

# Die fortwährende Konstruktion des Computernutzers

## Leitbilder in der Geschichte der Mensch-Computer-Interaktion

VON MICHAEL FRIEDEWALD

### Überblick

Der Entwurf interaktiver Computersysteme war vom Ende des Zweiten Weltkrieges bis zur Gegenwart durch eine Reihe wissenschaftlicher Theorien und bestimmter Vorstellungen über den typischen Nutzer des Computers geprägt. Gemeinsam war den an dieser Entwicklung beteiligten Akteuren die Überzeugung, dass die Frage der Wissensrepräsentation und -vermittlung den Schlüssel eines guten Systementwurfs darstellt. Es wird der Frage nachgegangen, welche Wechselwirkung es zwischen diesen Vorstellungen vom Benutzer eines Informationssystems und den in den vergangenen Jahrzehnten entwickelten technischen Systemen gegeben hat.

### Abstract

Between the end of World War II and present times, the design of interactive computer systems was influenced by a number of scientific theories and certain conceptions about the typical users of the computer. The main actors in this development had in common that they believed that the question of knowledge representation and mediation was crucial for a good system design. The issue is addressed what kind of interaction existed between the developers' conception of the user and the technical systems they developed during the last fifty years.

\*\*\*

Es sind eine ganze Reihe von Theorien entwickelt worden, mit denen versucht wird, den Zusammenhang zwischen technischem und sozialem Wandel zu erklären. Dazu gehören vor allem der Technik- und der Sozialdeterminismus. Die Anhänger des technischen Determinismus argumentieren, dass die Eigenschaften neuer Technologien die Richtung von Veränderungen vorbestimmen und die Bedingungen für den sozialen Wandel setzen. Die Vertreter der sozialdeterministischen Richtung formulieren dagegen die Vorstellung, dass sich der Einfluss einer Technologie nur aus den Bedeutungen heraus verstehen lässt, die der Mensch ihr zumisst.

Am Technikdeterminismus wird vor allem kritisiert, dass er das komplexe soziale System auf die Wechselwirkung einzelner Teile reduziere und üblicherweise den sozialen Kontext übersehe, in den eine Technologie eingebettet ist. Infolgedessen beschreibe er das Verhältnis zwischen technischer Entwicklung und sozialem Wandel nur unzureichend. Auch der Sozialdeterminismus reduziert Technik und Gesellschaft auf ein lineares System in einem festen Zusammenhang von Ursache und Wirkung. In diesem Fall wird die Wissenschaft und Technikentwicklung nicht als Kultur mit eigenständiger Entwicklungsrationaltät verstanden.<sup>1</sup> Obwohl Technik- und Sozialdeterminismus zunehmend kritisch bewertet werden, bleiben sie weiterhin die populärsten und einflussreichsten Theorien, um das Verhältnis von Technik und Gesellschaft zu beschreiben.

Um das Zusammenwirken von Technik und Gesellschaft besser beschreiben zu können, wurde Mitte der 1980er Jahre der sozialkonstruktionistische Ansatz entwickelt.<sup>2</sup> Dieser stellt vor allem den menschlichen Akteur ins Zentrum der untersuchten Prozesse und betrachtet die Technik und ihre Entwicklung als ein höchst dynamisches System mit vielfältigen Rückkopplungen. Berg und Lie stellen etwa fest: „Einige unserer Studien kamen zu dem Ergebnis, dass sich verändernde Technologie eine Phase der Instabilität hervorrufen und damit Möglichkeiten zum gesellschaftlichen Wandel bieten können. Wir sahen aber auch, dass wünschenswerte Veränderungen erst durch menschliches Handeln angestoßen werden mussten.“<sup>3</sup>

### **Moderne Mythen**

Der Computer und das Internet sind im populären Verständnis eine Art Weltbibliothek, in der das Wissen der Menschheit aufgehoben ist, ständig wächst und vollkommener wird – auch wenn dies unlängst von Hans Dieter Hellige als Legende entlarvt wurde.<sup>4</sup> Und Peter Burke hat in seinem grundlegenden Werk über die Geburt der Wissensgesellschaft darauf hingewiesen, dass sich Weisheit nicht akkumulieren lasse.<sup>5</sup> Das Internet wird ferner als eine unver-

- 1 Vgl. beispielsweise Merrit Roe Smith u. Leo Marx (Hg.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, Cambridge, Mass. 1994; Daniel Chandler, *Shaping and Being Shaped*, in: *Computer-Mediated Communication Magazine* 3, 1996, Nr. 2.
- 2 Zur Programmatik des Ansatzes vergleiche Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes u. Trevor J. Pinch (Hg.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, Mass. 1987.
- 3 Anne-Jorunn Berg u. Merte Lie, *Feminism and Constructivism: Do Artifacts have Gender?* in: *Science, Technology & Human Values* 20, 1995, S. 332–351, hier S. 337. Übersetzung des Autors.
- 4 Hans Dieter Hellige, *Weltbibliothek*, Universalenzyklopädie, Worldbrain: Zur Säkulardebatte über die Organisation des Wissens, in: *Technikgeschichte* 67, 2000, H. 4, S. 303–329.
- 5 Peter Burke, *Papier und Marktgeschrei: Die Geburt der Wissensgesellschaft*, Berlin 2001, S. 21.

mittelt über uns gekommene mediale Flut dargestellt, der sich niemand entziehen kann. Nur gibt es auf dem Feld der Medien keine unvermittelten Neuerungen, keinen *deus ex machina*, der uns den Zugang zum Paradies des Wissens öffnet. Mediale Technologien sind und bleiben Werkzeuge, die Bedienung und Steuerung erfordern; und sie sind Antworten auf konkrete Fragestellungen und Lösungsangebote für konkrete Probleme der Menschen.

Kritische Auseinandersetzungen mit neuen Medien werden oft mit dem Vorwurf des bildungsbürgerlichen Reflexes oder der Technikfeindlichkeit, gelegentlich sogar als Antimodernismus abgetan. Der Kommunikationswissenschaftler Norbert Bolz ist beispielsweise der Auffassung, dass dies überhaupt anachronistisch sei, da wir uns wieder auf dem Weg zurück zum Mythos befänden und unsere Gegenwart die Zeit der Beschreibung, nicht der Kritik sei. Es gehe allein um eine passende Beschreibung und um „Opportunismus und Eklektizismus“. Wahr sei, was dem Zeitgeist entspricht und gute Theorie, was uns mehr als vorher sehen ließe, nicht was uns in irgendeiner Weise kritisch scheiden lehre und Wissen begründe.<sup>6</sup>

Ein solcher Umgang mit der Geschichte und Gegenwart der Medien lässt allerdings im Dunkeln, dass die heute formulierten Beschreibungen von „neuen Medien“, sowie die Wissens- bzw. Informationsgesellschaft selbst Ergebnis eines historischen Prozesses sind, bei denen bestimmte Bilder eine wichtige Diskurs leitende Funktion inne hatten. Die heutigen Computer- und Internetmythen spiegeln somit keine ewigen und unveränderlichen Wahrheiten wider, sondern entstanden im Laufe einer mehr als 50jährigen Geschichte und wurden währenddessen fortwährend transformiert. Die Entwicklung der grafischen Mensch-Computer-Schnittstelle ist ein aufschlussreiches Beispiel für die Wirkungsmächtigkeit von Leitbildern, die wiederum mit einer bestimmten Vorstellung über das Zusammenwirken sozialer und technischer Entwicklungen verbunden sind. Im Folgenden wird deshalb nachgezeichnet, welchen Einfluss deterministische und konstruktionistische Vorstellungen besessen haben und welche Lehren sich daraus für künftige Verfahren zum Entwurf technischer Systeme ziehen lassen.

### **Vannevar Bush, das Informationsproblem und der Memex**

Die Idee des persönlichen Computers, der grafischen Benutzungsschnittstelle und das Hypertextkonzept, das im World Wide Web seine augenfälligste Verkörperung hat, wird vielfach auf Vannevar Bushs visionären Artikel *As we may think* zurückgeführt, der Ende 1939 geschrieben und im August 1945 veröffentlicht wurde.<sup>7</sup>

---

6 Norbert Bolz, *Konformisten des Andersseins*. Ende der Kritik, München 1999.

7 Vannevar Bush, *As we may think*, in: *Atlantic Monthly* 176, 1945, S. 101-108. Im Folgenden zitiert nach der deutschen Übersetzung: Vannevar Bush, *As we may think*, in: *Form Diskurs: Zeitschrift für Design und Theorie* 2, 1997, S. 136-147.

Bush (1890-1974) war ein typischer Vertreter einer Zeit ungebrochenen Glaubens an die segensreichen Kräfte von Wissenschaft und Technik. Als Berater von Präsident Franklin D. Roosevelt und Direktor des einflussreichen Office of Scientific Development and Research während des Zweiten Weltkriegs erkannte Bush, dass sich der Zugriff auf das exponentiell zunehmende Wissen zum zentralen Problem von Wissenschaft und Technik entwickelte. Bush fasste dieses „Informationsproblem“ folgendermaßen zusammen: „Es gibt einen wachsenden Berg von Forschungen. Aber gleichzeitig wird zunehmend klar, dass wir uns in einer immer stärkeren Spezialisierung festfahren. Der Forschende ist überwältigt durch die Ergebnisse und Schlussfolgerungen tausender anderer Arbeitender – Schlussfolgerungen, die aufzufassen er keine Zeit findet, geschweige denn sich zu erinnern, wie sie erscheinen.“<sup>8</sup>

Er erkannte weiterhin, dass dieses Problem neue Methoden zur Organisation der wachsenden Informationsmenge erforderte. Bush versuchte, das Problem in technokratischer Tradition zu lösen, indem er den Zugriff auf technisches und wissenschaftliches Wissen, das in den Bibliotheken gespeichert war, mit Hilfe fortschrittlicher Technologien mechanisieren und damit effektiver machen wollte. Diesem Ansatz lag die Überzeugung zu Grunde, dass alle wirtschaftlichen und politischen Entscheidungen in der Nachkriegsgesellschaft von Experten getroffen werden sollten, die dazu einen effektiven Zugang zu möglichst allen relevanten Informationen benötigten. Als Technokrat wollte Bush das von ihm erkannte gesellschaftliche Problem durch den Einsatz von Technik lösen.<sup>9</sup> Das dafür vorgeschlagene Gerät nannte er Memex (Memory Extender): „Ein Memex ist ein Gerät, in dem ein Individuum all seine Bücher, Akten und seine gesamte Kommunikation speichert und das so konstruiert ist, dass es mit außerordentlicher Geschwindigkeit und Flexibilität benutzt werden kann. Es stellt eine vergrößerte persönliche Ergänzung zum Gedächtnis dar.“<sup>10</sup>

Bushs Aufsatz stellt einen typisch sozialdeterministischen Ansatz zur Erklärung des technischen Fortschritts dar, da er einen gesellschaftlichen Mangel identifiziert und die zu seiner Behebung notwendige Technologie beschreibt.

Bush stellte sich den Memex als ein Werkzeug zur Unterstützung geistiger Tätigkeiten vor und plante nicht etwa, kognitive Prozesse zu imitieren, wie es später die so genannte Künstliche Intelligenz (KI) zum Ziel hatte. Im Gegensatz zu KI-Forschern, die versuchten, den Computer wie einen Menschen „denken“ zu lassen, sah Bush den Memex als Hilfsmittel an, um den Menschen bei seiner geistigen Tätigkeit durch den Einsatz von automati-

8 Ebd.

9 Vgl. auch Stefan Willeke, Die Technokratiebewegung in Nordamerika und Deutschland zwischen den Weltkriegen, Frankfurt a. M. 1995.

10 Bush (wie Anm. 7).

schen Verfahren zur Indizierung, Speicherung und zum Wiederauffinden von Information zu entlasten. Die einzelnen Informationselemente sollten nach den individuellen Vorstellungen des Benutzers zu „Assoziationspfaden“ (in heutiger Terminologie würde man von „Links“ sprechen) zusammengestellt werden. Diese unmittelbare Orientierung eines technischen Systems an biologischen Vorgängen unterscheidet Bush von anderen Wissenschaftlern seiner Zeit und zeigt seine Nähe zu kybernetischem Denken.<sup>11</sup>

Heute wird Bushs Artikel mit seinem Konzept der assoziativen Verknüpfung von Informationen von Informatikern und Informationswissenschaftlern gern als die erste Beschreibung einer Maschine erkannt, mit der es möglich ist, Information in einer dem menschlichen Denken angemessenen Form zu speichern. Sie betrachten den Memex als Prototyp für Hypertext, Multimedia, Information Retrieval und das Internet.<sup>12</sup> Der Memex selbst wurde nie gebaut, beeinflusste aber die Vorstellungen und Ziele der Wissenschaftler und Ingenieure, die Hypertextsysteme, grafische Benutzungsoberflächen und das World Wide Web entwickelten. Obwohl der Memex eine „Papiermaschine“ blieb, entfaltete *As we may think* durch Bushs Reputation und Rhetorik eine weit reichende stimulierende Wirkung. Der Aufsatz kam, wie R. A. Fairthorne schon 1958 feststellte, zur rechten Zeit, um Wissenschaftlern die Augen und Politikern die Brieftaschen zu öffnen.<sup>13</sup>

### **Douglas Engelbart und die Erweiterung der menschlichen Fähigkeiten**

Wenn man Vannevar Bush als den geistigen Vordenker betrachtet, dann ist Douglas C. Engelbart (\* 1925) der visionäre Entwickler, der sich aufmachte, Bushs Konzepten Form und Gestalt zu geben. Einige Jahre, nachdem er *As we may think* zum ersten Mal gelesen hatte, kam Engelbart Anfang der 1950er Jahre zu der Überzeugung, dass es ein lohnendes Ziel sei, ein Werkzeug zu konstruieren, mit dem sich die intellektuellen Probleme in einer immer komplexeren Welt besser meistern lassen würden.<sup>14</sup>

Innerhalb der nächsten Jahre entwickelte Engelbart das Konzept eines computerbasierten Systems zur Erweiterung des menschlichen Verstands

- 11 James M. Nyce u. Paul Kahn, A Machine for the Mind: Vannevar Bush's Memex, in: dies. (Hg.), *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*, Boston 1991, S. 39-66, hier S. 58ff.; Michael Friedewald, Blick zurück auf den Memex: Anmerkungen zu Vannevar Bushs Aufsatz „As we may think“, in: *Informatik Forum* 12, 1998, S. 177-185.
- 12 Nyce/Kahn (wie Anm. 11), S. 39; Jakob Nielsen, *Hypertext & Hypermedia*, Boston 1993, S. 31 ff.
- 13 R. A. Fairthorne, Automatic Retrieval of Recorded Information, in: *The Computer Journal* 1, 1958, S. 36-41, hier S. 36.
- 14 Vgl. Douglas C. Engelbart, Possibilities for Teaching Machine Activity at SRI. Stanford Research Institute Memorandum, Menlo Park 1960, Stanford University Library, Special Collections, Douglas C. Engelbart Collection, Box 15, Folder 4; Douglas C. Engelbart, The Augmented Knowledge Workshop, in: Adele Goldberg (Hg.), *A History of Personal Workstations*, Reading, Mass 1988, S. 187-236.

(augmentation of human intellect). An der Realisierung seiner Vision arbeitete er zwischen 1957 und 1977 am Stanford Research Institute im kalifornischen Menlo Park. Anfang der Sechzigerjahre wurde er dort Leiter einer Forschungsgruppe, die Hilfsmittel für die effiziente Kommunikation zwischen dem Menschen und dem Computer entwickeln sollte.<sup>15</sup>

Engelbart erkannte frühzeitig, dass der Übergang von manuellen Werkzeugen wie Papier und Bleistift zu computerbasierten Werkzeugen auch organisatorische Veränderungen der Arbeitsweise und -abläufe mit sich brachte. Aus diesem Grunde plädierte er für eine kontinuierliche Schulung der Mitarbeiter im Umgang mit der Technik. Der Entwurf und die Realisierung neuer Softwarewerkzeuge war also nicht Engelbarts einziges Ziel, sondern auch die Entwicklung neuer Methoden, um mit den Werkzeugen zu arbeiten.<sup>16</sup>

Die Arbeit mit einem komplexen technischen System wie dem Computer beinhaltet immer ein komplexes Zusammenwirken von menschlichen und maschinellen Arbeitsprozessen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Engelbart schrieb darüber bereits 1962: „Der Begriff Mensch-Maschine-Schnittstelle wird seit einigen Jahren dazu benutzt, eine Grenze zu beschreiben, über die Energie zwischen zwei Bereichen ausgetauscht wird. ... Der Austausch über diese Schnittstelle findet immer dann statt, wenn ein explizit menschlicher mit einem explizit maschinellen Prozess gekoppelt wird.“<sup>17</sup>

So aktiviert die Bewegung der Finger beim Schreiben auf einer Tastatur (ein explizit menschlicher Prozess) entsprechende Programmabläufe des Computers (einen explizit maschinellen Prozess). Auf diese Weise ist die Mensch-Computer-Schnittstelle der Ort, an dem die Interaktion zwischen den maschinellen Prozessen des Computers und den Handlungen des Menschen stattfindet. Sie bedarf deshalb einer besonders sorgfältigen Gestaltung.

Nach Engelbarts Einschätzung könnte eine geeignete Schnittstelle (vgl. Abb. 1), die ein reibungsloses Zusammenwirken von menschlichen und maschinellen Prozessen ermöglicht, zur Weiterentwicklung der kognitiven Fähigkeiten des Menschen beitragen. Um diesen Fortschritt zu beschreiben, ging Engelbart von einer hierarchischen Gliederung kognitiver Fähigkeiten des Nutzers aus. Die unterste Stufe ist dabei die Manipulation von Konzepten: „Menschen ... haben die biologische Fähigkeit zur Abstraktion und zur Entwicklung von Konzepten. Sie [können] solche Konzepte in ihrem Geist in

15 Michael Friedewald, *Der Computer als Werkzeug und Medium: Die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers*, Berlin u. Diepholz 1999, S. 191-99; Thierry Bardini, *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*, Stanford 2000, Kapitel 5.

16 Vgl. dazu Friedewald (wie Anm. 15), S. 159ff.

17 Douglas C. Engelbart, *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Summary Report to Air Force Office of Scientific Research, Menlo Park 1962, S. 20f., Übersetzung des Autors.

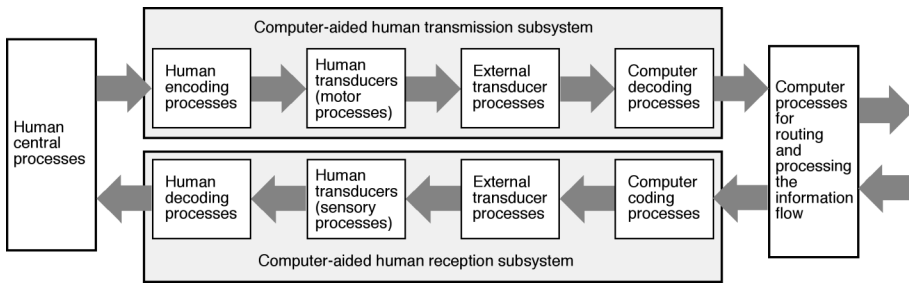


Abb. 1: Engelbarts Konzept der Mensch-Computer-Schnittstelle. Quelle: Douglas C. Engelbart, *Augmenting Human Intellect: Experiments, Concepts, and Possibilities*, Report to the Air Force Office of Scientific Research, Menlo Park 1965, S. 7.

einem gewissen Maße manipulieren und abstrakt über Situationen nachdenken.<sup>18</sup>

Die nächste Stufe war die Manipulation von Symbolen: „Die Menschen machten einen weiteren großen Schritt vorwärts als sie lernten, die Konzepte in ihrem Geist mit spezifischen Symbolen zu verknüpfen.“<sup>19</sup> Auf der (bislang) höchsten Stufe ergänzte die manuelle Manipulation externer Symbole die menschliche Merk- und Vorstellungsfähigkeit. Die manuelle Manipulation externer Symbole umfasst die Transformation in grafische Darstellungsformen durch den Einsatz von Hilfsmitteln wie Papier und Bleistift, Lineal und Kompass. Engelbart argumentierte, die heutigen Formen des Denkens seien grundlegend durch die Art und Weise geformt, wie die Menschen mit symbolischen Darstellungsformen – sowohl in schriftlicher als auch in gesprochener Form – umzugehen gelernt hätten.<sup>20</sup>

Bei seiner weiteren Argumentation stützte sich Engelbart auf Arbeiten des Ethno-Linguisten Benjamin Lee Whorf, die sich um 1960 bei Wissenschaftlern an der Grenze zwischen Psychologie, Kybernetik und Computerwissenschaft großer Beliebtheit erfreuten. Whorf vertrat die These, dass die zentralen Konzepte einer Kultur in der Sprache eingebettet seien und dass alle Mitglieder einer Kultur diese Konzepte beim Erlernen ihrer Sprache verinnerlichen.<sup>21</sup> Mit anderen Worten beinhaltet der Spracherwerb auch den Erwerb einer bestimmten Denkweise und Weltansicht.

Engelbart griff Whorfs Theorie auf und erweiterte sie dahin, dass er ihn nicht nur auf die Sprache, sondern auch auf technische Artefakte wie den Computer als Instrumente zur Symbolrepräsentation und -manipulation anwendete. Während Whorf die Auffassung vertrat, dass allein die Sprache das

18 Ebd., S. 21.

19 Ebd., S. 22.

20 Ebd., S. 23.

21 Benjamin Lee Whorf, *Sprache, Denken, Wirklichkeit: Beiträge zur Metalinguistik und Sprachphilosophie* [1956], Reinbek b. Hamburg 1997, S. 7-18.



Denken strukturiere, stellte Engelbart die Hypothese auf, dass auch technische Artefakte in ähnlicher Weise wirken. Da aber die symbolische Repräsentation eines Gedanken die durch sie begründete Weltsicht beeinflusst, müsse die Computerdarstellung eine neue, eigenständige Weltsicht hervorbringen. Falls sich diese Hypothese als richtig herausstelle, sei es daher möglich, „Denkwerkzeuge“ zu konstruieren, die keine kognitiven Prozesse nachahmen, sondern die natürliche Intelligenz des Menschen so verstärken können, wie Werkzeuge die manuellen Fähigkeiten des Menschen verstärken.<sup>22</sup> Die menschlichen und technischen Komponenten des sozio-technischen Systems waren daher gleich wichtig, wobei die Funktionalität der Computerwerkzeuge und die menschliche Fähigkeit zur Nutzung dieser Werkzeuge an der Mensch-Computer-Schnittstelle zusammenkommen.<sup>23</sup>

Engelbart schlug vor, verschiedene Computer-Werkzeuge hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Arbeit der Benutzer systematisch zu untersuchen. Damit sollte nicht nur die Ausgangshypothese über den Charakter von computerbasierten Werkzeugen verifiziert werden, sondern auch eine schrittweise Verbesserung des aus Mensch und Computer bestehenden Systems erfolgen. Als Methodik für diese Koevolution schlug Engelbart das so genannte Bootstrapping vor. Darunter verstand er eine adaptive und rekursive Lern- und Entwicklungsmethode, deren Ziel darin bestand, Werkzeuge und Methoden zu entwickeln, die dazu verwendet wurden, bessere Werkzeuge und Methoden zur Problemlösung zu entwickeln.<sup>24</sup>

Zunächst wollte Engelbart untersuchen, wie Menschen mit neuen Werkzeugen umgehen und wie diese ihre Arbeitsprozesse verändern. Im nächsten Schritt sollte dann analysiert werden, welche positiven Effekte der Werkzeugeinsatz auf das Denken hat. Er kam zu der hoffnungsvollen Vermutung, dass der Einsatz des Computers die Möglichkeit zur automatischen Manipulation von Symbolen biete und dadurch den Menschen in die Lage versetze eine vierte Stufe in der Entwicklung seiner intellektuellen Fähigkeiten zu erreichen.<sup>25</sup>

Engelbart beschrieb auch, wie nach seiner Vorstellung ein System zur Erweiterung der menschlichen Fähigkeiten aussehen könnte: „Symbole, die bestimmte Konzepte repräsentieren, können vor den Augen des Menschen angeordnet, bewegt, abgespeichert, wieder aufgerufen und bearbeitet werden. ... Dies könnte mit Hilfe eines Computers geschehen, mit dem wir einfach und schnell kommunizieren können und an den ein farbiges 3D-Display angeschlossen ist, mit dem wir hochkomplexe Bilder erzeugen können. Der Computer wäre nach den Anweisungen des menschlichen Benutzers in

22 Engelbart (wie Anm. 17), S. 24.

23 Engelbart, Augmented Knowledge Workshop (wie Anm. 14), S. 217.

24 Engelbart (wie Anm. 17), S. 24.

25 Ebd., S. 25.



der Lage eine Vielzahl von Prozessen auf einige oder alle dieser Bilder anzuwenden.“<sup>26</sup>

Durch den Einsatz von interaktiven Computerwerkzeugen versuchte Engelbart ein für wichtig erachtetes gesellschaftliches Problem der Nachkriegszeit zu lösen, nämlich die rasche und zuverlässige Entscheidungsfindung in einer unübersichtlichen Welt mit vielen unsicheren und voneinander abhängigen Einflussfaktoren. Gleichzeitig war er sich aber bewusst, dass die Verwendung der von ihm entwickelten Werkzeuge Rückwirkungen auf Wissenschaft, Gesellschaft und Kultur haben würden. Statt eine lineare und monokausale Perspektive zu übernehmen, wurde Engelbart klar, dass sich Mensch und Technik immer gegenseitig beeinflussen. Der koevolutionäre Aspekt in Engelbarts Vision der interaktiven Computernutzung basiert dabei auf der Annahme, dass Sprache mehr als ein Symbol für die Dinge ist, die sie beschreibt, sondern selbst sozial konstruiert ist. Dies deutet an, dass Engelbart trotz seiner Orientierung an Bushs Memex und seiner hierarchischen Gliederung menschlicher Fähigkeiten keinen sozialdeterministischen Ansatz verfolgte. Für ihn war die Entwicklung von Technik und Individuum bzw. Gesellschaft vielmehr ein symbiotischer Vorgang, der nicht linear und monokausal, sondern komplex und dynamisch ist.<sup>27</sup>

Das in Engelbarts Labor entwickelte System, das so genannte „oN-Line System“ (NLS), beinhaltete schließlich eine ganze Reihe von neuen Kommunikationswerkzeugen, die die Zusammenarbeit einer Softwareentwicklungsgruppe unterstützten. Dazu gehörten ein Textverarbeitungssystem mit Gliederungswerkzeugen, ein Dokumentenverwaltungssystem, ein Telekonferenzsystem mit der Möglichkeit zum gemeinsamen Arbeiten am gleichen Dokument, Hypertext und die Verwendung einfacher Bildschirmgrafiken. Außerdem testeten Engelbart und seine Mitarbeiter eine Reihe von Geräten zur Unterstützung der Mensch-Computer-Kommunikation. Darunter befanden sich neben der Schreibmaschinentastatur, dem Lichtgriffel und dem Videomonitor auch die selbst entwickelte Einhandtastatur („chord keyboard“) und die heute allgegenwärtige Maus. Auch exotischere Eingabegeräte wie ein Datenhandschuh, eine Knie- und Blicksteuerung wurden untersucht.<sup>28</sup>

Im Dezember 1968 waren Engelbart und sein Team schließlich so weit, ihr System auf der Herbsttagung der American Federation of Information Processing Societies (AFIPS) in San Francisco vorzustellen. In neunzig Mi-

26 Ebd.

27 Vgl. hierzu Michael Friedewald, Konzepte der Mensch-Computer-Kommunikation in den 1960er Jahren: J. C. R. Licklider, Douglas Engelbart und der Computer als Intelligenzverstärker, in: Technikgeschichte 67, 2000, H.1, S. 1-24.

28 William K. English u.a., Display-Selection Techniques for Text Manipulation, in: IEEE Transactions on Human Factors in Electronics HFE-8, 1967, S. 5-15; Douglas C. Engelbart u. William K. English, A research center for augmenting human intellect, in: 1968 AFIPS Fall Joint Computer Conference, Washington 1968, S. 9-21; Friedewald (wie Anm. 15).

nuten präsentierte Engelbart alle wichtigen Funktionen des NLS. Er zeigte dem Publikum die Maus und die Einhandtastatur und erklärte, wie sie funktionieren und wie man sie benutzt, wie man am Bildschirm Dateien anlegt, Text editiert, wie man Querverweise erzeugt und wie man in einem Dokument sucht. Schließlich führte er vor, wie man das NLS dazu verwenden konnte, mit einer räumlich entfernten Person zusammenzuarbeiten. Es war für die meisten der Anwesenden, die noch nie an einem interaktiven Computerterminal gearbeitet hatten, ein kurzer und faszinierender Einblick in eine völlig fremde Welt.<sup>29</sup> Im Publikum befand sich auch Alan Kay, der dem Gebiet der Mensch-Computer-Kommunikation durch die Entwicklung einer grafischen Benutzungsoberfläche in den folgenden Jahren neue Impulse gab.

### Alan Kay, kognitive Psychologie und grafische Benutzungsoberflächen

Alan C. Kay (\* 1941) wird gelegentlich als „Vater des PCs“ bezeichnet, weil er schon Ende der 1960er Jahre einen fiktiven Computer beschrieb, den er als „Dynabook“ bezeichnete. Das Dynabook sollte eine leistungsfähige Zentraleinheit und einen flachen Grafikbildschirm besitzen. Damit man es überall hin mitnehmen konnte, sollte es nicht größer und schwerer sein als ein Notizbuch. Das Dynabook sollte ein persönliches, dynamisches Medium für die breite Masse sein, auf dem der Nutzer alle seine persönliche Dokumente, Texte, Klänge, Bilder und Animationen speichern können sollte. Über eine Schnittstelle zu einem Datennetzwerk sollte man mit dem Dynabook auf das akkumulierte menschliche Wissen zugreifen können.<sup>30</sup> Mit dieser Vision kam Alan Kay 1971 an das neu gegründete Xerox Palo Alto Research Center (Parc).

Trotz der enormen Fortschritte in der Mikroelektronik waren zu diesem Zeitpunkt die für den Bau eines Dynabooks notwendigen Technologien (hoch

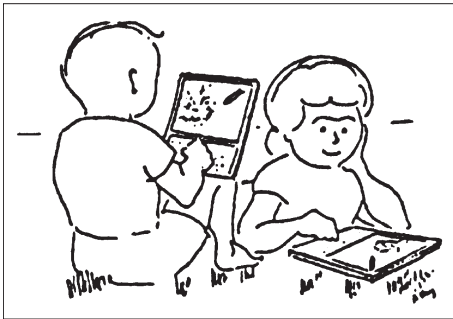


Abb. 2: Kinder spielen „Spacewar!“ am Dynabook. Zeichnung von Alan Kay. Quelle: Alan C. Kay, A Personal Computer for Children of All Ages, in: Proceedings of the ACM National Conference, Boston 1972.

- 29 Stan Augarten, The Invention of Personal Computing: The Origin of the Most Important Technology of our Time, Unveröffentlichtes Manuskript, ca. 1995.
- 30 Alan C. Kay, A Dynamic Medium for Creative Thought, in: Proceedings of the 1972 Minnesota NCTE Seminars on Research in English Education, Minneapolis 1972; Alan C. Kay, A Personal Computer for Children of All Ages, in: Proceedings of the ACM National Conference, Boston 1972.

integrierte Schaltkreise, flache Displays) noch nicht verfügbar. Kay entschied sich deshalb dafür, am Parc zunächst ein „Interim Dynabook“ zu entwickeln. Das Resultat dieser Arbeiten waren ein erster Arbeitsplatzcomputer, der Xerox Alto und die Programmiersprache Smalltalk mit ihrer grafischen Benutzungsschnittstelle, die in den Jahren 1972 bis 1975 entwickelt wurden.<sup>31</sup>

Beeinflusst wurde Kay dabei von den Theorien Marshall McLuhans, die Kay dazu anregten, den Computer nicht als Werkzeug, sondern als Medium zu verstehen. Eine weitere Inspiration waren die Arbeiten von Seymour Papert, der ihn überzeugte, dass Computersprachen Denkhilfen und Grafiken ein gutes Mittel für die Mensch-Computer-Interaktion sein können. Kay erklärte, dass er nach der Lektüre von McLuhans Buch *Die magischen Kanäle* (1964) verstanden habe, dass es bei jedem Kommunikationsmedium nicht nur darauf ankomme, Nachrichten zu empfangen, sondern auch die damit verbundenen Botschaften richtig zu dekodieren. Jeder, der eine über ein technisches Medium vermittelte Botschaft erhalte, müsse erst die Gesetzmäßigkeiten des Mediums verinnerlicht haben, um sie dann von der Nachricht „abziehen“ und die eigentliche Botschaft extrahieren zu können.<sup>32</sup>

Aus diesem Grund begann Kay die Computernutzung zunehmend als kommunikativen Akt und den Computer als dessen Medium zu verstehen. Es wurde ihm auch klar, dass sein eigentliches Ziel die Gestaltung eines völlig neuen Mediums war, das sich von allen bisherigen Medien grundsätzlich unterschied. Der Computer sollte zu einem dynamischen Medium werden – ein Hilfsmittel für die Darstellung, Übermittlung und Animation von Gedanken, Träumen und Phantasien sowie von Texten, Bildern und Tönen. Alan Kay hatte Engelbarts On-Line-System wegen der ausgefeilten Möglichkeiten zur Unterstützung geistiger Tätigkeiten bewundert. Aber das war ihm nicht genug. Er wünschte sich ein noch leistungsfähigeres, universelleres und vor allem bedienerfreundlicheres Computersystem.<sup>33</sup>

Bei der Beschäftigung mit McLuhans Theorie kam Kay auch zu der Überzeugung, dass der Computer mit seiner Interaktionsfähigkeit die Möglichkeit bot, die Passivität und Langeweile aller bisherigen Medien zu vermeiden. Schließlich wurde ihm klar, dass der Computer wie jedes andere Medium auch Veränderungen auf individueller wie gesellschaftlicher Ebene auslösen würde. Er schrieb: „Die Konsequenz aus McLuhans Analysen war: Wenn der persönliche Computer ein wirklich neues Medium war, würde seine Verwendung die Denkweisen einer ganzen Zivilisation verändern. Er hatte sicherlich recht über die Wirkungen des Fernsehens, das bestenfalls zu

31 Alan C. Kay, The Early History of Smalltalk, in: Thomas J. Bergin jr. u. Richard G. Gibson jr. (Hg.), *History of Programming Languages II*, Reading, Mass. 1996, S. 511-579.

32 Vgl. Alan C. Kay, User Interface: A Personal View, in: Brenda Laurel (Hg.), *The Art of Human-Computer Interface Design*, Reading, Mass. 1990, S. 191-207, hier S. 192.

33 Alan C. Kay, Microelectronics and the Personal Computer, in: *Scientific American* 237, 1977, S. 231-244, hier S. 243.

einer Wiederbelebung tribalistischer Kulturen geführt hatte. Die interaktive und partizipative Natur des persönlichen Computers war offenbar das genaue Gegenteil und konnte die Passivität und Langeweile des Fernsehens überwinden. Der Computer schien aber auch dem Buch überlegen zu sein. Durch den Übergang von der statischen Darstellung zur dynamischen Simulation versprach er so zum Ausgangspunkt einer neuen Renaissance zu werden. Wie würde eine neue Generation aussehen, die mit einem solchen aktiven Simulator aufgewachsen ist und nicht nur eine Sichtweise, sondern die Vielfalt der Sichtweisen aller historischen Perioden vermittelt bekommt, diese ausprobieren und miteinander vergleichen kann.<sup>34</sup>

Der Begriff „dynamische Simulation“ bezieht sich dabei auf die Möglichkeit, Texte und Bilder mit Hilfe des Computers rasch zu bearbeiten, zu vergleichen und zu überlagern und so mit den Informationen zu interagieren. Die dynamische Simulation war somit in Kays Vorstellung das zentrale Element auf dem Weg zur Realisierung des Dynabooks.<sup>35</sup> Indem er nicht mehr vom Computer, sondern vom Dynabook sprach, versuchte er nicht nur den Geist von McLuhans Theorie einzufangen. Er deutete auch an, dass das Dynabook ähnliche kulturelle Auswirkungen haben würde wie die „Gutenberg-Technologie“.

Alan Kays Methodik des Schnittstellenentwurfs basierte auf der kognitiven Lernpsychologie. Diese geht davon aus, dass Schüler ihr Wissen am besten in selbst gesteuerter Interaktion mit ihrer Umwelt erlernen:<sup>36</sup> „[Die kognitive, konstruktivistische Lernpsychologie] beklagt, dass die traditionelle Lehre auf der Vorstellung einer Pipeline zwischen Schüler und Lehrer basiert, durch die das Wissen übertragen wird. Die Verwendung des Begriffs ‚Konstruktivismus‘ deutet auf eine alternative Vorstellung hin, nach der der Lernende das Wissen jedes Mal selbst zu konstruieren hat.“<sup>37</sup> Die kognitive Lernpsychologie ersetzte das lineare durch ein rückgekoppeltes dynamisches Modell des Wissenserwerbs, in dessen Mittelpunkt der Mensch mit seinen physischen und kognitiven Fähigkeiten steht.

Kay kam mit diesen Ideen 1968 in Berührung, als er den MIT-Professor Seymour Papert (\* 1928) und seine Arbeiten zur Nutzung lernpsychologischer Prinzipien für das computergestützte Unterrichten von Kindern kennen lernte. Papert war einer der profiliertesten Vertreter der kognitiven Lernpsychologie in den Vereinigten Staaten und hatte vor dem Beginn seiner Tätigkeit

34 Kay (wie Anm. 32), S. 193.

35 Vgl. Kay (wie Anm. 33), S. 234.

36 Das im Rahmen der Reformpädagogik im 19. Jahrhundert entwickelte Konzept des selbst gesteuerten und praktischen Lernens ist in den USA, anders als in Europa, schon bei konventionellen Bildungsinstitutionen lange verankert. Vgl. Ludwig Marcuse, *Amerikanisches Philosophieren: Pragmatisten, Polytheisten, Tragiker*, Zürich 1994, S. 137f.

37 Seymour Papert, *The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap*, Atlanta 1996, S. 45. Übersetzung des Autors.

am MIT fünf Jahre bei Jean Piaget in Genf gearbeitet, dem einflussreichen Begründer dieser Denkrichtung.

Papert vertrat die Position, dass die Darstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten des Computers benutzt werden konnten, um künstliche „Mikrowelten“ zu konstruieren. Eine Mikrowelt war eine auf dem Computer basierende interaktive Lernumgebung, die die Schüler – ähnlich wie ihre reale Umwelt – aktiv erkunden konnten. Auf spielerische Weise sollten sie sich dabei beispielsweise das Wissen über die grundlegenden Gesetze der Mathematik aneignen.<sup>38</sup> Zur Realisierung seiner Idee hatten Papert und seine Mitarbeiter die Programmiersprache LOGO entwickelt. Mit dieser Sprache konnten Kinder mühelos Computerprogramme erstellen. Und indem sie „dem Computer denken lehren“<sup>39</sup> bekamen die Kinder selbst eine Vorstellung über die Struktur mathematischer Probleme und die Wege zu ihrer Lösung. Papert stellte fest, dass eine Programmiersprache einer natürlichen Sprache ähnelt und großen Einfluss auf die Computerkultur hat. Man sollte seiner Ansicht nach folgen können, dass Pädagogen, die am Gebrauch des Computers interessiert sind und kulturellen Einflüssen Beachtung schenken, der Programmiersprache besondere Aufmerksamkeit schenken. Pädagogen seien aber in technischen Angelegenheiten häufig zu ängstlich oder zu unwissend, um zu versuchen, die von den Herstellern angebotenen Sprachen zu beeinflussen. Sie hätten sich mit den von Industrie und Wissenschaft angebotenen Programmiersprachen trotz deren Unzulänglichkeit abgefunden.<sup>40</sup>

Vor der Entwicklung von LOGO verglich man Programmiersprachen häufig mit einem Rezept, in dem detailliert Schritt für Schritt erklärt wird, welche Operationen von einem geistlosen Mechanismus ausgeführt werden müssen, um ein bestimmtes Resultat zu erzielen.<sup>41</sup> Ein solch lineares Bild ist typisch für einen technikdeterministischen Technikentwurf und nicht an die menschlichen Problemlösungsstrategien angepasst. Mit LOGO sollte hingegen der Kommunikationsprozess zwischen dem Computer und seinem Benutzer gefördert werden.<sup>42</sup>

Bei seinem Besuch in Boston erlebte Kay, dass Kinder in LOGO Programme schrieben, mit denen man zeichnen, konkrete Poesie generieren oder englische Texte in „Küchenlatein“ übersetzen konnte. Kay war tief beeindruckt, wie mühelos sich die Kinder Computerkenntnisse aneigneten und wie kreativ sie bei der Entwicklung von Programmen und deren Verwen-

38 Seymour Papert, *Mindstorms: Kinder, Computer und neues Lernen*, Basel 1985, S. 155ff.

39 Ebd., S. 43.

40 Ebd., S. 60.

41 Howard Rheingold, *Tools for Thought: The People and Ideas behind the Next Computer Revolution*, New York 1985, S. 245.

42 Papert (wie Anm. 38), S. 35f. Zu den bei der Programmiersprachenentwicklung leitenden Vorstellungen vgl. Heike Stach, *Zwischen Organismus und Notation. Zur kulturellen Konstruktion des Computer-Programms*, Wiesbaden 2001.

dung waren. Im Rückblick erklärte Kay: „Ich war wie besessen von der Analogie von herkömmlicher Literalität und LOGO“. <sup>43</sup>

Noch als er ein Jahr zuvor seine Doktorarbeit konzipiert hatte, war er davon ausgegangen, dass ein Computernutzer wirklich programmieren können müsste, bevor er die Maschine sinnvoll verwenden könnte. Paperts Arbeiten schienen das Gegenteil zu beweisen, denn die Kinder verwendeten mit Freude und Kreativität auch solche Programme, die sie nicht selbst geschrieben hatten, sie waren ebenso begeisterte und kreative *Anwender* wie *Entwickler*. <sup>44</sup> Kay folgerte, dass jede gute Programmiersprache so konzipiert sein müsse, dass auch Kinder (und Computerlaien) ohne umfangreiche Schulung damit arbeiten konnten. Jede Entwicklung aus Kays „Learning Research Group“ (LRG) wurde deshalb danach bewertet, wie gut sie von Kindern erlernt werden konnte und in welchem Umfang sie die Lösung komplexer Probleme erleichterte: „Die Fähigkeit ein bestimmtes Medium ‚lesen‘ zu können bedeutet, dass man auf Materialien und Werkzeuge zugreifen kann, die von anderen erzeugt wurden. Die Fähigkeit ‚schreiben‘ zu können bedeutet, dass man selbst in der Lage ist, Materialien und Werkzeuge zu erzeugen. Literalität bedeutet, dass man beide Fähigkeiten besitzt. Beim herkömmlichen Lesen und Schreiben sind die Werkzeuge rhetorischer Natur, mit ihnen kann man überzeugen. Beim Computer handelt es sich bei den Werkzeugen um Prozesse, mit denen man simulieren und entscheiden kann. Wenn der Computer lediglich ein Fahrzeug wäre, würde es reichen, in der Schule einen Computer-Führerschein zu machen – aber wenn es sich um ein Medium handelt, dann müssen auch schon Kinder damit vertraut gemacht werden.“ <sup>45</sup>

Wie aber musste ein Computersystem konstruiert sein, damit es kinderleicht zu bedienen war? Antworten auf diese Frage lieferte ebenfalls die kognitive Lernpsychologie, insbesondere die Arbeiten von Jerome Bruner, einem weiteren Schüler Piagets. <sup>46</sup> Aus der Beobachtung der kindlichen Entwicklung hatte Bruner ein Stufenmodell entwickelt, aus dem sich unterschiedliche Lernformen ableiten ließen. Im Zentrum der Untersuchungen stand die Frage nach der Repräsentation von Wissen: „Wie kann das Kind sich von der Einwirkung gegenwärtiger Stimuli freimachen und frühere Erfahrungen in einem Modell aufbewahren und welche Regeln gelten für die Erfahrungsspeicherung und für das Abrufen von Information aus diesem Modell?“ Er stellte die These auf, „dass Menschen dies vermutlich auf dreierlei Weise leisten“. <sup>47</sup>

43 Kay (wie Anm. 32), S. 193. – Der Begriff *Literalität* war vor wenigen Jahren in der breiten Öffentlichkeit noch weitgehend unbekannt. Als deutsche Entsprechung des englischen Begriffs *literacy* beginnt er sich langsam zu verbreiten. *Literacy* bezeichnet im engeren Sinne die Fähigkeit, lesen und schreiben zu können. Im weiteren Sinne fällt darunter alles, was Menschen zur verständigen Teilhabe an der Schriftkultur befähigt.

44 Ebd.

45 Ebd., S. 193f.

46 Jerome S. Bruner, Entwurf einer Unterrichtstheorie [1966], Berlin 1974.

47 Ebd., S. 16.



Demnach werden Fähigkeiten und Kenntnisse in einer ersten, *sensomotorischen* Stufe vor allem durch Handlungen bzw. die Imitation von Handlungen erworben. In der zweiten, *ikonischen* Entwicklungsstufe kommt die Fähigkeit hinzu, Informationen, die durch Bilder oder andere sinnliche Wahrnehmungen repräsentiert werden, aufzunehmen. Bilder entwickeln dabei die wichtige Funktion, Handlungen zusammenzufassen. Erst in der dritten, der *symbolischen* Entwicklungsstufe wird die Fähigkeit entwickelt, mit abstrakten Begriffen umzugehen, die nach formalen Regeln erzeugt oder transformiert werden können.<sup>48</sup> Es gibt allerdings auch grundlegende Unterschiede zwischen den drei Formen der Wissensrepräsentation. Bei der symbolischen Repräsentation sind die Worte, die für die Dinge stehen, beliebig. Erst Syntax und Grammatik bringen Ordnung in den Wahrnehmungsprozess und sind somit Mittel der Realitätskonstruktion.

Kays Folgerung aus seiner Beschäftigung mit Bruners Theorie war, dass auch ein Computermedium wie das Dynabook nicht nur auf der symbolischen Ebene zu bedienen oder zu programmieren sein dürfte, sondern in gleicher Weise auch die sensomotorischen und ikonischen Fähigkeiten des Menschen unterstützen müsste, oder in Kays eigenen Worten: „Doing with images makes symbols“. Die daraus abgeleitete Maxime für den Entwurf einer Mensch-Computer-Schnittstelle lautete: „Da mittlerweile mit einiger Gewissheit feststeht, dass die kognitiven Fähigkeiten des Menschen sensomotorische, visuelle und symbolische Fähigkeiten umfasst, sollte beim Schnittstellenentwurf wenigstens versucht werden, die offenbar vorhandenen menschlichen Fähigkeiten zu nutzen.“<sup>49</sup>

Kay war weiterhin überzeugt, dass Denk- und Problemlösungsprozesse immer mehrere Repräsentationsformen parallel verwenden. Er argumentierte, dass insbesondere die kreativen Prozesse in Kunst und Wissenschaft immer auch sensomotorische und ikonische Repräsentationsformen nutzen. In der Tat ist kreatives Arbeiten in diesen Bereichen nur in sehr begrenztem Maße eine abstrakte Manipulation von Symbolen. Das Denken in visuell-ikonischen Formen ist auch weniger anfällig für Blockaden, die entstehen können, wenn immer neue interessante Eindrücke vom Kern des Problems ablenken.<sup>50</sup>

Weil also, mit anderen Worten, keine der Repräsentationsformen der anderen überlegen ist, „wäre es die beste Strategie beim Entwurf der Benutzungsschnittstelle eine Synergie zwischen ihnen sanft zu erzwingen“.<sup>51</sup> Um dies zu erreichen, begann Kay damit, die verschiedenen Repräsentationsformen im Entwurf der Mensch-Computer-Schnittstelle gleichberechtigt zu berücksichtigen. Mit Hilfe der Maus konnte der Benutzer auf sensomotorische Weise mit den Daten interagieren, Texte und Bilder manipulieren und innerhalb des

48 Ebd., S. 16ff.

49 Kay (wie Anm. 32), S. 195.

50 Ebd., S. 196.

51 Ebd.



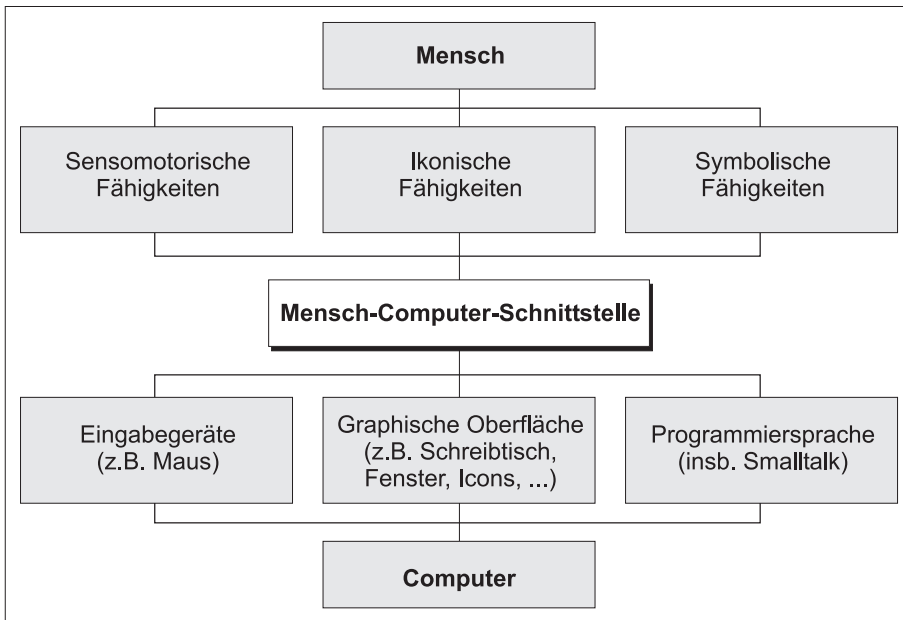


Abb. 3: Alan Kays Konzept der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Zeichnung des Autors

vom Computer geschaffenen „Informationsraums“ navigieren. Fenster und Icons sowie die Metapher des Schreibtischs nutzten die visuellen Fähigkeiten des Benutzers, und die Programmiersprache Smalltalk war schließlich ein leistungsfähiges Werkzeug zur Manipulation von Symbolen. Insgesamt wurde die „visuelle Kommunikation“ zum zentralen Element bei der Gestaltung der grafischen Benutzungsoberfläche (GUI, Graphical User Interface, vgl. Abb. 3).

Die von Kays Arbeitsgruppe entwickelten Grundsätze und Verfahren zur Entwicklung von Benutzungsoberflächen wurden bei der Entwicklung von Xerox' erster kommerzieller Workstation, dem 1981 vorgestellten Xerox Star (Abb. 4), konsequent angewendet. Dieser besaß eine hoch entwickelte grafische Benutzungsoberfläche, die so intuitiv zu bedienen war, dass „die meisten Leute ... in etwa einer Stunde mit einer Star-Workstation umgehen [konnten]“. <sup>52</sup> Im Rückblick hatte der „Star eine tief greifende Wirkung auf die PC-Industrie. ... Er verfügte bereits über viele Elemente der später so erfolgreichen grafischen Benutzeroberfläche wie Icons, direkte Manipulation von Bildschirmobjekten, die Schreibtischmetapher, universelle Befehle sowie das ‚Point und Click‘. Andere GUI-Technologien wie Rastergrafik, überlappende Fenster, die Maus und die Objektorientierung wurden durch den Star bekannt“. <sup>53</sup> Der Star

52 Charles H. Ferguson u. Charles R. Morris, *Computerschlachten: Überlebensstrategien in der weltweit wichtigsten Industrie*, Frankfurt a. M. u. New York 1994, S. 125.

53 David Canfield Smith u. Charles Irby, *Xerox Star Live Demonstration*, in: Clare-Marie Karat u. Arnold Lund (Hg.), *Summary Proceedings of the CHI'98 Conference*, New York 1998, S. 17, Übersetzung des Autors.

wurde für Xerox zu einem geschäftlichen Flop, und erst mit einem Umweg über den Apple Macintosh und Microsoft Windows schafften die grafische Benutzeroberflächen in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre ihren Durchbruch.

Nach der Ansicht von Alan Kay haben heutige Benutzeroberflächen mit ihrem Schwerpunkt auf der direkten Manipulation von Bildschirmobjekten die Möglichkeiten des Computers allerdings erst angerissen. Eine Benutzungsoberfläche, die mit Metaphern funktioniert, ist immer eine Abstraktion, die nicht von allen Nutzern in gleicher Weise nachvollzogen werden kann. Mittlerweile haben sich die meisten Computerbenutzer allerdings so an grafische Benutzungsoberflächen und ihre Schwächen gewöhnt, dass sie diese Gewöhnung mit der Benutzerfreundlichkeit des Computers verwechseln. Rammert spricht in diesem Zusammenhang von der Veralltäglichung im Umgang mit den Unzulänglichkeiten der Technik.<sup>54</sup>



Abb. 4: Xerox 8010 „Star“ Workstation mit grafischer Benutzungsoberfläche und Maus (1981). Quelle: Xerox Corporation.

54 Vgl. Werner Rammert, Computer Use at Home – A Cultural Challenge to Technology Development, in: Walter Brenner u. Lutz Kolbe (Hg.), *The Information Superhighway and Private Households. Case Studies of Business Impacts*, Berlin, New York, Tokyo 1996, S. 399-408; Jef Raskin, *Intuitive equals Familiar*, in: *Communications of the ACM* 37, 1994, Nr. 9, S. 17; Michael L. Dertouzos, *Creating the People's Computer*, in: *Technology Review* 100, 1997, S. 20-31.

Deshalb darf man mit einiger Berechtigung behaupten, dass die Metapher des Schreibtischs wegen ihres Erfolgs heute zu einem Hemmnis bei der Entwicklung von noch benutzerfreundlicheren Computern geworden ist, wie Alan Kay bereits 1984 konstatierte: „Ein fruchtbarer Stil kann beflügelnd, aber letztlich auch hemmend wirken. Die trügerischsten Vorstellungen sind diejenigen, die eine Weile allgemeingültig zu sein scheinen, denn sie können noch leistungsfähigere Ideen niederhalten. Dann ist der Fortschritt langsam – wenngleich er nicht ausbleibt.“<sup>55</sup>

Die Metapher des Schreibtischs ist auch aus einem anderen Grund mittlerweile eher hinderlich: Die Zielgruppe, die die Hersteller von benutzerfreundlichen Computern ursprünglich ansprechen wollte, waren die klassischen Informationsarbeiter wie Wissenschaftler und Manager. Diese hatten in der Regel keine Erfahrungen im Umgang mit dem Computer, waren aber mit der klassischen Büroumgebung vertraut. In der Zwischenzeit hat der Einsatz von Computern die Büroarbeit weitgehend verändert, und viele der jüngeren Computernutzer haben bereits als Kinder Erfahrungen mit Computern sammeln können. So wie sich das Auto vom Vorbild der Kutsche lösen musste, um ein eigenes Profil zu gewinnen, muss sich die Mensch-Computer-Schnittstelle von dem anfangs hilfreichen, nun aber eher hemmenden Vorbild des Schreibtischs befreien.

### Jenseits der grafischen Oberflächen

Zeitgleich mit der Durchsetzung der grafischen Benutzungsoberflächen begann eine junge Generation von Wissenschaftlern wie Brenda Laurel, Byron Reeves und Clifford Nass damit, neue Formen der Mensch-Computer-Interaktion zu entwickeln, die unter anderem die Theater- bzw. Agentenmetapher verwenden.<sup>56</sup> Ein Mitte der 1990er Jahre von Microsoft vorgestelltes Schnittstellenkonzept mit dem Namen Bob (Abb. 5) basierte beispielsweise auf den Arbeiten von Reeves und Nass von der Stanford University. Diese gingen von der Prämisse aus, dass Menschen die Tendenz haben, die über Medien konstruierten (virtuellen) Welten mit dem realen Leben gleichzusetzen.<sup>57</sup> Infolgedessen sei die Interaktion des Einzelnen mit dem Computer als Prozess der Wirklichkeitskonstruktion im Grunde sozialer Natur.

„Bob“ war der Versuch, eine Schnittstelle zu entwickeln, die auf den Erfahrungen des Benutzers in Alltagssituationen aufbaute. Außerdem war es der erste größere kommerzielle Versuch, das WIMP-Paradigma (Windows, Icons, Menues, Pointing) zu Gunsten einer alternativen Benutzungsschnittstelle zu durchbrechen. Anstatt mit der Maus Icons auf dem Bildschirm zu

55 Alan C. Kay, Computer Software, in: Scientific American 251, 1984, S. 41-47.

56 Brenda Laurel, Computers as Theatre, Reading, Mass. 1993; Byron Reeves u. Clifford Ivar Nass, The Media Equation: How People Treat Computers, Televisions, and New Media Like Real People and Places, Stanford 1996.

57 Reeves/Nass (wie Anm. 56).

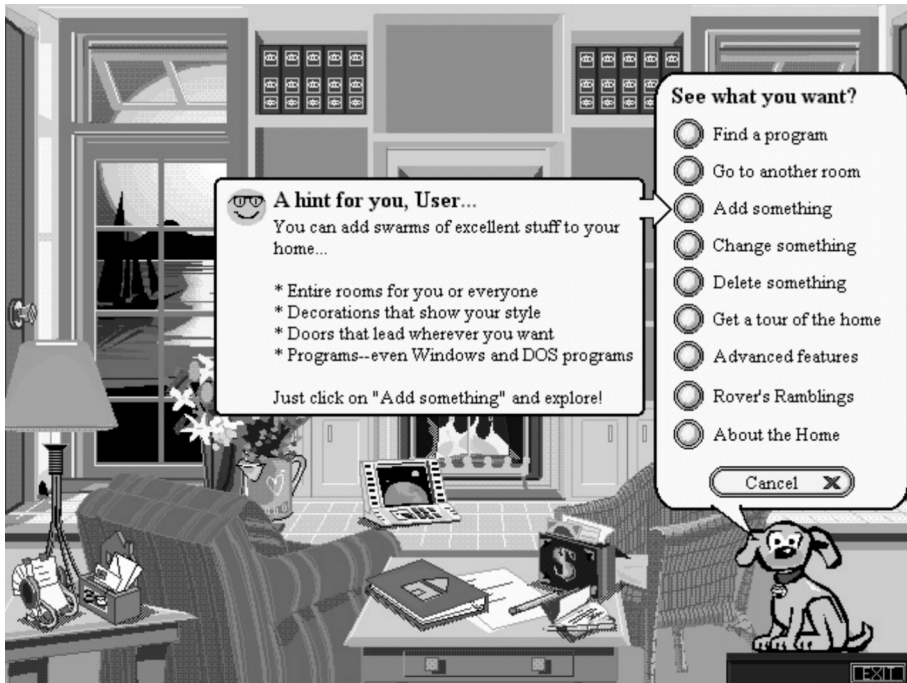


Abb. 5: Benutzungsoberfläche von Microsoft Bob mit „Rover“ in der rechten unteren Ecke. Quelle: <http://toastytech.com/guis/bob.html> (zugegriffen am 20. August 2003).

bearbeiten, interagierten die Benutzer nun mit „Bobs Freunden“. Dazu gehören insgesamt 14 „persönliche Führer“, von denen jeder eine andere Persönlichkeit besitzt. Diese wird durch prägnante Einzeiler und kurze Animationen verdeutlicht. Der Hund „Rover“ gibt beispielsweise launige Einzeiler von sich und wackelt mit den Ohren, um seine Überraschung auszudrücken. Die Führer bieten eine Reihe von Navigationsmöglichkeiten zur Auswahl an, aber es gibt kein Handbuch für Bob. Man muss sich also allein auf die persönlichen Führer einlassen (obwohl es für diejenigen Nutzer, die sich absolut nicht mit animierten Tieren als Navigationshilfen anfreunden können auch einen un-persönlichen Führer in Form eines einfachen, an der Wand montierten Lautsprechers gibt). Das Programm war ein kommerzieller Flop, vor allem weil (insbesondere in Europa) die Benutzer nicht positiv auf die „Persönlichkeiten“ der verschiedenen Charaktere reagierten und „weil im Laufe der Entwicklung die Redlichkeit benutzerfreundlicher Metaphern durch die Hysterie totaler Simulation ersetzt worden war.“<sup>58</sup>

Bob war möglicherweise der letzte ernsthafte Versuch, eine neuartige Mensch-Computer-Schnittstelle für einen Personal Computer im herkömm-

<sup>58</sup> Steven Johnson, *Interface Culture: Wie neue Technologien Kreativität und Kommunikation verändern*, Stuttgart 1999, S. 73.

lichen Sinne zu entwickeln. Denn mittlerweile ist die Hardwareentwicklung erneut dabei, unser Verständnis des Computers zu revolutionieren. Durch die fortdauernde Steigerung der Integrationsdichte und Leistungsfähigkeit ist es bald möglich, sogar alltägliche Gegenstände mit „Intelligenz“ auszustatten. Man spricht deshalb allenthalben vom „disappearing computer“ oder vom ubiquitären Computer.<sup>59</sup> Wie aber kommuniziert man mit Kaffeetassen, Kühlschränken oder einem „Persönlichen Digitalen Assistenten“, der kleiner ist als ein Walkman und deshalb weder Monitor noch Tastatur besitzt.

In diesem Zusammenhang wird die Idee der sozialen Mensch-Computer-Schnittstelle weiter verfolgt. Dabei werden intelligente Hilfsprogramme, so genannte Softwareagenten in die Schnittstelle integriert.<sup>60</sup> Die Idee, solche Programme bei der Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion zu verwenden, geht ebenfalls auf Alan Kay zurück, der sie als „eine aktive Erweiterung der eigenen Problemlösungsstrategien“ beschrieb.<sup>61</sup> Statt der direkten Manipulation von Objekten auf der Bildschirmoberfläche würde der Benutzer eines Computersystems Aufgaben per Spracheingabe an personalisierte Softwareagenten delegieren, die diese auf Basis ihrer Informationen über die Interessen und Ziele des Benutzers ausführen. Für solche Softwareagenten wird deshalb gerne die Metapher des persönlichen Assistenten verwendet, der auf möglichst natürliche Weise mit dem menschlichen Benutzer kommuniziert, um auf diese Weise eine reibungslose, weil intuitive Interaktion zwischen Mensch und Computer zu fördern.<sup>62</sup>

Trotz gewisser Gemeinsamkeiten gibt es fundamentale Unterschiede zwischen Icons und Softwareagenten: Icons müssen sichtbar sein, um von einem Ort zum anderen bewegt werden zu können. Außerdem sind sie passiv, so dass sie vom Benutzer bewegt werden müssen. Demgegenüber können Agenten Ereignisse und Veränderungen registrieren und aktiv reagieren. Dazu sind sie so implementiert, dass sie fortwährend die Interaktionen des Benutzers aufzeichnen und analysieren, um daraus Information über seine Vorlieben, Ziele und Strategien zu gewinnen. Diese Information wird dann dazu verwendet, die Benutzungsschnittstelle an die Bedürfnisse des Benutzers anzupassen bzw. bestimmte Aufgaben ganz oder teilweise zu automatisieren. Schließlich soll es möglich sein, Agenten durch Beispiele lernen und Prozesse selbst konstruieren zu lassen. Agenten sind also Programme, die in der Lage sind, Ziele zu formulieren und zu definieren, Prozesse zu initiieren,

59 Mark Weiser, The Computer for the 21st Century, in: Scientific American 265, 1991, Nr. 3, S. 94-104; Mark Weiser u. John Seely Brown, The Coming Age of Calm Technology, in: Peter J. Denning u. Robert M. Metcalfe (Hg.), Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing, New York 1997, S. 75-85.

60 Jeffrey M. Bradshaw, Software Agents, Cambridge, Mass. 1997.

61 Kay (wie Anm. 55), S. 41-47.

62 Pattie Maes, Agents that Reduce Work and Information Overload, in: Communications of the ACM 37, 1994, Nr. 7, S. 30-40, hier S. 40.

mit anderen Softwareagenten und dem Benutzer zu interagieren bzw. selbst auf Ereignisse angemessen zu reagieren.<sup>63</sup> Die Idee des Lernens durch Zusammenarbeit und Erfahrung, also das interaktive Lernen, ist damit so zum zentralen Element beim Entwurf von Mensch-Computer-Schnittstellen geworden und wird bei der Entwicklung von Softwareagenten berücksichtigt.

Durch die Entwicklung neuer Formen der Mensch-Computer-Interaktion können also deterministische Vorstellungen auf den Kopf gestellt werden, weil die Techniknutzung erkennbar nicht durch die Eigenschaften der Technik geformt wird, sondern selbst nach menschlichen Vorgaben aus sozialen Interaktionen gestaltet wird.

## Fazit

Historischer Ausgangspunkt für die Entwicklung von Mensch-Computer-Schnittstellen war die Diagnose eines „Informationsproblems“ während und unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg, das es zunehmend schwieriger machte, auf das exponentiell wachsende Weltwissen zuzugreifen. In den darauf folgenden Jahren wurde dieses Problem durch die Einführung des elektronischen Digitalcomputers weiter verschärft, weil dieser nicht nur einen schnellen Zugriff auf Datenbestände ermöglichte, sondern selbst zur Quelle von immer mehr Information wurde. Entsprechend waren die ersten Arbeiten in den 1940er und 50er Jahren durch die Suche nach Verfahren gekennzeichnet, die einen effizienten Informationszugriff und eine Entlastung des Nutzers bei Routinearbeiten ermöglichen sollten.

Mit der Inbetriebnahme von Computersystemen, die als Werkzeug den Nutzer bei geistigen Tätigkeiten unterstützen konnten, wurde deutlich, dass der Computer keineswegs nur eine andersartige Realisierung bereits bekannter „Denkwerkzeuge“ zulässt, sondern die Möglichkeit zur Konstruktion völlig neuer (Denk- und Arbeits-)Welten bietet.

Als Reaktion auf diese Erkenntnis trat in den 1960er und stärker noch in den 1970er Jahren der kommunikative Aspekt der Mensch-Computer-Interaktion stärker in den Fokus von Forschung und Entwicklung. In der Retrospektive wird deutlich, dass in dieser Phase die Suche nach dem richtigen Verständnis des Benutzers zur zentralen Fragestellung wurde. Mit der sich entwickelnden Vorstellung über den Benutzer ist auch die Suche nach einer lingua franca für die Mensch-Computer-Kommunikation verbunden, die eine intuitive und reibungslose Verständigung ermöglichen sollte.

Als Leitmotiv dieser sich über Jahrzehnte bis heute hinziehenden Entwicklung steht die Frage nach einer adäquaten Repräsentation des Wissens im Computer, die nicht (mehr) an den Eigenschaften und Grenzen des Computers, sondern an den Bedürfnissen und Fähigkeiten des Nutzers bei der Informationsaufnahme orientiert ist. Die Suche nach einer Antwort ist bis

---

63 Bradshaw (wie Anm. 60), S. 82.

heute nicht abgeschlossen und die fast sechzigjährige Geschichte der Mensch-Computer-Interaktion stellt sich als eine fortdauernde Annäherung an dieses Ziel dar.

Die seit 15 Jahren apostrophierte digitale Revolution entpuppt sich so als unendliche Geschichte. Ein Abgrund klafft zwischen den fieberhaften Verheißungen der Cybergurus und der Erfahrung ganz normaler Computernutzer, die sich gezwungenermaßen fortlaufend verbesserte Hardware zulegen, um dem neuesten Software-Standard zu entsprechen, die sich wundern, wohin ihre Daten nach einem Absturz entschwinden, die keine Ahnung haben, warum sie nicht ins Internet gelangen. Die digitale Revolution hat also – so scheint es – bisher nur die Computer erfasst, nicht den Menschen.

Anschrift des Autors: Dr. Michael Friedewald, Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe, E-mail: [m.friedewald@isi.fraunhofer.de](mailto:m.friedewald@isi.fraunhofer.de)