

1. Einleitung

The Serpent [to Eve]:

When you and Adam talk, I hear you say »Why?« Always »Why?« You see things; and say »Why?« But I dream things that never were; and I say »Why not?«

George Bernard Shaw, *Back to Methuselah*¹

1.1 Motivation und Fragestellung

Wenn heute vom Computer gesprochen wird, ist meist der kleine Computer mit Tastatur, Bildschirm und Maus gemeint, der seit 1981 den Weg in Millionen Büros und Haushalte gefunden hat. In den allermeisten Fällen wird dieses Gerät zur Textverarbeitung, für Kalkulationen und nicht zuletzt zum Spielen verwendet. Mit dem Siegeszug des Internets ist es seit Mitte der 1990er Jahre auch zunehmend zum Medium für Kommunikation und Information geworden. Diese Geräte werden in der Regel als *Personal Computer* (PC) bezeichnet.²

Zuvor war für fast 40 Jahre ein ganz anderes Bild vom Computer vorherrschend. Computer waren riesige technische Geräte, mit deren Betrieb ein ganzes Team von Technikern, Operateuren und Programmierern beschäftigt war. Sie waren so groß und teuer, daß sich nur große Unternehmen, Behörden und das Militär Computer leisten konnten, die damit komplizierte Berechnungen anstellten oder

¹ Shaw 1990, S. 67.

² »Personal Computer« war zunächst lediglich der Name eines erfolgreichen Produkts, das die *International Business Machines Corp.* (IBM) 1981 auf den Markt brachte. Die Bezeichnung Personal Computer bürgerte sich aber schnell als Synonym für eine bestimmte Klasse von preiswerten Computern aller Hersteller ein, zu denen man auch die leistungsfähigeren *Workstations* rechnen kann. Vgl. Bell 1988, S. 7ff.

Da der Personal Computer hier als das vorläufige Endprodukt eine vierzigjährigen Entwicklung verstanden wird, macht es keinen Sinn, unter Hinweis auf die Größe oder verwendete Technologie von einem bestimmten Computer als dem »ersten PC« zu sprechen, wie man dies immer wieder in der Literatur findet, z. B. bei Olsen (1988), Lehmann (1988), Alpar (1993) oder Wood (1994).

1. Einleitung

große Datenmengen verwalteten. Obwohl im Lauf der Jahre immer mehr Menschen z. B. in Form von Lohn- und Gehaltsabrechnungen mit der elektronischen Datenverarbeitung in Berührung kamen, blieb der Computer für die allermeisten eine Technik weit jenseits des eigenen Erfahrungs- und Verständnishorizonts. Für sie handelte es sich gleichzeitig um eine magisch-faszinierende als auch als bedrohlich empfundene neue Technologie.³

Diese Großcomputer oder *Mainframes* haben zwischen 1945 und 1975 eine beispiellose Karriere gemacht. Nach einer Zeit erster Entwürfe und Prototypen wurden sie ab 1950 industriell hergestellt. 1955 waren in den Vereinigten Staaten immerhin schon 240 Großcomputer in Betrieb. 1974, noch vor der Markteinführung der ersten Personal Computer, wurde der Bestand allein in den USA auf 165 000 geschätzt.⁴

Obwohl Großcomputer und Personal Computer im wesentlichen die gleiche logische Grundstruktur besitzen, aus den gleichen elektronischen Bauelementen aufgebaut sind und auf ähnliche Weise programmiert werden, handelt es sich doch um Artefakte, die nichts miteinander zu tun haben. Trotz aller Ähnlichkeiten ist der Personal Computer aus einer ganz anderen Kultur hervorgegangen.⁵ Dies betrifft sowohl den Entwurf und die Konstruktion des eigentlichen elektronischen Geräts, der sogenannten *Hardware*, als auch die Herstellung der *Software*, also der immateriellen Programme zur Steuerung der Hardware. Schließlich unterscheiden sich auch die Anwendungsgebiete des Großcomputers und des Personal Computers ganz erheblich.

Trotz der skizzierten historischen Abfolge – zunächst Dominanz der Großcomputer bis etwa 1975, danach Aufkommen der Personal Computer – haben sich beide Stränge der Computerentwicklung seit den Anfängen des elektronischen Digitalcomputers um 1940 stets parallel entwickelt. Auch heute noch werden für bestimmte Aufgaben Großcomputer verwendet, wirtschaftlich sind sie weiterhin von erheblicher Bedeutung. Während diese Tatsache noch weithin bekannt ist, finden sich in der bisherigen Computergeschichtsschreibung nur wenige Hinweise auf die Vorgeschichte des Personal Computers, seine geistigen und technischen Wurzeln.⁶

Im Gegensatz zur traditionellen Historiographie, die vor allem die Geräteentwicklung und die Entstehung der Computerindustrie behandelt, bietet die Vorgeschichte des Personal Computers eine besondere Gelegenheit, die Verflechtung

³ Die Einschätzung spiegelt sich sowohl in der Berichterstattung der Presse wieder, die den Begriff des »Elektronengehirns« prägte, als auch in der zeitgenössischen (Science Fiction) Literatur. Vgl. Martin 1993; Mowshowitz 1977.

⁴ Norberg 1984, S. 198; Phister et al. 1983, S. 337ff.

⁵ Campbell-Kelly and Aspray 1996, S. 207; Bell and Gray 1997, S. 21.

⁶ Eine positive Ausnahme stellen die empfehlenswerten Bücher von Campbell-Kelly und Aspray (1996) bzw. Ceruzzi (1998) dar, die diesem Thema mehr Aufmerksamkeit widmen.

mit anderen Wissenschafts- und Technikbereichen aufzuzeigen. Diese vielfach übersehene Interdisziplinarität war eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des Computers zu einem einfach zu bedienenden Werkzeug und Medium für jedermann und weist eindringlich auf die zentrale Rolle des Computers für die Technikentwicklung nach 1945 hin.

Die Darstellung der Vorgeschichte des interaktiven persönlichen Computers orientiert sich folglich an drei zentralen Fragestellungen:

1. Vor welchem kulturellen Hintergrund ist die Idee der persönlichen Informationsverarbeitungsmaschine entstanden, wie hat sie sich im Laufe der Zeit unter dem Einfluß anderer Wissenschafts- und Technikentwicklungen verändert?
2. In welchen Entwicklungsschritten wurde der Digitalcomputer bei der Umsetzung dieser Ideen von einer reinen Rechenmaschine zu einem universellen Medium für Informations- und Kommunikationsaufgaben umgestaltet?
3. Wo gibt es Berührungspunkte zwischen den beiden Linien der Computerentwicklung, und welches sind die eigenständigen Problemstellungen, Lösungsansätze und Entwicklungsmethoden bei der Entwicklung interaktiver persönlicher Computer?

Dabei soll auch gezeigt werden, daß sich die eigentliche Computerrevolution – wenn der Begriff der Revolution überhaupt verwendet werden sollte – nicht im Bereich der Hardware abgespielt hat, wie viele bisherige Untersuchungen suggerieren. Es sind vielmehr die in den Programmen realisierten Ideen und Vorstellungen, die den Computer zu einer besonderen Maschine gemacht haben. Da Soft- und Hardware nicht sinnvoll getrennt voneinander betrachtet werden können, wird auch deren Wechselwirkungen zu analysieren sein. Schließlich haben auch die Zeitläufe ihre Spuren hinterlassen: Das beginnende Wettrüsten nach Ende des Zweiten Weltkrieges, die verstärkte amerikanische Technologieförderung während des Vietnamkonflikts und das Aufkommen der sogenannten Gegenkultur in den späten sechziger Jahren, sie alle haben die Computerentwicklung beeinflusst und sind damit mittelbar ein Teil der uns heute umgebenden Technik. Den Charakter dieser Entwicklung hat Pierre Lévy pointiert so formuliert: Der Computer bilde »den Schlußpunkt einer zufälligen Folge lokaler Gegebenheiten und Umstände, die sich zahlreiche Akteure – so gut es eben ging – zunutze machten.«⁷

⁷ Lévy 1995, S. 904.

1.2 Stand der Forschung

Die Computergeschichtsschreibung hat sich bislang nur wenig mit dem skizzierten Themenbereich befaßt. Tatsächlich beginnt sich die Computergeschichte erst seit wenigen Jahren methodisch innerhalb der Wissenschafts- und Technikgeschichte zu verorten.⁸ Obwohl sich die Technikgeschichte mittlerweile auch der jüngeren und jüngsten Computergeschichte angenommen hat, ist der Bereich der Softwareentwicklung und der Wechselwirkung zwischen Software- und Hardwareentwicklung in der Forschung kaum präsent.⁹ Zur Entwicklung des *Personal Computing* sind neben den Beiträgen zur Tagung über die Geschichte der Personal Workstations¹⁰ vor allem die Bücher »Tools for Thought« (1985) von Howard Rheingold sowie »Hackers« (1984) und »Insanely Great« (1995) von Steven Levy zu nennen. Sie befassen sich mit der veränderten Beziehung zwischen dem Computer und seinem Anwender seit Ende der fünfziger Jahre zunächst am Massachusetts Institute of Technology (MIT) und seit Anfang der sechziger Jahre im Umfeld der Stanford University. Dabei deutet bereits der Untertitel von Rheingolds Buch (»The People and Ideas behind the *Next* Computer Revolution«) an, daß es dem Autor – wie in seinen anderen Büchern¹¹ – vor allem darum geht, die Verheißungen des technischen Fortschritts zu verkünden.¹² Steven Levy hat zwar ein ausgeprägteres historisches Interesse als Rheingold, erzählt aber in seinen beiden solide recherchierten Büchern recht unreflektierte Heldengeschichten. In »Hackers« befaßt er sich mit Gruppen junger idealistischer Computerenthusiasten am MIT und im Großraum San Francisco, die der Softwareentwicklung seit 1960 manchen Impuls gegeben haben und für Levy die eigentlichen »Helden der Computerrevolution« sind.¹³ Levys Buch »Insanely Great« kommt der hier verfolgten Argumentation am nächsten, setzt aber andere Schwerpunkte, indem

⁸ Norberg 1984; Mahoney 1988; Aspray 1994.

⁹ Mahoney 1990, S. 325ff.; Cortada 1990, S. 396. Seit dem Erscheinen von Herman Goldstines Monographie im Jahre 1972 ist eine ganze Reihe von Studien zu Teilbereichen der Computergeschichte veröffentlicht worden. Sie befassen sich aber überwiegend mit der Hardwareentwicklung bis etwa 1960, der Entstehung der Computerindustrie oder mit der Rolle des Computers als mathematischem Instrument.

Mit der Entwicklung der Computertechnik beschäftigen sich beispielsweise Beauclair (1968), Goldstine (1980), Williams (1986) und Croarken (1990). Gute Darstellungen zur Wirtschaftsgeschichte des Computers stammen von Stern (1982), Flamm (1988), Petzold (1992) und Campbell-Kelly (1989). Zur Geschichte des Computers als mathematischem Instrument wird auf Nash (1990) und Heintz (1993) verwiesen. Weitere Hinweise auf Literatur zur Computergeschichte finden sich in den umfangreichen Bibliographien von Randell (1979) und Cortada (1990, 1996a, 1996b).

¹⁰ Goldberg 1988.

¹¹ Rheingold 1994; Rheingold 1995.

¹² Rheingold 1985, S. 13.

¹³ Levy 1984, S. 7f.

versucht wird, den Apple Macintosh als zwangsläufigen Endpunkt aller Computerentwicklungen nach 1945 darzustellen.¹⁴ Sowohl Levy als auch Rheingold arbeiten als Journalisten, so daß bei ihren populärwissenschaftlich geschriebenen Büchern trotz fachkundiger Recherche viele Details und Zusammenhänge zu Gunsten eines pointierten Stils auf der Strecke bleiben.¹⁵

Ansonsten dominieren (immer noch) ausgeprägt technik- oder unternehmenszentrierte Darstellungen das Feld. Dabei betont die technisch orientierte Geschichtsschreibung des Personal Computers die Fortschritte in der Mikroelektronik und die dadurch ermöglichten Fortschritte beim Bau kleiner Computer. Solche Darstellungen stellen meist die Erfindung des Mikroprozessors durch die Intel Corporation im Jahre 1971 an den Beginn der Entwicklung, um dann die raschen Fortschritte bei der Leistung und Speicherausstattung der mikroprozessorbasierten Computer aufzulisten, an deren Ende in der Regel die heutigen Hochleistungs-PCs stehen.¹⁶ Solche Darstellungen lassen freilich außer acht, daß die Entwickler und Nutzer der ersten Mikroprozessoren Erfahrungen bei der Konstruktion und/oder Programmierung von Groß- oder Minicomputern besaßen, die in die ersten Computer auf Mikroprozessorbasis einfließen. Andere Autoren sehen hingegen die Subkultur der sogenannten Hacker mit ihren sozialutopischen Ideen als den Ausgangspunkt für die Entwicklung und Nutzung des Personal Computers.¹⁷ Beide Sichtweisen übersehen in der Regel die Kontinuität, die man beim Übergang vom gemeinsam genutzten Großcomputer zum einzeln verwendeten Personal Computer feststellen kann.

Auf diese Weise wird die Entstehung des Mikrocomputers entweder als Übergang einer technischen Innovation in ein Produkt oder aber als Resultat einer utopischen Vision betrachtet, deren Ziel die Demokratisierung der Technik war. Beide Sichtweisen führen allerdings zu Argumenten, die den Mikrocomputer als revolutionär ausweisen, sei es auf technologischer Seite oder in bezug auf die Diffusion der Computernutzung und das Versprechen eines Computers für den »Rest von uns«. Sie wiederholen damit lediglich die Ideologie zweier wichtiger Gruppen, die an der Entstehung des Personal Computers beteiligt waren; deshalb kann auch keine der beiden Sichtweisen eine angemessene Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte und der Interaktion zwischen den beteiligten Akteuren leisten.

Erst seit kurzem setzt sich die Technikgeschichtsschreibung auch mit den politischen, kulturellen, gesellschaftlichen Einflüssen bei der Entwicklung von

¹⁴ Levy 1995.

¹⁵ Raskin 1994a.

¹⁶ Zum Beispiel Noyce and Hoff 1981; Bischoff 1983; McMullen and McMullen 1993; Tredennick 1996 oder Miller 1997.

¹⁷ Levy 1984; Nelson 1987; Pfaffenberger 1988; Raskin 1994c.

1. Einleitung

Computern und deren Nutzung auseinander. Neben den Überblickswerken von Campbell-Kelly und Aspray (1996) bzw. Ceruzzi (1998) sind hier vor allem die Bücher von Edwards (1995) und Norberg und O'Neill (1996) zu nennen. Edwards erklärtes Ziel ist, anhand der Computergeschichte zu zeigen, wie Ideen und technische Artefakte durch Politik und Kultur miteinander verbunden sind, und er konzentriert sich dabei auf die parallele Entwicklung von Kognitions- und Computerwissenschaft während der fünfziger und sechziger Jahre. Während Edwards den Blick von außen auf die Computerentwicklung wirft, haben Norberg und O'Neill in ihrem Buch die Mechanismen der amerikanischen Forschungsförderung durch die *Advanced Research Projects Agency*, eine Abteilung des amerikanischen Verteidigungsministeriums, analysiert und dabei festgestellt, daß ein Großteil der heutigen Computertechnologie direkt oder indirekt auf solche militärisch finanzierten Entwicklungsprojekte zurückgeht.¹⁸

1.3 Akteure und Leitbilder

Da es sich um ein völlig neues Gebiet von Wissenschaft und Technik handelte, wurde die Entwicklung der ersten Digitalcomputer während der vierziger Jahre von einer kleinen Gruppe von Mathematikern und Ingenieuren vorangetrieben, die sich – zumindest im angloamerikanischen Raum – persönlich kannten. Ihr Wissens- und Erfahrungsaustausch erfolgte in der Regel auf informelle Weise, durch persönliche Kontakte, Sommerschulen und in kleinen Auflagen vervielfältigte Forschungsberichte.¹⁹ Auch während der fünfziger Jahre hatte man es, trotz der Anfänge einer Computerindustrie, immer noch mit einem überschaubaren Kreis von Akteuren zu tun, die an wenigen renommierten Institutionen arbeiteten.²⁰ Erst mit dem wirtschaftlichen Erfolg der Computerbranche und der Anerkennung der *Computer Science* bzw. Informatik als eigenständige wissenschaftliche Disziplin entwickelte sich ein formalisierter, weitgehend anonymer

¹⁸ Edwards 1998. In näherer Zukunft werden schließlich drei weitere Studien fertiggestellt, die sich auch inhaltlich mit dem gleichen Themenkreis wie dieses Buch befassen. Der kanadische Technikhistoriker Thierry Bardini hat soeben sein Buch über Douglas C. Engelbart fertiggestellt, der Pulitzer-Preisträger Michael Hiltzik schreibt momentan an einer Geschichte des Xerox Palo Alto Research Center und Ted Friedman arbeitet an der Duke University an einer Dissertation über die Kulturgeschichte des Personal Computers.

¹⁹ Wolfe 1992; Flamm 1988, S. 217ff.

²⁰ Wichtige Zentren der frühen Computerentwicklung in der USA waren die University of Pennsylvania in Philadelphia, das Institute of Advanced Study (IAS) in Princeton, das Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, Mass. sowie das amerikanische Bureau of Standards. In England wurden Computer an den Universitäten in Manchester und Cambridge sowie beim National Physical Laboratory in Teddington entwickelt.

Forschungsbetrieb, in dem der einzelne keine detaillierte Übersicht über die Gesamtheit der Forschungsaktivität mehr besitzen konnte.²¹

Trotz dieser Tendenz blieben die wenigen seit Beginn der Entwicklung beteiligten Institutionen auch nach 1960 führend in der Computerforschung.²² Diese Entwicklung wurde auch durch die Forschungsförderung des US-Verteidigungsministeriums begünstigt, das statt einer flächendeckenden Unterstützung der Computerforschung sogenannte *Centers of Excellence* unterstützte, die in der Regel an den renommierten privaten Eliteuniversitäten angesiedelt waren. Ihnen gelang es wegen ihrer guten finanziellen Ausstattung weiterhin, die besten und kreativsten jungen Wissenschaftler zu verpflichten. Innerhalb dieser Gruppe spielten persönliche Kontakte nach wie vor eine bedeutende Rolle, wenn es um den Austausch von Wissen und Erfahrung, aber auch um die Besetzung von Stellen ging.

Da die in diesem Buch geschilderten Entwicklungen vorwiegend innerhalb solcher militärisch geförderten Projekte stattgefunden haben, scheint es sinnvoll, die Akteure in das Zentrum der Untersuchung zu stellen, zumal die französische Techniksoziologie in den vergangenen Jahren ein umfangreiches Instrumentarium zur Analyse von Akteur-Netzwerken bereitgestellt hat.²³

Dieser Ansatz geht davon aus, daß sich die Entstehung von Technik als ein Prozeß von Netzwerkbildungen vollzieht. Dabei besteht das Netzwerk aus heterogenen Elementen, die in Beziehung zueinander treten. Personen und Institutionen sind aus dieser Perspektive ebenso Akteure wie die technische Artefakte oder nichtmaterielle, abstrakte Ideen. In Analogie zu biologischen Vorgängen wird davon ausgegangen, daß sich die Beziehungen zwischen den Akteuren durch ständig stattfindende Transformations- und Übersetzungsprozesse kontinuierlich verändern. Stabilität – die sogenannte Punktualisierung des Netzwerks – ist demnach immer nur ein vorübergehender Zustand.²⁴

²¹ Ceruzzi 1989.

²² William Aspray (2000) hat allerdings darauf hingewiesen, daß gerade das IAS bzw. die Princeton University und die University of Pennsylvania ihre Spitzenposition nicht wahren konnten.

²³ Dieser Forschungsansatz wurde zuerst von Michel Callon Anfang der achtziger Jahre am Centre de Sociologie de l'Innovation in Paris entwickelt und wird heute – neben Callon (1986a, 1987, 1991) – insbesondere von John Law (1992) weitergeführt. In der Bundesrepublik wurde die Theorie der Akteur-Netze bisher noch kaum rezipiert. Vgl. Heimer 1993; Joerges 1995; Schmidt and Werlé 1998.

Die Theorie der Akteur-Netzwerke steht auch in enger inhaltlicher und methodischer Nähe zur Theorie großer technischer Systeme, die von T. P. Hughes in seinem Buch »Networks of Power« (1983) beispielhaft formuliert wurde und heute als wertvolle Methode zur Beschreibung der technischen Entwicklung anerkannt ist. Vgl. auch Hughes 1987; Joerges 1988.

²⁴ Callon 1991; Law 1992, S. 386 – Law schreibt dort: »(The theory explains) how actors and organizations mobilize, juxtapose, and hold together the bits and pieces out of which they are composed; how they are sometimes able to prevent those bits and pieces from following their own inclinations and making off; and how they manage, as a result, to conceal for a time the process of transla-

1. Einleitung

Für die Analyse der (Inter-)Aktionen während der Entwicklung interaktiver persönlicher Computer sollen vor allem folgende Konzepte der Akteur-Netzwerk-Theorie genutzt werden:

- Die Rekrutierung von assoziierungsfähigen Elementen in ein Akteur-Netzwerk (*enrolment*)²⁵,
- der Verhandlungsrahmen (*negotiation space*), innerhalb dessen Akteure ihre Projekte verstetigen,
- die Taktiken der Übersetzung in Handlungsprogramme (*translation*)²⁶, die sie dabei anwenden,
- sowie die obligatorischen Kontrollstellen bzw. Verbindungsglieder (*obligatory point of passage*) im Kommunikationsfluß.²⁷

Mit Hilfe solcher Konzepte soll beschreibbar gemacht werden, wie sich in einem wenig formalisierten und institutionalisierten Umfeld bestimmte Forschungs- und Entwicklungsströmungen ausbilden konnten.

Nun sind Computer keine gewöhnlichen technische Artefakte, weil sie neben materiellen Komponenten in zunehmendem Maße auch immaterielle Bestandteil in Form von Software umfassen. Erst die Software macht aus dem elektronischen Gerät »Computer« eine Universalmaschine. Jeder Sachverhalt, der sich in Form eines Algorithmus formulieren läßt, ist auch einer computergestützten Bearbeitung zugänglich. Da auf diese Weise der Verwendung des Computers grundsätzlich kaum Grenzen gesetzt sind, ist es besonders wichtig, welche Vorstellungen die Entwickler über die Eigenschaften des Computers, über mögliche Einsatzgebiete und Beschränkungen sowie über die Rolle des Computers in unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen besessen haben. Nur durch die Software kann sich der Computer wie eine Rechen- oder Schreibmaschine verhalten oder wie im Fall der sogenannten »Virtuellen Realität« völlig artifizielle Welten simulieren, in denen die Gesetze der realen Welt keine Gültigkeit haben müssen. Deshalb kann man die Softwareentwicklung mit einigem Recht als eine Form von Realitätskonstruktion betrachten, deren Endprodukt materialisierte Ideen sind.²⁸

Beispielsweise haben Entwickler einer neuen Computerarchitektur, d. h. dessen logischer Funktionsweise, bestimmte Vorstellungen von der Arbeitsweise der neuen Maschine. Diese Vorstellung verändert sich, sobald der abstrakte Entwurf mit konkreten Bauelementen unter bestimmten finanziellen und technologischen

tion itself and so turn the network from a heterogenous set of bits and pieces each with its own inclinations, into something that passes as a punctualized actor«.

²⁵ Law 1983.

²⁶ Callon 1991, S. 142ff.; Law 1992, S. 386ff.

²⁷ Callon 1986b, S. 205f.

²⁸ Floyd 1989; Hörning 1989, S. 117f.; Snelting 1998.

Randbedingungen in die Realität umgesetzt wird. Gleichzeitig hat der Entwickler eine bestimmte Art der Nutzung im Auge, die sich ganz erheblich von der tatsächlichen späteren Verwendung des Computers unterscheiden kann. Solche Veränderung stehen im Zentrum der folgenden Ausführungen.

Für die Rolle von Ideen, Metaphern und Analogien wurde in den vergangenen Jahren von der sozialwissenschaftlichen Technikforschung der Begriff des Leitbildes entwickelt.²⁹ Dabei konnten Dierkes et al. (1992) zeigen, daß es in Wissenschaft und Technik tatsächlich einen Mechanismus des »Leitens« durch »Bilder« zu geben scheint. Leitbilder bündeln demnach die Intentionen, das Wissen und die Erfahrung der Menschen darüber, was ihnen einerseits als machbar und andererseits als wünschenswert erscheint. Darüber hinaus können sie die individuelle Wahrnehmung und das Wertesystem der an der Produktion von technischem Wissen beteiligten Akteure in eine gemeinsame Richtung lenken. Schließlich vereinfacht ein gemeinsames Leitbild gerade in einem noch nicht ausgereiften Wissenschafts- und Technikbereich die Kommunikation zwischen den Beteiligten. Inwieweit ein Leitbild wirklich eine leitende Funktion wahrnehmen kann, hängt allerdings von der Attraktivität und Stärke der verwendeten Bilder, Metaphern und Analogien ab.³⁰

Bereits Leibniz notierte 1705, alles menschliche Denken vollziehe sich mittels gewisser Zeichen und Charaktere.³¹ Bei diesen Zeichen und Symbolen kann es sich um unterschiedliche Repräsentationsformen handeln, um eine begriffliche oder um eine bildliche Repräsentation. Vieles spricht dafür, daß manche Probleme gedanklich leichter in einer begrifflichen, andere wiederum leichter in einer bildlichen Repräsentationsform zu bewältigen sind. Die Originalität des Menschen – und eines erfolgreichen Leitbildes – besteht hauptsächlich darin, für jeden Wissensbereich und jedes Problem die adäquate, d. h. am leichtesten zu durchschauende Repräsentationsform zu finden. Für die Repräsentation neuen technischen Wissens, für die noch keine eigenen sprachlichen Begriffe existieren, werden deshalb häufig Metaphern oder Analogien verwendet.³²

Ein Idee muß aber nach Dierkes et al. (1992) auch eine genügend große Zahl von Anhängern besitzen und bestimmten Erfordernissen gerecht werden, um als

²⁹ Die Leitbildforschung stellt ein zentrales, aber auch umstrittenes Thema der deutschen Technikgeneseforschung dar. Sieht man vom Anspruch der Techniksoziologie ab, damit ein angemessenes Instrumentarium zur »weichen« Techniksteuerung entwickelt zu haben, so wird ihm doch ein erhebliches Potential als Analyseinstrument zugesprochen. Vgl. Hellige 1993, König 1993 und Hellige 1996b.

³⁰ Dierkes et al. 1992, S. 41–52. Insbesondere der letzte Aspekt wurde bereits von Thomas Kuhn als wichtiges Element bei der Entwicklung einer »normalen Wissenschaft« herausgestellt. Vgl. Kuhn 1992, S. 392f., 398.

³¹ Leibniz 1996, S. 110.

³² Dierkes et al. 1992, S. 52ff.; Mambrey und Tepper 1992; Busch 1995.

1. Einleitung

Leitbild bezeichnet werden zu können. Es muß evident sein (wie selbstverständlich immer vorhanden sein), es muß in verschiedenen Wissenskulturen zu Hause sein und die Kulturen damit überbrücken, es muß kreative Impulse auslösen, muß richtungsweisend, stabilisierend und auch korrigierend sein.³³

Solche Leitbilder oder Orientierungsmuster, wie Heike Stach und Ralf Bohnsack sie genannt haben, können eine lang-, mittel- oder kurzfristigen Wirkungsdauer besitzen. Langfristige Orientierungsmuster beinhalten Gewohnheiten, Wissensstrukturen und Wertsysteme, die über lange Zeiträume in der Gesellschaft geteilt und durch Erziehung und Ausbildung in einem bestimmten kulturellen Umfeld vermittelt werden. Wegen ihrer Allgegenwart werden sie von den Beteiligten einer Wissenschaft- und Technikentwicklung nur selten explizit thematisiert. Dennoch ist das tief verwurzelte Verständnis von Wissenschaftlern und Technikern über die eigene gesellschaftliche Rolle von erheblichem Einfluß für ihre Ziele und Methoden. Mittelfristige Orientierungsmuster entsprechen am ehesten der geschilderten Form des Leitbildes mit Verwendung bestimmter Bilder, begrifflich faßbarer Ideen und Normen, die von den beteiligten Personen reflektiert und oft mit sehr viel Engagement propagiert werden.³⁴ Kurzfristige Orientierungen sind hingegen oft das Ergebnis eines mehr oder weniger zufälligen Aufeinandertreffens von Akteuren, durch die neue Ideen entstehen, aber auch zeitlichen und finanziellen Drucks oder der generellen Arbeitsatmosphäre. Insbesondere mittelfristige Leitbilder lassen sich besonders gut durch narrative Interviews und die Analyse von im Rahmen der Technikentwicklung entstandenen programmatischen Texten erschließen.³⁵

Im Bereich der Informatik versteht man unter einem Leitbild häufig ein Verständnismodell einer Computeranwendung oder eines Computersystems, an dem sich die Gestalter bei ihrer Entwicklungsarbeit orientieren. Dabei handelt es sich im wesentlichen um die metaphorische Übertragung von Bedeutungen und ihre technische Nachbildung. Systeme werden vielfach in Analogie zu bekannten und vertrauten Kategorien gestaltet. Diese Analogie kann struktureller Natur sein wie bei der elektronischen Post. Sie sich aber auch an qualitativen Aspekten orientieren wie im Falle der sogenannten Künstlichen Intelligenz.

Bei der Frage nach grundsätzlichen Eigenschaften des Computers und der daraus resultierenden Verwendungsmöglichkeiten kann man drei Leitbilder identifizieren, die keine zeitliche Abfolge darstellen, wie dies z. B. bei einer Periodisierung nach Computergenerationen suggeriert wird. Es handelt sich dabei um die Sichtweisen des Computers als *Automat*, als *Werkzeug* und als *Medium*. Tat-

³³ Dierkes et al. 1992, S. 39ff.; Tepper 1996, S. 150f.

³⁴ Stach 1996, S. 51ff.; Bohnsack 1998; Bijker et al. 1987, S. 5.

³⁵ Stach 1996, S. 51.

sächlich ist jedes dieser Leitbilder mit einer bestimmte Gruppe von Akteuren, bestimmten Anwendungen und Systemarchitekturen verbunden.

1.4 Vom Automaten zum Werkzeug und Medium

Was und wie

Dies ist keine Geschichte der *Computertechnik*, auch keine Geschichte der *Computeranwendungen*, sondern in erster Linie eine Geschichte der *Computernutzung*. In ihrem Zentrum steht die Frage, *was* man mit einem Computer alles tun kann und *wie* der Mensch dabei mit dem Computer umgeht. Beide Aspekte unterliegen der Programmierbarkeit und betonen den »weichen« Charakter des Computers.³⁶

In einem ersten Kapitel wird zunächst eine erste einflußreiche Vorstellung davon präsentiert, *was* ein Wissenschaftler mit einem Computer machen und *wie* er mit der Maschine in Interaktion treten soll. Diese Vorstellung stammt von Vannevar Bush, einem der wichtigsten Computerpioniere in der Zeit vor 1940 und gleichzeitig einem der einflußreichsten Organisatoren von Wissenschaft und Technik seiner Zeit. An seinem Beispiel wird gleichzeitig verdeutlicht, in welcher Weise die Vorstellungen einer Maschine zur Verarbeitung von *Wissen* ebenso durch das (amerikanische) Selbstverständnis der Ingenieure geprägt wird, wie durch die Möglichkeiten des technischen Fortschritts und die Situation von Wissenschaft und Technik während des Zweiten Weltkrieges. Am Ende steht eine Vision, die in den nachfolgenden Jahren direkt oder indirekt eine Vielzahl von Ingenieuren beeinflußt hat, die mit der Entwicklung von Digitalcomputern beschäftigt waren.

Die ersten, zwischen 1945 und 1950 gebauten, Computer waren riesige elektronische Maschinen, die zusammen mit der zugehörigen Peripherie, den Ein- und Ausgabegeräten, ganze Räume ausfüllten. Von ihrem Charakter her handelte es sich dabei um Rechenmaschinen, die nach einem festgelegten Schema umfangreiche numerische Operationen durchführten.³⁷ In dieser Zeit waren die Benutzer und die Bediener des Computers noch identisch, vielfach waren sie gleichzeitig auch Programmierer. Sie befanden sich im gleichen Raum mit dem Computer, richteten Schalt- und Stecktafeln ein, legten Magnetbänder ein, bedienten die Schalter auf der Bedientafel des Computers und kontrollierten mit Meßgeräten

³⁶ Coy 1992; Nake 1994, S. 314.

³⁷ Aus dieser Entwicklung stammt auch die Bezeichnung »Computer«. Vgl. Ceruzzi 1991. Auch in Deutschland, wo der adäquatere Begriff »Datenverarbeitungsanlage« lange Zeit vorherrschend war, wird heute weitgehend vom Computer gesprochen.

1. Einleitung

den Zustand der Hardware. Sie richteten die Maschine für ihre Berechnungen ein und setzten sie in Gang. Sie waren mit der Maschine vertraut und wußten das Flackern der Anzeigen und die Geräusche der Maschine zu deuten. Für sie war der Computer nichts als eine Maschine, mit deren Hilfe sich aufwendige und fehleranfällige Berechnungen automatisieren ließen. Dabei konnte und mußte der Benutzer die Maschine bis ins letzte Detail kontrollieren. Der Grad an Interaktion zwischen Mensch und Computer war in dieser Phase sehr hoch, die Art der Interaktion so unmittelbar, wie sie nur sein kann. Dabei sprachen die Benutzenden allerdings nicht von Interaktion, dieser Begriff kommt erst im historischen Rückblick in den Sinn.

Menschen und Systeme

Parallel zur Entwicklung der ersten Digitalcomputer kam die Erkenntnis auf, daß der Mensch in komplexen technischen Systemen eine entscheidende Rolle spielt. Aus dem Wunsch, soziotechnische Systeme in Hinblick auf Beherrschbarkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit optimal zu gestalten, entstand Mitte der vierziger Jahre die multidisziplinäre Disziplin der Ergonomie, deren Ziel es war, physiologisches, medizinisches und psychologisches Grundlagenwissen in den Entwurf komplexer technischer Systeme einfließen zu lassen.³⁸ Neben der Gestaltung von Flugzeugcockpits und Leitwarten, spielte auch die Gestaltung von (militärischen) Computersystemen von Beginn an eine entscheidende Rolle.³⁹ Dabei wurde das bisher vorherrschende lineare Modell der Datenverarbeitung zu einem geschlossenen Regelkreis erweitert, der den Menschen nicht nur als Anhängsel der Maschine, sondern als gleichwertigen Bestandteil des soziotechnischen Systems anerkannte.

Mit dem Übergang zu dieser systemtheoretischen Sichtweise wurde man sich auch der Schnittstelle (engl. *interface*) zwischen Mensch und Maschine bewußt. Da soziotechnische Systeme konstruiert sind, wurde auch die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine zum Gegenstand einer bewußten, wissenschaftlich fundierten Gestaltung. Notwendigerweise muß die Rolle des Menschen für den Systementwurf auf wenige Funktionen reduziert werden. Implizit oder explizit wird das Modell, das sich der Entwickler vom potentiellen Benutzer macht, zum Schlüsselement für die Eigenschaften des von ihm konstruierten Systems.⁴⁰

Als Beispiel für diese Entwicklungen wird in Kapitel 3 die Entwicklung von Computern und Computersystemen am Massachusetts Institute of Technology (MIT) während der vierziger und fünfziger Jahre dargestellt, deren zentraler

³⁸ Die Etablierung der neuen Disziplin läßt sich mit dem Erscheinen des ersten Lehrbuchs von Chanis et al. 1949 datieren.

³⁹ Christensen 1976, S. 288f.; Sheridan 1986, S. 1f.

⁴⁰ Ropohl 1979; Nake 1984, S. 113.

Akteur Jay W. Forrester ist, der zunächst in der von Vannevar Bush verkörperten Tradition des Ingenieurberufs stand. Gleichzeitig war er auch mit der Regelungstechnik bzw. Kybernetik in Kontakt gekommen, die während der dreißiger und vierziger Jahre von Gordon Brown und Norbert Wiener am MIT als neue Denkrichtung etabliert wurde und die *systemische* und *ganzheitliche* Betrachtung von biologischen, sozialen und technischen Phänomenen betonte. Bei der Entwicklung des Whirlwind-Computers durch Forrester und seine Mitarbeiter fand die kybernetische Denkweise ihren Niederschlag sowohl in der verwendeten Entwurfssystematik als auch bei den Überlegungen, den Computer für Steuerungsaufgaben statt nur für Berechnungen einzusetzen. Nicht zuletzt bedeutete die Rolle, die dem Menschen innerhalb eines solchen Systems zugedacht ist, einen erheblichen Unterschied zu anderen Computerentwicklungsprojekten der damaligen Zeit.

Aus diesem Projekt ging in den fünfziger Jahren das erste computergestützte Luftverteidigungssystem SAGE hervor, für das erstmals eine komplexe Mensch-Computer-Schnittstelle entwickelt wurde, weil die typischen Bediener von SAGE keine Computerspezialisten, sondern einfache Soldaten waren. Zu diesem Zweck wurden Verfahren zur Ein- und Ausgabe von Daten in unmittelbarer Interaktion mit dem Computer entwickelt, die den hohen Anforderungen eines Luftverteidigungssystems entsprachen. Dabei entstanden Bildschirmsysteme für Texte und Grafiken und der Lichtgriffel als Eingabegerät für grafische Daten.

Mensch, Computer, Kommunikation

Die Zahl der Benutzer wurde während der fünfziger Jahre allmählich größer, und diese kannten sich nicht mehr mit den Details der Maschine aus. Deshalb wurden sie nur noch als Beobachter und Experten ihrer eigenen Anwendung an die Maschine gelassen. Die Funktionen von Programmierer, Benutzer und Bediener des Computers traten auseinander. Insbesondere bei den beiden ersten Gruppen war dies mit einer zunehmend abstrakteren Vorstellung des Computers verbunden. Für sie bestand der Computer nicht mehr in erster Linie aus elektronischen Schaltkreisen, Registern und Speicherzellen, sondern war ein Gerät mit einem bestimmten Funktionsumfang, für das sie Programme zur Bearbeitung bestimmter Aufgaben schrieben. Solche Programme wurden in Form von Lochkartenstapeln gespeichert und wanderten zwischen dem Arbeitsplatz des Benutzenden und dem Computerzentrum hin und her. Die Aufträge der Benutzer wurden im Zentrum von Maschinenbedienern nacheinander in die Maschine zur Verarbeitung eingegeben. Die Maschine und ihre Bediener waren damit relativ autonom von den Benutzern und Programmierern.⁴¹

⁴¹ Ceruzzi 1994; Nake 1995, S. 35.

1. Einleitung

Kapitel 4 zeigt, wie aus Unzufriedenheit mit dieser Trennung seit Beginn der sechziger Jahre der Versuch unternommen wurde, den Benutzer wieder in engeren Kontakt mit dem Computer zu bringen. Joseph C. R. Licklider, Professor für experimentelle Psychologie am MIT und während der fünfziger Jahre Mitarbeiter bei der Entwicklung des SAGE-Systems, war der Mann, dessen Vision einer interaktiven Computernutzung während der sechziger Jahre Hunderte von gleichgesinnten Wissenschaftlern motivierte, sich mit neuen Wegen bei der Hard- und Softwareentwicklung zu beschäftigen. Als Licklider Anfang der sechziger Jahre einen wichtigen Posten innerhalb der militärischen Forschungsförderung übernahm, konnten diese Wissenschaftler mit der Realisierung des als »Time-Sharing« bezeichneten Ansatzes beginnen.

Die kostspieligste Ressource des Computers, der Zentralprozessor, war zu diesem Zeitpunkt so leistungsfähig geworden, daß er immer wieder auf periphere Prozesse, d. h. Ein- und Ausgaben, warten mußte. Deshalb wurde beim Time-Sharing mit dem Betriebssystem eine Ordnungsinstanz geschaffen, die die Hardware des Computers mit dem Ziel einer möglichst hohen Auslastung verwaltete. Mit dem Time-Sharing konnte die Rechenzeit des Computers automatisch auf viele gleichzeitig am Rechner Arbeitende aufgeteilt werden. An den Fernschreibern, die in der Nähe ihrer Arbeitsplätze installiert wurden, wurde den Benutzern näherungsweise der Eindruck vermittelt, die Maschine stünde ihnen allein ständig zur Verfügung. So entstand zu Beginn der sechziger Jahre der Begriff der »Mensch-Computer-Kommunikation«, der bereits auf die Ablösung der Automaten-sichtweise hindeutet.⁴²

Interaktive Programme, bei denen der Benutzer während der Ausführung Eingaben machen kann, gaben das zusätzliche Gefühl, mit dem Computer zu kommunizieren und partnerschaftlich zusammenzuarbeiten. Obwohl auch bei interaktiven Programmen der Ablauf im voraus festgelegt ist, vermittelten solche Programme ihren Benutzern das scheinbare Gefühl der Kontrolle über die Maschine. Man erkannte bald, daß der Umfang dieser Illusion von der Gestaltung der Kommunikation über die Mensch-Computer-Schnittstelle abhängt. Die facettenreichen und vieldeutigen Möglichkeiten der menschlichen Ausdrucksweise werden bei Eingaben in den Computer auf ihren nackten Datenkern reduziert. Um »Mißverständnisse« zwischen dem Computer und seinem menschlichen Benutzer zu vermeiden, muß der Programmierer eines interaktiven Programms dafür sorgen, daß bei dieser kommunikativen Einengung keine Fehlinterpretationen auftreten können. Letztlich findet die Kommunikation also nicht zwischen dem Benutzer und dem Computer, sondern zwischen dem Benutzer und dem Programmierer eines bestimmten Programms statt. Der Computer übernimmt bei dieser Kommunikation nur die Rolle eines *Mediums*, obwohl bei entsprechend fortgeschritte-

⁴² Friedewald 1998; Hellige 1996a, S. 209ff.

ner Programmierung der Eindruck entsteht, der Computer selbst sei der Partner der Kommunikation.⁴³ Wie bei vielen anderen Medien droht also das Bewußtsein dafür verlorenzugehen, daß die Kommunikation nur vermittelt ist und daß jedes Medium eigene Ausdrucksformen besitzt. Der kanadische Medientheoretiker Marshall McLuhan brachte dies bereits Mitte der sechziger Jahre in seinem bekannten Slogan »Das Medium ist die Botschaft« zum Ausdruck.⁴⁴

Computerwerkzeuge

Die interaktive Benutzung eröffnete schließlich völlig neue Anwendungsgebiete, bei denen nicht mehr die Vorstellung des Rechenautomaten, sondern die des Computers als Werkzeug im Vordergrund stand. Vom Computer als *Werkzeug* kann man sprechen, wenn ein Programm so gestaltet ist, daß das Ergebnis seiner Ausführung überwiegend von den Eingaben des Benutzers abhängig ist. Ein solches Programm stellt eine Reihe von Grundfunktionen zur Verfügung, die der Benutzer so kombinieren kann, wie es die Lösung einer bestimmten Aufgabe erfordert. So stellt beispielsweise ein Textverarbeitungsprogramm diejenigen Funktionen zur Verfügung, die man zum Erstellen, Formatieren und Drucken eines Textes benötigt. Inhalt und äußere Form des Textes werden allerdings nicht durch das Programm selbst, sondern durch die Aktionen des Benutzers mit dem Programm festgelegt. Dadurch erhalten die Benutzer des Computers eine relativ hohe Autonomie gegenüber ihrem Arbeitsmittel. Sie behalten stets das bearbeitete Material im Auge, an dem die vorgenommenen Änderungen sofort sichtbar sind. Der große Unterschied zu traditionellen Werkzeugen liegt allerdings darin, daß beim klassischen Werkzeug Benutzung und Funktion eins sind, während der Computer durch die Programmierung in jedes beliebige Werkzeug (und jeden beliebigen Automaten) verwandelt werden kann. Ob der Computer nun ein Automat oder ein Werkzeug ist, ist deshalb weniger eine Frage der verwendeten Hardware, als vielmehr der geeigneten Programmierung.⁴⁵

Als Beispiel für die Konsequenzen dieser Sichtweise werden in Kapitel 5 die Arbeiten von Douglas C. Engelbart während der sechziger und siebziger Jahre vorgestellt. Engelbart hatte bereits kurz nach dem Zweiten Weltkrieg angefangen, sich Gedanken über ein Gerät zu machen, mit dessen Hilfe man die geistige Arbeit von Wissenschaftlern und Managern effektiver gestalten konnte und sprach von der Verstärkung der menschlichen Intelligenz mit Hilfe des Computers. Zu diesem Zweck untersuchte er – zunächst noch ganz im Sinne eines kybernetischen Systemansatzes – seit Anfang der sechziger Jahre die technischen Möglichkeiten

⁴³ Licklider et al. 1968; Nake 1984, S. 115f.; Maaß 1994, S. 331f.

⁴⁴ McLuhan 1992, Kapitel I, passim.

⁴⁵ Evans 1969, S. 114ff.; Nake 1994, S. 314f.; Coy 1995, S. 35. – Das Bild des Computers als Automat, Maschine und Werkzeug ist von Budde und Züllinghoven (1990) sowie von Winograd und Flores (1992) in aller Breite behandelt worden.

1. Einleitung

für die Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle. Gleichzeitig entwickelten Engelbart und seine Mitarbeiter leistungsfähige Werkzeuge für die Dokumentenerstellung und -verwaltung sowie für Aufgaben des Projektmanagements. Im Laufe dieser Arbeiten traten auch die kommunikativen Aspekte der Computertechnik, die Möglichkeit zur zwischenmenschlichen Kooperation und Kommunikation mit Hilfe des Computers zutage. Bei Engelbarts Computersystem wurde auch erstmals die bis heute gültige Form der Computerarbeit praktiziert: Der Benutzer arbeitete an einem Terminal mit einem alphanumerischen oder Grafikmonitor, einer Tastatur und einem grafischen Eingabeinstrument, der Maus, und befand sich dabei in ständiger Interaktion mit dem Computer.

Obwohl Engelbarts fortschrittliches Computersystem bei seiner ersten öffentlichen Vorführung Ende der sechziger Jahre sehr viel Bewunderung auslöste, blieb er damit erfolglos. Die veränderte Forschungsförderung des Pentagon, die Fortschritte bei der Computerhardware und nicht zuletzt Engelbarts überambitionierte Ziele stellten sich letztlich als Hindernis für eine größere Verbreitung seiner Forschungsergebnisse heraus.

Computer als Medium

Während bis Ende der sechziger Jahre lediglich die kommunikativen Aspekte des Computers in Form der Mensch-Computer-Interaktion beachtet wurden, wurde der mediale Charakterzug Ende der sechziger Jahre erheblich erweitert. Diese Entwicklung hat ihre Ursache in der Weiterentwicklung der Speicher- und der Übermittlungsfähigkeit des Computers. In dem Maße, wie die Speicherkapazität vergrößert wurde, trat auch der Automatencharakter des Computers hinter den des Mediums zurück. Ohne die lokale, regionale und globale Vernetzung wäre diese Entwicklung allerdings begrenzt geblieben. Erst durch die Möglichkeit zur gemeinsamen Nutzung von Daten und zur kooperativen Nutzung der miteinander verbundenen Maschinen wurde der Computer bzw. das Netz zu einem neuen digitalen Medium, das traditionelle Medien wie die Presse, Telefon und Fernsehen beerbt.⁴⁶

Die Attribute dieses neuen digitalen Metamediums wurden während der siebziger Jahre entscheidend im *Palo Alto Research Center* (PARC) von Xerox herausgearbeitet, das im Zentrum von Kapitel 6 steht. Nach der Einschätzung von Alan Kay, einem der Chefwissenschaftler des PARC, ist der Computer selbst »kein Werkzeug, obwohl er sich wie viele Werkzeuge verhalten kann«. Vielmehr sei er »ein Medium, das alle Einzelheiten anderer Medien dynamisch nachahmen kann, selbst Medien, die in der wirklichen Welt gar nicht möglich sind«. Folg-

⁴⁶ Bolz 1994; Coy 1995, S. 36; Lang 1996, S. 242ff.

lich, so Alan Kay, besitze der Computer Freiheitsgrade der Darstellung und des Ausdrucks, die es bisher noch nie gab.⁴⁷

Es zeigt sich, daß sich die Sichtweisen nicht widersprechen müssen. Im Laufe der Entwicklung wurde ein Großteil der Grundfunktionen automatisiert. Die Entwicklung von Programmen gestattet die Verwendung des Computers als Werkzeug, während die Vernetzung den kooperativen Charakter des Mediums hervortreten läßt. Beide Aspekte sind nur möglich, da Computer weiterhin sehr leistungsfähige Automaten für Grundfunktionen wie das Sortieren von und das Suchen in Zeichenketten und das Abbilden und Transformieren von Rasterbildern sind. Während also die (abstrakten) Leitbilder durchaus getrennt voneinander existieren können, greift die reale Umsetzung stets auf ältere technische Entwicklungen zurück, selbst wenn sie aus einer anderen Sichtweise heraus entwickelt wurden.

Mit den Forschungsarbeiten, die zwischen 1970 und 1981 in Xerox' Forschungslabor durchgeführten wurden, wurden beiden Aspekte des Computers, sowohl der des Werkzeugs als auch der des (Ausdrucks-)Mediums, entscheidende Impulse gegeben. Unter der Leitung von Robert Taylor, einem erfahrenen Forschungsorganisator und Talentsucher, versuchte eine Gruppe von jungen Computerwissenschaftlern in der Nachfolge von Douglas Engelbart, die Computerwerkzeuge für das »Büro der Zukunft« zu entwickeln. Dabei entstanden nicht nur der erste Arbeitsplatzcomputer und ein erstes lokales Computernetzwerk, sondern auch eine Vielzahl von Programmen zur Unterstützung der Arbeit von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Managern, darunter zukunftsweisende und einflußreiche Textverarbeitungs-, Layout- und Grafikprogramme und neue Peripheriegeräte, wie der erste Laserdrucker. Es wurde auch deutlich, daß das Wissen über das Arbeiten in einem Büro nicht nur informell und intuitiv ist, sondern sich außerdem auch auf eine Vielzahl von Personen verteilt. Weil solches Wissen nur schwer formalisiert und automatisiert werden konnte, legten die Xerox-Wissenschaftler besonderen Wert auf die Anpassung der Computersysteme an individuelle Bedürfnisse und auf die Möglichkeiten der computervermittelten Kommunikation, etwa durch elektronische Post.⁴⁸

Gleichzeitig arbeitete eine Gruppe unter Leitung von Alan C. Kay an der leistungsfähigen und leicht erlernbaren Programmiersprache Smalltalk, die nicht nur Spezialisten, sondern auch Computerlaien und sogar Kinder zu Programmierern machen sollte. Diese Fähigkeit sollte den Computer, ganz im Sinne von Marshall

⁴⁷ Vgl. Kay 1984, S. 47 (Zitate); Kay and Goldberg 1977, S. 31. Alan Kay war freilich nicht der erste, der den medialen Charakter des Computers thematisierte. Bereits 1967 schrieb A. Michael Noll, ein Pionier der Computerkunst: »In the computer, man has created not just an inanimate tool, but an intellectual and active partner that, when fully exploited, could be used to produce wholly new art forms and possibly new aesthetic experiences.« Vgl. Noll 1967, S. 89.

⁴⁸ Kay 1984, S. 112.

1. Einleitung

McLuhan, von dessen Theorien Kay stark beeinflusst war, zu dem bereits erwähnten neuen dynamischen Medium für jedermann machen. Um diesem Personenkreis den Zugang zum Computer noch weiter zu erleichtern, entstand auch die erste graphische Benutzungsoberfläche mit den heute so selbstverständlichen Bestandteilen (Fenster, Icons, Bildschirmmenüs). Nach langwierigen internen Auseinandersetzungen versuchte Xerox Ende der siebziger Jahre, die Ergebnisse beider Entwicklungslinien in einen Arbeitsplatzrechner für Büroanwendungen zu integrieren.

Bis zu diesem Zeitpunkt hatte keines der erwähnten Forschungs- und Entwicklungsprojekte einen über die Grenzen der Wissenschaft hinausreichenden Erfolg gehabt. Das Luftverteidigungssystem SAGE war bereits bei seiner Inbetriebnahme obsolet geworden, Douglas Engelbarts Projekt blutete innerhalb kurzer Zeit nach der öffentlichen Präsentation seines Computersystems personell und finanziell aus und wurde schließlich eingestellt. Und auch Xerox konnte seine fortschrittliche Technologie nicht in ein wirtschaftlich erfolgreiches Produkt umsetzen. Die Vorgeschichte des Personal Computers ist also bis Anfang der achtziger Jahre eine Geschichte von ambitionierten *Forschungsprojekten*, die letztlich alle scheiterten.⁴⁹ Kapitel 7 zeigt schließlich, wie der Personal Computer mit dem Auftauchen von jungen, risikobereiten Unternehmen, die an den wirtschaftlichen Erfolg von preiswerten Computern für jedermann glaubten, auch zu einem kommerziell erfolgreichen *Produkt* wurde.

Dabei zeigt sich, daß der Erfolg seine Wurzeln nicht nur in den technischen Eigenschaften des Personal Computers hat, sondern auch in der veränderten Einstellung breiter Bevölkerungsschichten gegenüber dem Computer und den massiven Veränderungen in der Halbleiter- und Computerindustrie seit 1970.

Die hier skizzierte Entwicklung der Mensch-Computer-Interaktion und Computernutzung ist freilich episodisch und bruchstückhaft.⁵⁰ Spätestens seit Mitte der sechziger Jahre ist die Zahl der Forschungs- und Entwicklungsprojekte, der mehr oder weniger innovativen industriellen Produkte zu groß, die Verflechtung zu stark, als daß eine umfassende Darstellung möglich wäre. Die hier getroffene Auswahl an Beispielen zeigt in besonders prägnanter Weise, wie bestimmte Ideen zu Leitbildern der Technikentwicklung wurden, wie sich diese Leitbilder

⁴⁹ Lee 1994.

⁵⁰ Insbesondere bleibt die Darstellung auf den amerikanischen Kontext beschränkt. Der interaktive Computerbetrieb und die Entwicklung kleiner und kleinster Computer fand in der ersten Hälfte der siebziger Jahre noch nicht den Weg in die Forschung und Entwicklung europäischer Universitäten und Unternehmen. Vereinzelt Ausnahmen wie die Arbeiten von Wolfgang Händler (TU Erlangen) im Bereich der Time-Sharing-Betriebssysteme oder Niklaus Wirths (ETH Zürich) Workstation Lillith entstanden meist mit mehreren Jahren Verspätung gegenüber den amerikanischen Entwicklungen und hatten vor allem keine nennenswerte *Rückwirkung* auf die Hauptlinie der amerikanischen Forschung. Vgl. dazu Händler 1968; Wirth 1986b.

durch die Kommunikation zwischen den Mitgliedern einer überschaubaren Wissenschaftlergruppe verbreiteten und wie sich die Vorstellungen mit der tatsächlich entstehenden Technik, mit den wechselnden Finanzierungsquellen der Forschung und nicht zuletzt mit den veränderten politischen und gesellschaftlichen Bedingungen zwischen 1940 und 1985 weiterentwickelt haben.

Damit soll letztlich versucht werden, die Frage nach den Entstehungsbedingungen der Computertechnik zu beantworten, die Richard Hamming bereits 1976 auf der ersten Tagung zur Computergeschichte aufgeworfen hatte und schon lange zu den »großen« Fragen der Technikgeschichtsschreibung gehört.⁵¹

⁵¹ Daniels 1970; Hamming 1980.