenverarbeitung: das Projekt IDEEN

### 1.1.1 Von der Schreibmaschine zur Textverarbeitung

Die Unterscheidung zwischen *Textverarbeitung* und *Textbearbeitung* spielte in der Diskussion der 70er und frühen 80er Jahre eine wichtige Rolle.

---

1 Die Ergebnisse des Projektes sind im Projektbericht [Nake/Schelhowe 1993] zusammengefaßt.

Textverarbeitung wurde mit dem Einsatz von Textautomaten, die menschliche Arbeit ersetzen, identifiziert, während Textbearbeitung als eine menschliche Tätigkeit galt, als Gestaltung von Texten (mit Hilfe von Schreibmaschinen, die gerade nicht als „Automaten“ oder „Maschinen“, sondern als „Werkzeuge“ angesehen wurden). Ursula Jacobi et al. definieren elektronische Textverarbeitung als

... eine Teilautomatisierung des Schreibvorgangs, bei der einzelne ‚Textbausteine‘ oder auch ganze Schriftstücke nach einem vorher eingegebenen Programm von der Maschine selbsttätig geschrieben werden [Jacobi 1980, S.120].

Computer halten bis in die 80er Jahre hinein als Textautomaten oder als sogenannte dedizierte Textverarbeitungssysteme (Systeme, die das Textverarbeitungsprogramm als alleinigen Zweck in der Hardware implementiert haben) Einzug in die Schreibbüros und Sekretariate. Mit der elektronischen Textverarbeitung wird von seiten des Managements die Hoffnung verknüpft, daß sich Schriftstücke in Büro und Verwaltung in großem Ausmaß in sich wiederholende Bausteine zerlegen lassen, die nur in unterschiedlicher Weise neu zusammengefügt werden. Textautomaten sollen dann, nachdem die Bausteine einmal eingegeben sind, Texte weitgehend automatisch erzeugen, so daß nur noch ein geringer Aufwand an Schreibarbeit erforderlich ist. Das Konzept folgt – dies macht Jeanette Hofmann in einem Aufsatz, der die Leitbilder für den Einsatz von Texteditoren mit denen von Textautomaten vergleicht [Hofmann 1994], deutlich – dem Vorbild der Rationalisierung in der industriellen Produktion. Das Ziel, das mit Textautomaten verfolgt wird, ist die Einsparung und Automatisierung von Schreibarbeit. Die (vermuteten) Wirkungen von Textautomaten für die Schreibkräfte, die im wesentlichen mit der Zusammenstellung von Textbausteinen beschäftigt sind, beschreiben Jacobi et al. entsprechend den Wirkungen des Taylorismus und der Maschinisierung körperlicher Arbeit: Die Tätigkeiten am Schreibautomaten hätten mit der früheren (von Jacobi et al. als qualifizierte Tätigkeit analysierten) Schreibtätigkeit nur noch wenig zu tun, bestünden vielmehr im Drücken von Tasten und in hochgradig routinierter Arbeit. Jeder inhaltliche Bezug zum Text gehe verloren, das Schriftgut werde segmentiert, der Zusammenhang zum Arbeitsergebnis gehe verloren, die Arbeit werde als monoton empfunden.

Auch wenn Textautomaten schließlich nicht in dem erwarteten Ausmaß zur Rationalisierung von Schreibarbeit eingesetzt werden konnten, so gibt es doch keinen Zweifel, daß sie für Standardtexte und Serienbriefe entwickelt worden waren und der Rationalisierung von Büroarbeit dienen sollten. Die

Textautomaten wurden vom Kontext ihrer Anwendung, von ihrer Funktionalität, aber auch von ihrer Benutzung her den Maschinen der industriellen Produktion nachempfunden.

Unterstützung von Schreibarbeit an der Universität durch Informationstechnik war Gegenstand des Projekts IDEEN. Ausgangspunkt sollte die konkrete Arbeit sein, Ziel eine an den Bedürfnissen der Arbeitenden orientierte Gestaltung von Technik. Konkrete Arbeit, das hieß in unserem Zusammenhang: das Tippen von Manuskripten wissenschaftlicher Arbeiten. Die bisherige Qualifikation der Schreibkräfte dafür bestand in der Kompetenz zur Texteingabe und Textgestaltung auf der Schreibmaschine. Daran wollten wir bei der Einführung elektronischer Textverarbeitungssysteme anknüpfen.

Während der Laufzeit unseres Projektes im Fachbereich Mathematik/Informatik wandten sich Schreibkräfte eines sozialwissenschaftlichen Fachbereichs der Universität an uns. Sie baten uns um Unterstützung bei der Durchführung eines einwöchigen Kurses, den sie zusammen mit der Gewerkschaft ÖTV organisiert hatten. Das Seminar sollte dazu dienen, aus der Sicht der Schreibkräfte Kriterien für die Einführung von elektronischer Textverarbeitung in ihrem Fachbereich zu entwickeln.

Am Ende der Woche faßten die Schreibkräfte ihre Entscheidungskriterien folgendermaßen zusammen:

Die einfache, schreibmaschinenähnliche Handhabung des Gerätes und die druckergetreue Darstellung sind unverzichtbare Voraussetzungen zur Einführung von Textverarbeitungssystemen. Ausgehend vom derzeitig anfallenden Schreibgut und den bereits genannten unverzichtbaren Voraussetzungen kommt nur ein Textverarbeitungssystem und kein Personal Computer mit Textverarbeitung in Frage... Mit der Anschaffung eines reinen Textverarbeitungssystems wird somit den derzeitigen Anforderungen und Bedürfnissen Rechnung getragen. Die Anschaffung stellt kein Präjudiz für die Zukunft dar. Nach einer einjährigen Erfahrung am Gerät wird eine Auswertung erforderlich sein. [Zusammenfassung der Ergebnisse 1986, S.6f.]

Mit dem von den Schreibkräften geforderten „reinen Textverarbeitungssystem“ ist nichts anderes gemeint als der oben dargestellte „Textautomat“. Wie konnte es dazu kommen, daß diese Schreibkräfte ein Gerät vorzogen, das zum Zwecke der Automatisierung und Rationalisierung von Schreibarbeit entwickelt und in Büro und Verwaltung in tayloristischer Absicht eingeführt wurde? Wieso konnten wir eine solche Entscheidung unterstützen unter dem Gesichtspunkt einer Orientierung an der Arbeit, am Erhalt von Qualifikation und Autonomie über das Arbeitsmittel?