

notwendig ist, das ist die flächige Verbreitung dieser Dienste, ihre Optimierung mit Hilfe der Nutzer, die Integration elektronischer Zeitschriften und die Klärung von Copyright Fragen mit den Rechteinhabern – dies vor allem auch angesichts einer sich abklärenden europäischen Neuregelung.

Wissenschaftler als Autoren und Konsumenten von Literatur, Verleger und Bibliothekare zusammen können dafür sorgen, dass ein akzeptables „second best“ Modell zur Literaturversorgung entwickelt werden kann, denn eine „vor-Ort-Versorgung“, die selbstverständlich die schönste Art der Versorgung ist, ist mit Sicherheit illusionär, die Umerziehung der Autoren derzeit in meinen Augen auch.

Ich glaube, dass Fachgesellschaften wie der Ihren die wichtigste Rolle dabei zukommt, Anforderungen der Wissenschaft an solche Dienste zu formulieren und im Dialog mit Entwicklern und Anwendern, mit liefernden Bibliotheken und Lizenzen verkaufenden Verlegern die Dienste so zu gestalten, dass Sie selbst, wie auch Ihre Kollegen, diesen Übergang von der physischen Bibliothek auf eine – hoffentlich nur in Teilen und ganz sicher notgedrungen entstehende – virtuelle Bibliothek akzeptieren werden.

Literaturhinweise:

Flöhl, Rainer: Wissenschaftssystem erschwert Innovation. Internationale Expertenkommission empfiehlt Reformen. Konservative Institutionen. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Natur und Wissenschaft (1999) 130 vom 09.06.1999, S. N 1f.

Franck, Georg: Ökonomie der Aufmerksamkeit. – München: Hanser, 1998

Garfield, Eugene: In: The Scientist 10 (1996) 17, p. 13–16

Slack, Jonathan M. W.: Egg & Ego. – New York, Berlin, Heidelberg: Springer, 1999

Yogeshawar, Ranga: Der Mensch als Entdecker. In: Future 1999, S. 6f.

Karl-Sudhoff-Gedächtnissitzung

Verleihung des Rudolf-Kellermann-Preises 1998 für Technikgeschichte

Der Rudolf-Kellermann-Preis für die beste technikhistorische Dissertation, die dem Vergabeausschuss im Jahre 1998 eingereicht wurde, ist an Michael Friedewald vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung in Karlsruhe verliehen worden. Es folgt der Kurzvortrag des Preisträgers:

Michael Friedewald, Karlsruhe

Ein kurzer Überblick über die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers

Als ich vor einigen Jahren begann, mich mit der Geschichte des Personal Computers zu beschäftigen, hatte ich eine ganz bestimmte Vorstellung von meinem Forschungsgegenstand. Ich nehme an, dass auch Sie ein ähnliches Bild wie ich im Kopf haben, wenn heute ganz umgangssprachlich vom Computer gesprochen wird. Sie denken vermutlich an den kleinen „Kasten“ mit Tastatur, Bildschirm und Maus, der seit 1981 den Weg in Millionen Büros und Haushalte

gefunden hat und meist zur Textverarbeitung, für Kalkulationen, zum Spielen und zunehmend auch als Kommunikationsmedium verwendet wird.

Vielleicht wissen Sie auch noch, welches Bild die Öffentlichkeit zuvor vom Computer hatte. Computer waren riesige Geräte, mit deren Betrieb ein ganzes Team von Technikern, Operateuren und Programmierern beschäftigt war. Sie waren so groß und teuer, dass sich nur Unternehmen, Behörden und das Militär EDV-Anlagen leisten konnten, um damit komplizierte Berechnungen anzustellen oder große Datenmengen zu verwalten. Diese Maschinen spielen zwar heute in diesem Umfeld immer noch eine wichtige Rolle, sind aber fast aus dem Blick der Öffentlichkeit verschwunden.

Und vielleicht kennen Sie in Grundzügen auch die verbreitete Vorstellung von der Geschichte des PC. Sie beginnt in der Regel mit der Erfindung des Mikroprozessors durch Intel im Jahre 1971. Es folgen die ersten Computerbausätze, die erfolgreichen Homecomputer der späten Siebzigerjahre, die Einführung des IBM PC 1981 und endet in der Regel beim derzeit leistungsfähigsten Rechner mit Pentium III Prozessor. Demnach wären Personal Computer das zwangsläufige Endprodukt der fortschreitenden Miniaturisierung in der Mikroelektronik. Eine andere, weniger verbreitete, aber ebenso populäre Geschichte des PCs erzählt von begeisterten Computeramateuren in Kalifornien, die es geschafft haben, gegen die Interessen der großen Unternehmen den Computer zu den Menschen bringen. „Computer power to the people“, so wird berichtet, lautete einer ihrer Wahlsprüche, der von den politischen Ideen der Achtundsechziger-Generation beeinflusst waren.

Diese Sichtweisen sind nicht falsch. Sie übersehen allerdings die Kontinuitäten, die es beim Übergang vom gemeinsam genutzten Großcomputer zum einzeln verwendeten Personal Computer gegeben hat. Und sie lassen außer Acht, dass die Idee für eine persönliche datenverarbeitende Maschine wesentlich älter ist, sogar älter als der Digitalcomputer selbst. Mich hat deshalb vor allem interessiert, vor welchem kulturellen Hintergrund die Idee der persönlichen Informationsverarbeitungsmaschine entstanden ist und wie sich diese im Laufe der Zeit unter dem Einfluss anderer Wissenschafts- und Technikentwicklungen verändert hat. Dabei versuche ich an einigen repräsentativen Beispielen zu zeigen, wie bestimmte Ideen oder Vorstellungen zu Leitbildern der Technikentwicklung geworden sind, wie sich diese Leitbilder durch die Kommunikation zwischen den Mitgliedern einer überschaubaren Gruppe von Wissenschaftlern verbreitet haben und wie sich die Ideen mit der tatsächlich entstehenden Technik, mit den wechselnden Finanzierungsquellen der Forschung und nicht zuletzt mit den veränderten politischen und gesellschaftlichen Bedingungen verändert haben. Herausgekommen ist dabei die spannende, aber wenig bekannte Entwicklungsgeschichte des interaktiven Computers von 1945 bis 1985, aus der deutlich wird, dass der Computer in seiner heutigen Form der Schlusspunkt einer eher zufälligen Folge lokaler Gegebenheit und Umstände ist, die sich die zahlreichen Akteure so gut es eben ging zunutze machten, wie es Pierry Lévy ausgedrückt hat.

Kybernetik und Digitalcomputer

Eine solche „Ideengeschichte“ des Personal Computers muss weit ausholen. Drei wichtige Entwicklungen der vierziger Jahre standen deshalb am Anfang meiner Untersuchung. Die erste ist die Entwicklung des elektronischen Digitalcomputers am Ende des Zweiten Weltkrieges. Über die Arbeiten von Eckert und Mauchly an der Moore School of Electrical Engineering in Philadelphia und von John von Neumann am Institute for Advanced Study in Princeton ist allerdings bereits genug geschrieben worden. Interessanter für die Geschichte des Personal Computers sind die beiden anderen Entwicklungen.

Im August 1945 publizierte der bekannte Analogrechnerpionier und Wissenschaftspolitiker Vannevar Bush (1890–1974) den Aufsatz „As we may think“, in dem er detailliert beschreibt, was ein Wissenschaftler mit einem informationsverarbeitenden Maschine machen und wie er mit der Maschine in Interaktion treten soll. Sie sollte den Wissenschaftler bei der Organisation der während der täglichen Arbeit anfallenden Daten helfen: Zeitschriftenaufsätze sollten ebenso darin gespeichert sein wie Messergebnisse, handschriftliche Notizen und Fotografien. Ganz nach biologischem Vorbild sollten die Informationen assoziativ miteinander verbunden sein. Schließlich sollte der Benutzer in der Lage sein mit dem Gerät zu arbeiten, ohne sich über die Realisierung Gedanken machen zu müssen – sie sollte hinter der Funktion verschwinden.

Der „Memory Extender“ oder Memex wurde zwar nie in der von Bush beschriebenen Form realisiert, hatte aber eine inspirierende Wirkung auf eine ganze Reihe von jungen Wissenschaftlern. Sie begannen in den Fünfziger- und Sechzigerjahren Aspekte des Memex in den Entwurf von neuen Computersystemen zu übernehmen. Die dritte wichtige Entwicklung ist die Etablierung der Kybernetik als wissenschaftliche Disziplin. Mit ihr setzte sich nämlich die Erkenntnis durch, dass der Mensch in komplexen technischen Systemen eine wichtige Rolle spielt. Das bis dahin vorherrschende lineare Modell der Datenverarbeitung (Eingabe von Daten – Verarbeitung der Daten – Ausgabe der Ergebnisse) wurde zu einem geschlossenen Regelkreis erweitert, in dem der Mensch nicht nur ein Anhängsel der Maschine war. Es entstand das sogenannte „Human Factors Engineering“, das den Menschen mit seinen physischen und kognitiven Fähigkeiten und Limitierungen beim Entwurf technischer Systeme berücksichtigte.

Ein Beispiel für diesen Trend ist die Computerentwicklung am Massachusetts Institute of Technology zwischen 1945 und 1960. Die dort tätigen Ingenieure waren, anders als die meisten anderen Computerkonstrukteure, durch die Regelungstechnik bzw. Kybernetik geprägt. Sie entwickelten in den Fünfzigerjahren ein erstes computergestütztes Luftverteidigungssystem, für das nicht nur einer der leistungsfähigsten Digitalrechner der damaligen Zeit entwickelt wurde, sondern auch eine erste auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basierende Mensch-Computer-Schnittstelle. Dabei musste berücksichtigt werden, dass das Bedienpersonal nicht aus Computerspezialisten, sondern aus einfachen Soldaten bestand. Zu diesem Zweck wurden erstmals Verfahren zur Ein- und Ausgabe von Daten in unmittelbarer Interaktion mit dem Computer entwickelt, die den hohen militärischen Anforderungen entsprachen. Dabei entstanden Bildschirmsysteme für Texte und Grafiken sowie der Lichtgriffel als Eingabegerät für grafische Daten.

Mensch-Computer-Symbiose

Die Realität der Computernutzung sah in den Fünfzigerjahren aber fast immer anders aus als bei diesen wenigen militärischen Computersystemen. Computer, wie sie in Wirtschaft, Staat und Universitäten verwendet wurden, waren keine Geräte, an denen man unmittelbar arbeiten konnte. Und weil die Computer teuer waren, mussten sie möglichst rund um die Uhr arbeiten - das Resultat dieser wirtschaftlichen Überlegung war die sogenannte Stapelverarbeitung. Diese Betriebsweise machte das Arbeiten mit dem Computer besonders für die Programmierer nicht leicht: Sie mussten ihr Programm zunächst auf Papier schreiben, dann wurde es auf Lochkarten gestanzt. Der Stapel mit Lochkarten - daher der Name - wurde dem Operateur im Rechenzentrum übergeben. Dort wurden die Daten dann auf ein Magnetband übertragen. Das Band wurde schließlich in den Computer eingelesen, und die Resultate der Verarbeitung auf ein weiteres Band gespeichert oder über einen Zeilendrucker ausgegeben. Bei der Stapelverarbeitung dauerte es deshalb immer mehrere Stunden, bis der Programmierer (oder sonst ein Computernutzer) sehen konnte, ob sein Programm wirklich das tat, was es tun sollte. Insbesondere die Verbesserung von Programmierfehlern war auf diese Weise extrem mühsam.

Aus Unzufriedenheit mit dieser Situation wurde seit Beginn der Sechzigerjahre der Versuch unternommen, den Benutzer, insbesondere den Programmierer wieder in engeren Kontakt mit dem Computer zu bringen. J. C. R. Licklider (1915-1990), Professor für experimentelle Psychologie und Elektrotechnik am MIT, griff dazu Ansätze aus der frühen Künstlichen-Intelligenz-Forschung auf und entwickelte daraus die Idee der Mensch-Computer-Symbiose. Nach seiner Vorstellung sollte der Computer den Benutzer bei allen routinemäßig anfallenden Tätigkeiten unterstützen, beim Schreiben von Programmen und Texten ebenso wie beim Erstellen von Grafiken aus Meßreihen. Voraussetzung hierfür war jedoch, dass die Benutzer in unmittelbarer Interaktion mit dem Computer arbeiten konnten. Ideal wäre es, so Licklider, wenn jeder Benutzer einen eigenen Computer zur Verfügung hätte.

Dafür war die Zeit um 1960 noch nicht reif, Computer waren immer noch groß und sehr teuer. Die Zentraleinheiten von Computeranlagen waren allerdings bereits so leistungsfähig, dass die Eingaben des Benutzers bereits viel mehr Zeit benötigten als die eigentliche Verarbeitung. Man konnte deshalb beim sogenannten Time-Sharing die Rechenzeit auf viele gleichzeitig am Rechner Arbeitende aufteilen, ohne dass merkliche Verzögerungen eintraten. Obwohl der Computer weiterhin von einer Vielzahl von Personen gleichzeitig benutzt wurde, hatte jeder den Eindruck, er habe den ganzen Rechner zur alleinigen Verfügung.

Als Licklider 1962 einen wichtigen Posten bei der militärischen Advanced Research Projects Agency (der ARPA) übernahm, konnte er durch großzügige Fördergelder die Realisierung seiner Idee in Form von Time-Sharing-Computern vehement forcieren.

Bei Time-Sharing-Computern änderte sich auch die Art der Programme. Während der Programmablauf zuvor nicht unterbrochen werden konnte, wurde die Programmunterbrechung nun zum charakteristischen Merkmal. Interaktive Programme, bei denen der Benutzer während der Ausführung Eingaben machen

kann, gaben diesem das Gefühl, mit dem Computer zu kommunizieren und partnerschaftlich zusammenzuarbeiten. Obwohl auch der Ablauf interaktiver Programme im voraus festgelegt war, vermittelten sie ihren Benutzern das scheinbare Gefühl der Kontrolle über die Maschine. Man erkannte bald, dass der Umfang dieser Illusion von der Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle abhängt. Um „Missverständnisse“ zwischen dem Computer und seinem menschlichen Benutzer zu vermeiden, musste der Programmierer bereits im Vorfeld dafür sorgen, dass er stets eine korrekte Vorstellung über dessen Intentionen besaß. Dass es nicht immer leicht ist, diese einfach klingende Anforderung zu erfüllen, ist auch heute immer noch zu spüren,

Computerwerkzeuge

Die interaktive Benutzung eröffnete auch völlig neue Anwendungsgebiete, bei denen die Vorstellung des Computers als individuelles Werkzeug in den Vordergrund trat. Ein Textverarbeitungsprogramm stellt etwa die Funktionen zur Verfügung, die man zum Erstellen, Formatieren und Drucken eines Textes benötigt. Inhalt und äußere Form des Textes werden allerdings durch die Aktionen des Benutzers mit dem Programm festgelegt. Dadurch erhält der Benutzer des Computers eine relativ hohe Autonomie gegenüber seinem Arbeitsmittel. Er behält stets das bearbeitete Material im Auge, an dem die vorgenommenen Änderungen sofort sichtbar sind.

Als Beispiel für die Konsequenzen dieser verschobenen Sichtweise können die Arbeiten von Douglas Engelbart (*1925) am Stanford Research Center während der Sechzigerjahre gelten. Engelbart machte sich Gedanken über ein Gerät, 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 griff er bereits zu Beginn der Sechzigerjahre Ideen der noch jungen kognitiven Psychologie auf und entwickelte auf dieser Grundlage einen theoretischen Rahmen 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. Bei Engelbarts 1968 öffentlich vorgestellten interaktivem Computersystem wurde auch erstmals die bis heute übliche Form der Computerarbeit praktiziert: Der Benutzer arbeitete an einem Terminal mit einem alphanumerischen oder Grafikmonitor, einer Tastatur und mit der von Engelbart erfundenen Maus.

Computermedien

Während in den Sechzigerjahren vor allem Computerwerkzeuge für die individuelle Unterstützung von Programmierern und anderen Computerfachleuten im Vordergrund gestanden hatten, wurde in den Siebzigerjahren immer stärker an Computersystemen gearbeitet, die über Computernetze miteinander verbunden waren und mit denen auch Laien arbeiten können sollten. Seit 1971 gab eine junge interdisziplinär interessierte Gruppe von Wissenschaftlern, die am Palo Alto Research Center (PARC) von Xerox in beiden Bereichen entscheidende Impulse. Unter

der Leitung von Robert Taylor (*1932), einem erfahrenen Forschungsorganisator, entwickelte eine Gruppe, der viele ehemalige Mitarbeiter Engelbarts angehörten, die Computerwerkzeuge für das sogenannte „Büro der Zukunft“. Dabei entstanden nicht nur der erste Arbeitsplatzcomputer und ein erstes lokales Netzwerk, das Ethernet, sondern auch eine Vielzahl von Programmen zur Unterstützung der Arbeit von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Managern, darunter zukunftsweisende Textverarbeitungs- und Grafikprogramme – die später als Vorlagen für die heute so erfolgreichen Office-Programme dienten. Den Computerwissenschaftlern wurde bald klar, dass ihre Vorstellung eines vollautomatisierten und papierlosen Büros allzu naiv gewesen war, da das Wissen über das Arbeiten in einem Büro nicht nur informell und intuitiv ist, sondern sich auch auf eine Vielzahl von Personen verteilt. Weil solches Wissen nur schwer formalisiert werden konnte, legten die PARC-Wissenschaftler besonderen Wert auf die Anpassung der Computersysteme an individuelle Bedürfnisse, die einfache Bedienbarkeit und die Möglichkeiten zur computervermittelten Kommunikation.

Gleichzeitig arbeitete eine andere Gruppe unter Leitung von Alan Kay (*1940) an der Programmiersprache Smalltalk, die auch Computerlaien und sogar Kinder zu Programmierern machen sollte. Sie sollte den Computer zu einem universellen Medium für die Informationsbedürfnisse für Jedermann machen, zu einem Speicher für Texte und Notizen mit dem man aber auch spielen, Bilder zeichnen, Musik komponieren und abspielen oder mit Freunden Botschaften austauschen konnte. Um diesem Personenkreis den Zugang zum Computer weiter zu erleichtern, entstand unter Nutzung von Erkenntnissen aus der Entwicklungspsychologie auch die erste grafische Benutzungsoberfläche mit den heute so selbstverständlichen Bestandteilen wie Fenster, Icons und Bildschirmmenüs.

Im Gegensatz zu allen bislang geschilderten Vorgängerprojekten waren die Arbeiten bei Xerox keine reinen Forschungsarbeiten mehr. 1975 beschloss das Management von Xerox, einen Bürocomputer auf den Markt zu entwickeln, in den die Forschungsergebnisse des Palo Alto Research Center und all seiner Vorgänger einfließen sollten. Dieser Rechner mit graphischer Benutzungsoberfläche und Mausbedienung, mit Laserdrucker und der Anschlussmöglichkeit an ein lokales Datennetz kam Anfang 1981 auf den Markt – und wurde ein wirtschaftlicher Misserfolg.

Der Computer für den Rest von uns

Der Grund für diesen Misserfolg war nicht nur der hohe Preis von etwa 15.000 \$, sondern auch die Tatsache, dass IBM 1981 ebenfalls einen Personal Computer auf den Markt gebracht hatte, der zwar lange nicht so leistungsfähig war wie das Gerät von Xerox, dafür aber vom Marktführer bei Großcomputern hergestellt wurde und einen deutlich geringeren Preis hatte. Hier trifft sich nun die von mir skizzierte Geschichte des interaktiven Computers mit der wohlbekannten Geschichte des Mikroprozessors und der Mikrocomputer. Fast hätten sich diese beiden Entwicklungsstränge nicht getroffen. In der Computerindustrie gab es in den Siebzigerjahren immer noch den Trend zu immer höheren Leistungen und eine fortbestehende Dominanz der Stapelverarbeitung. Die akademische Welt – zu der ich auch das Forschungszentrum von Xerox zählen möchte – führte in ihrem

Elfenbeinturm weitgehend selbstverliebte Projekte durch, die vielfach wenig mit den Bedürfnissen potentieller Kunden zu tun hatten. Und die Halbleiterindustrie hatte zunächst keine Idee, welches wirtschaftliche Potential der Mikroprozessor besaß. Anfangs sah es so aus, als gebe es für die noch leistungsschwachen Mikroprozessoren keine ernstzunehmenden Anwendungen. Hier waren es dann tatsächlich die Computeramateure oder Hacker, wie sich selbst nannten, die neue Einsatzbereiche definierten und binnen weniger Jahre einen neuen Sektor der Computerindustrie aufbauten. Junge und risikobereite Unternehmen wie Apple oder Microsoft, die an den wirtschaftlichen Erfolg von preiswerten Computern für jedermann glaubten, machten der Personal Computer Anfang der Achtzigerjahre zu einem erfolgreichen Produkt. Sie waren es schließlich auch, die benutzerfreundliche und (hoffentlich) intuitiv zu bedienende Computer mit grafischen Benutzungsoberflächen zu einem Konsumgut gemacht haben, das heute jedes Jahr millionenfach verkauft wird. Wenn sie fähig waren, weiter zu sehen als andere, dann deshalb, weil sie auf den Schultern von Riesen standen und auf die Erfahrungen aus über dreißig Jahren Forschung zurückgreifen konnten.

Erschienen in: Nachrichtenblatt der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik e. V., 49. Jahrgang, Heft 3, Winter 1999.