

Kapitel 5

Der Personal Computer (1974-1985).

Architektonische Innovation und vertikale Desintegration

Johannes F. K. Schmidt

5.1 Einleitung

Der Personal Computer (PC) ist heute eine aus Unternehmen, Verwaltung, Wissenschaft und auch Freizeit nicht mehr wegzudenkende Technologie. Nur knapp zwanzig Jahre nach der Entwicklung des ersten PC ist die PC-Industrie zu einem wesentlichen Wirtschaftsfaktor geworden, und die aktuelle Diskussion um die globale Vernetzung von PCs durch sog. Datenautobahnen zeigt, daß technologische und wirtschaftliche Steigerungsmöglichkeiten durchaus noch vorhanden sind. Diese Rasanz der Entwicklung erstaunt umso mehr, wenn man bedenkt, daß Anfang der siebziger Jahre die damals führenden Computerhersteller keinerlei Interesse an der Entwicklung und Herstellung eines Kleinstcomputers zur individuellen Nutzung zeigten. Die Entstehungsphase des PC wurde vielmehr wesentlich getragen und geprägt von Hobbyelektrobastlern, Ingenieuren und subkulturellen Computerfreaks (Hackern), die gegen die Verwendung des mikroelektronischen Wissens in Form von Großcomputern opponierten, wie sie in den sechziger Jahren in den USA dominierte. Den damit verbundenen Restriktionen setzten diese Computerenthusiasten die Vision eines persönlichen und kreativen Computers entgegen: Demokratisierung der Computernutzung durch individuelle Programmierbarkeit, Emanzipation vom technischen Sachzwang der Großcomputer durch transparente Technik. Diese Vision wurde Mitte der siebziger Jahre durch die Herstellung einfacher, prototypenartiger PCs in Kleinstunternehmen von Elektrobastlern und Programmierern erstmals umgesetzt; Computerclubs und Computer-Magazine sorgten für einen intensiven und raschen Informationsaustausch in dieser Community.

Stabilisiert wurde die neue Technik in einer zweiten Phase der Entwicklung (1977-81) durch eine *erfolgreiche Überführung des neuen technologischen Wissens in organisationale Kontexte*, die eine ökonomisch gewinnbringende Produktion technisch zuverlässigerer und relativ einfach zu bedienender PCs für

einen Anwenderbereich möglich machte, der über den engen Kreis der Computerexperten hinausging. Von wesentlicher Bedeutung war dabei der Apple-Computer.

Die dritte Phase der PC-Entwicklung wurde durch das *Eintreten von IBM in den PC-Markt* im Sommer 1981 eingeleitet. Bis zu diesem Zeitpunkt hatten sich etablierte Computer-Hersteller mehrheitlich zurückgehalten; eigene PC-Entwicklungen waren fehlgeschlagen. Als Ursache können innerorganisationale Strukturen der vertikalen Integration angesehen werden, die angesichts der raschen technologischen Entwicklung einen Innovationsnachteil gegenüber den flexiblen Strukturen der jungen PC-Community darstellten. Die im IBM-PC festgelegte Systemkonfiguration entwickelte sich - obwohl technologisch nicht ambitioniert - rasch zum dominanten Design im PC-Bereich: IBM als etabliertem Büromaschinenhersteller gelang es einerseits einen neuen Markt für den PC zu öffnen. Andererseits wurde durch die Übernahme des technischen Kerns des PC in Form der offenen Architektur zugleich eine rasche Expansion einer vertikal desintegrierten Hard- und Softwareindustrie ausgelöst. Damit wurde das soziale Netzwerk, das die PC-Entwicklung trug, grundlegend neu strukturiert.

5.2 Die Ausgangslage: Großcomputer und die Halbleitertechnologie

Um die Genese der PC-Technologie analysieren zu können, muß zunächst ein kurzer Blick auf die Entwicklung des Computers, der Halbleitertechnologie und der damit verbundenen Industrie geworfen werden. Nur vor diesem Hintergrund ist erklärbar, warum die Entwicklung des PC *nicht* von der bereits bestehenden Computerindustrie geleistet wurde, sondern von einer sozialen Bewegung, welche die etablierten Verwendungsformen ablehnte und dadurch letztlich auch einen anderen Entstehungskontext des neuen Computertyps kreierte. Der kurze historische Rückblick soll aber auch deutlich machen, daß die PC-Technologie - trotz der genannten Absatzbewegung - wesentlich auf bereits vorhandenen Konzepten des Computers sowie technischen Komponenten insbesondere aus dem Bereich der Mikroelektronik fußt. Allerdings stellt der PC keine bloße Fortsetzung dieser technologischen Entwicklung dar. Vielmehr kann die Erfindung einer spezifischen mikroelektronischen Komponente Ende der 60er Jahre - des Mikroprozessors - als wesentlicher Auslöser der PC-Entwicklung betrachtet werden, da er eine technologische Basis für die Umsetzung der Vision eines persönlichen Computers darstellte.

5.2.1 Die Vorgeschichte des Computers

Der Beginn einer industriellen Herstellung von (Groß-)Computern¹ fällt mit dem Ende des Zweiten Weltkriegs zusammen. Die technologischen und konzeptionellen Wurzeln des Computers reichen aber weiter zurück, wobei die Entwicklung der Technologie durch ein Wechselspiel von konzeptionellen Entwürfen und sich ausweitenden Möglichkeiten der technischen Umsetzung charakterisiert ist.

Als Urvater des Computers wird in der Regel Charles Babbage (1791-1871) angesehen, der bereits in den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts das Konzept einer mit Dampf betriebenen mechanischen Rechenmaschine (Analytical Engine) entwickelt hatte. Wesentlich für die Entwicklung des Computers war die Idee von Claude E. Shannon (*1916), die auf letztlich nur zwei Systemzuständen (wahr/falsch) beruhende logische Algebra von George Boole (1815-1864) durch elektrische Schalter (Strom fließt/fließt nicht) zu modellieren.² Damit waren die mechanischen Schwierigkeiten der Umsetzung der Vorstellungen von Babbage entfallen. Auf der Basis dieser 1937 formulierten These Shannons entwickelte der Harvard-Professor Howard Aiken (1900-1973) für IBM einen Computer, der mithilfe *elektromechanischer Relais* funktionierte: den Mark I (offiziell: Automatique Sequenced Controlled Calculator), der aus über 750.000 Einzelteilen bestand.³ Ebenfalls in den dreißiger Jahren erhielt die Idee einer programmierbaren Maschine durch das theoretische Konzept des Mathematikers Alan Turing (1912-1954) neue Impulse. Zur Lösung eines mathematischen Problems (der sog. Hilbert-These) entwickelte Turing 1936 das Konzept einer algorithmisch verfahrenen und universell verwendbaren Rechenmaschine, das auf der Idee eines formalisierten Systems der Mathematik beruhte (sog. Turing-Maschine) und die *Grundlage der digitalen Computer* des 20. Jahrhunderts

-
- 1 Wenn im Folgenden von Computern die Rede ist, so sind damit explizit nicht PCs gemeint, sondern Computer größerer Abmessungen. PCs werden immer als solche bezeichnet.
 - 2 In der Booleschen Logik kann ein logisch kalkulierendes System nur zwei Zustände annehmen: die Aussage ist wahr (1) oder sie ist falsch (0). Mithilfe der Kombination dieser beiden Zustände lassen sich dann logische Operationen (und, nicht) darstellen.
 - 3 Aikens Mark I war allerdings nicht - wie lange angenommen - der erste programmgesteuerte elektromechanische Computer, vielmehr hatte Konrad Zuse (1910-1995) ohne Kenntnis der Forschungen in den USA bereits 1941 mit seinem Z3 einen funktionierenden Computer auf elektromechanischer Basis entwickelt (vgl. Slater 1987: 41ff.).

darstellt (vgl. Fishman 1981, Rheingold 1985, Slater 1987, McSummit/Martin 1989, Rammert 1995).

Entscheidend für das Entstehen einer Computerindustrie war aber zunächst die Entwicklung der *Vakuum- oder Elektronenröhre* durch Lee de Forest (1873-1961) im Jahre 1906 im Rahmen seiner Arbeiten zur Verbesserung der drahtlosen Telegraphie. Die Idee der Ersetzung der langsamen elektromechanischen Relais durch Vakuum- oder Elektronenröhren stammt von John Atanasoff (1903-1995), einem Mathematik- und Physikprofessor an dem Iowa State College, der zusammen mit Clifford Berry Ende der dreißiger Jahre den sog. ABC (Atanasoff-Berry-Computer) entwarf. Eine Umsetzung über einen einfachen und funktionierenden Prototypen hinaus (mit 300 Vakuumröhren) scheiterte allerdings an fehlenden Geldmitteln. Der in den Jahren 1941 bis 1945 von einer fünfzigköpfigen Arbeitsgruppe um John W. Mauchly (*1907) und J. Presper Eckert (*1919) an der Moore School of Engineering der University of Pennsylvania entwickelte ENIAC (Electronical Numerical Integrator and Calculator) war somit der erste voll funktionsfähige elektronisch-digitale Computer. Der ENIAC füllte einen ganzen Raum aus, war über dreißig Tonnen schwer, bestand aus 17.000 Vakuumröhren und wies einen Stromverbrauch von 150 KW/h auf; seine Entwicklungs- und Herstellungskosten beliefen sich auf annähernd eine halbe Million Dollar (vgl. Fishman 1981, Halfmann 1984, Rheingold 1985, Slater 1987).

Erhebliche Aufwertung erfuhr das ENIAC-Programm 1944 durch die Unterstützung des renommierten Mathematikers John von Neumann (1903-1957). Von Neumanns wesentliche Leistung bestand in der Idee, daß ein Computer mit einem *internen Speicher* für Daten und Programme ausgestattet werden sollte (sog. von-Neumann-Prinzip), um so eine zeitaufwendige manuelle Programmierung überflüssig zu machen und die Rechengeschwindigkeit des Computers effektiv auszunutzen. Mit dem Mitte 1945 fertiggestellten EDVAC-Konzept (Electronic Discrete Variable Automatic Calculator) entwickelte die Gruppe um von Neumann die im Prinzip auch heute noch gültige *Computerarchitektur* aus zentraler Recheneinheit (Prozessor), Kontrolleinheit, (Arbeits-) Speicher sowie Eingabe/Ausgabe-Struktur; hinzu kommt eine Differenzierung von (Steuerungs-) Programmen in gesondert gestapelte und einzeln abrufbare Unterprogramme, die die Ausführung einzelner Operationen leiten.

Die beschriebenen Entwicklungen waren der Startpunkt für eine Anfang der fünfziger Jahre sich langsam entwickelnde Computerindustrie (ECC, Sperry Rand, IBM), die zunächst nach dem Prinzip des EDVAC Großcomputer auf Basis der Vakuumröhren-Technologie herstellte und bald durch IBM dominiert

wurde (vgl. Fishman 1981, Rheingold 1985, Slater 1987, Smith 1989, Aspray 1990, Cortada 1993, Pugh 1995, Rammert 1995).

5.2.2 Die Begründung der Halbleiterindustrie und das Entstehen von Silicon Valley

Für die rasche Entwicklung der Computerindustrie entscheidend wurde die Erfindung des *Transistors* im Jahre 1947 in den Bell Laboratories (in Murray Hill, NJ) des Telekommunikationsgiganten AT&T durch John Bardeen, Walter Brattain und William Shockley (vgl. Stine 1985: 131f., Slater 1987: 144ff.). Damit konnten die Vakuumröhren, die lange Aufwärmzeiten benötigten, aufgrund ihrer hohen Betriebstemperatur häufig ausfielen und zudem einen extrem hohen Strombedarf hatten, durch einen weitaus robusteren, leistungsfähigeren und in seinen Ausmaßen erheblich kleineren Festkörper - den Halbleiter⁴ - ersetzt werden. 1952 wurden erstmals Transistoren auf Halbleiterbasis in großen Stückzahlen hergestellt, in den folgenden Jahren kam die industrielle Produktion verschiedener Transistortypen schnell in Gang (vgl. Halfmann 1984: 117, Mahon 1985: 69).

Mit der Entwicklung der Halbleitertechnologie ging eine bis dahin unbekannte regionale Konzentration der Hersteller von Halbleiterprodukten einher, die die weitere Entwicklung der Halbleiter- und später der PC-Technologie wesentlich beeinflusste. Angeführt wurde diese Entwicklung durch den Transistor-Miterfinder William Shockley (*1910), der 1955 zusammen mit führenden Wissenschaftlern des Halbleiterbereichs das Unternehmen Shockley Semicon-

4 Halbleiter sind Kristalle aus chemischen Elementen (insbesondere Silizium und Germanium), deren elektrische Leitfähigkeit zwischen der von Isolatoren und der von Metallen liegt, eben halbgut ist (vgl. Enderlein 1993: 50ff.). Ein (im Vergleich zu Metallen relativ) kleiner Teil der im Halbleiter vorhandenen Elektronen ist frei beweglich, die Bewegung dieser vorhandenen Elektronen kann durch äußere elektrische Einwirkungen beeinflusst werden, womit die Möglichkeit der Weitergabe elektrischer Impulse gegeben ist (dieser Mechanismus findet sich auch bei der Vakuumröhre, nur mit dem Unterschied, daß beim Halbleiter die Elektronen eben nicht mehr aus dem festen Körper ins Vakuum austreten). Der Transistor basiert auf dieser Halbleitertechnologie und wird im Bereich der Mikroelektronik wesentlich als durch elektrische Impulse betätigbarer Schalter eingesetzt. Zur Inventions(vor)geschichte des Transistors, insbesondere auch zur Bedeutung der Festkörperphysik, vgl. Halfmann (1984: 108ff.), der darauf hinweist, daß die wissenschaftliche Erklärung des Transistor- oder Verstärkereffekts erst zwei Jahre *nach* der technischen Herstellung erfolgte.

ductors in Palo Alto (Cal.) am Rande des Santa Clara County gründete. Dieses ursprünglich durch Obstanbau geprägte Tal in der Nähe von San Francisco sollte schon bald zu einem wesentlichen Zentrum der Halbleiterindustrie werden und ist deshalb heute nur noch unter dem Namen Silicon Valley bekannt.⁵ Die Attraktivität des Standorts ergab sich wesentlich aus der Nähe zur Stanford-University und deren durch Frederick Terman 1951 gegründeten Industrial Park (vgl. Tajnai 1985). Auf diesem Gelände konnten sich Hochtechnologie-Unternehmen kostengünstig ansiedeln und dabei auf den Sachverstand (Human Capital) der Universität zugreifen. Da die Herstellung von Halbleitern ein äußerst komplizierter und stark wissensbasierter Prozeß ist, war die enge Anbindung an die wissenschaftliche Forschung (vgl. Peck 1986) eine wesentliche Voraussetzung für die Expansion der Halbleiterindustrie (speziell für das Silicon Valley vgl. Tajnai 1996). Die Universität profitierte ihrerseits von Geldzuwendungen der Firmen und der Praxisrelevanz der universitären Forschung, die durch den Kontakt zur Industrie garantiert war (vgl. Saxenian 1985, McSummit/Martin 1989: 59ff.).⁶ Die rasche technologische Entwicklung einerseits und die hohe Agglomeration hochqualifizierter Wissenschaftler und Ingenieure im Silicon Valley andererseits führte in den Folgejahren zur Neugründung von Unternehmen im Halbleiterbereich, häufig als Abspaltung bereits bestehender Firmen (vgl. Saxenian 1990: 102, Dorfman 1983: 10).

So verließen einige Mitarbeiter um Robert Noyce (*1927), die mit der Forschungsrichtung des Unternehmens nicht einverstanden waren, Shockley Semiconductor und gründeten 1957 gemeinsam mit dem Industriellen Sherman

5 Zwar gab es Anfang der fünfziger Jahre mit Hewlett Packard, Varian Associates und Ampex bereits einige Elektronikunternehmen im Santa Clara County; Shockley Semiconductors war aber das erste Halbleiterunternehmen und begründete mit seiner Ansiedlung wesentlich die weitere Entwicklung der Region. Neben dem Silicon Valley hat heute nur noch die Region um die Route 128 in der Nähe von Boston (Mass.) eine ähnliche Zusammenballung von Unternehmen der Hochtechnologiebranche und entsprechend hochqualifiziertem Personal aufzuweisen (vgl. Dorfman 1983 sowie Mackum 1995).

6 Die rasche Expansion der Halbleiterindustrie in Silicon Valley Anfang der fünfziger Jahre ist allerdings auch auf den mit dem Koreakrieg zusammenhängenden großen Bedarf nach neuen elektronischen Entwicklungen zurückzuführen: Zwischen 1950 und 1954 investierte die US-Regierung 13 Milliarden Dollar in Silicon Valley, was 14 Prozent des militärischen Forschungsetats entsprach (Saxenian 1985: 24). Zur Bedeutung der militärischen Forschung für die Entwicklung der Halbleiterindustrie vgl. Halfmann 1984: 180ff., zum zunehmenden Auseinandertreten von ziviler und militärischer Orientierung in der Halbleiterindustrie seit Beginn der sechziger Jahre vgl. Molina 1989: 90ff.

Fairchild als Risikokapitalgeber Fairchild Semiconductors mit dem Ziel, Transistoren auf Siliziumbasis herzustellen (vgl. Slater 1987: 156ff., Stine 1985, 160f., Mahon 1985: 70ff.).⁷ Der zwischen 1958 und 1960 bei Fairchild entwickelte Planarprozeß stellte zugleich den Entwicklungsschritt hin zum *Mikrochip* bzw. *integrierten Schaltkreis* dar, der die *industrielle Serienfertigung* von Halbleiterbausteinen ermöglichte. Dabei werden eine Vielzahl von Transistoren sowie Dioden, Kondensatoren und Widerständen auf einem Plättchen integriert und durch verschiedene Siliziumschichten voneinander getrennt und miteinander verbunden, wobei der gesamte Chip in einem Herstellungsgang (sog. integrierte Herstellung) produziert wird (vgl. Rogers/Larsen 1984: 111ff., Enderlein 1993: 105ff.).⁸ Erst die von Fairchild geleistete Prozeßinnovation der *integrierten Herstellung* ermöglichte eine hohe Zuverlässigkeit bei der industriellen Fertigung sowie die Miniaturisierung der Schaltung und damit eine ökonomische Verwertbarkeit der neuen Technologie (vgl. Levin 1982: 44ff.). Der integrierte Schaltkreis fungierte als Auslöser für das Entstehen einer neuen Industrie und gab zugleich den Startschuß zur Miniaturisierung im Bereich der Elektronik- und Computerindustrie (sog. large scale integration). Er wurde allerdings zunächst nur in *militärischen Geräten* (u.a. der Minuteman-Rakete

Abb. 16
Computerfachbegriffe

Betriebssystem

Hardwarenahe Software, die den Datenfluß im Computer verwaltet und die Schnittstelle zwischen Hardware und Software und dem Dateisystem vermittelt.

BIOS

Basic Input/Output-System (Eingabe-Ausgabe-System). Umfaßt Systemprogramme für grundlegende Eingabe-Ausgabeoperationen (z.B. Zugriff auf Disketten, Festplatten und Schnittstellen) und stellt eine Software-Schnittstelle zur Hardware dar.

7 Die sog. Venture Capitalists waren für die Entwicklung der Halbleiterindustrie von besonderer Bedeutung; insbesondere die räumliche Nähe von Silicon Valley zur Finanzmetropole der westlichen USA - San Francisco - spielte eine wichtige Rolle (vgl. Rogers/Larsen 1984: 62ff., Saxenian 1985: 25, Pratt/Khoylian 1985).

8 An dem Problem der Integration mehrerer Transistoren und anderer Bauelemente auf einer Halbleiterscheibe arbeitete zur gleichen Zeit (und unabhängig von Fairchild) auch Jack Kilby (*1927) bei Texas Instruments in Dallas, der bereits im September 1958 einen ersten Prototypen eines integrierten Schaltkreises fertiggestellt hatte (vgl. McSummit/Martin 1989: 87ff., Slater 1987: 167ff.). Allerdings bestand hier die Verbindung zwischen den verschiedenen Elementen des Chips noch aus handverlöteten Golddrähten. Bei seiner Patentanmeldung Anfang 1959 erwähnte Kilby nur kurz auch die Möglichkeit, die internen Verbindungen auf der Oberfläche des sog. Wafers aufzudampfen, wie es das Verfahren von Fairchild vorsah. Folge war, daß 1961 Robert Noyce und Fairchild das Patent zuerkannt wurde.

der US Army) eingesetzt. Erst 1964 erfolgte die erste kommerzielle Anwendung in einem Zenith-Hörgerät. Mit der zunehmenden Verwendung in der Elektronik- und Computerindustrie wuchs die Zahl der produzierten Mikrochips bald stark an, die Kosten pro Mikrochip nahmen entsprechend ab.⁹

5.2.3 Die Entwicklung des Mikroprozessors

1968 verließ Noyce mit einigen Mitarbeitern Fairchild Semiconductors und gründete zusammen mit dem Kapitalgeber Arthur Rock die Firma Intel Development Corporation, kurz Intel; ihr Ziel war die Entwicklung und Produktion integrierter Schaltkreise, die als Speicherchips verwendet werden konnten.

Bit
Binary Digit (binärer - zweiwertiger - Wert). Die beiden möglichen Zustände werden i.d.R. mit 1 und 0 bezeichnet. Kleinste Informationseinheit.

Bus (Daten-)
Eine Mehrzahl von parallelen Signalleitungen, über die Steuer- und Datensignale innerhalb des Computers übertragen werden.

Byte
Acht Bit.

Compiler
Ein Programm, das die in einer sog. Hochsprache (z.B. BASIC) geschriebene Anweisung in eine Folge von Maschinenbefehlen übersetzt.

Entscheidend für den Unternehmenserfolg und für die weitere Entwicklung der Computerindustrie wurde die Entwicklung eines hochintegrierten und programmierbaren Schaltkreises - kurz: *Mikroprozessor* (vgl. Rogers/Larsen 1984: 101ff., Mahon 1985: 73ff., 104ff., Slater 1987: 175ff., Garetz 1985). 1969 beauftragte das japanische Computerunternehmen ETI Intel mit der Entwicklung eines Spezialchips für einen neuen Tischrechner. Das von ETI vorgeschlagene Design eines Sets von sechs hochkomplexen Chips konnte Intel jedoch aufgrund beschränkter Entwicklungskapazitäten nicht umsetzen;¹⁰ Intel schlug daher vor, die Funktionen der CPU (Central Procession Unit) auf einem (programmierbaren) Chip zu vereinen. Bis zu diesem Zeitpunkt war für jede einzelne

Anwendung ein spezifizierter integrierter Schaltkreis notwendig gewesen, da die Schaltkreise hardwired, d.h. fixiert waren. Mit dem *programmierbaren Mikrochip* (bei dem das Programm in einem separaten Speicherchip abgelegt war), wurde eine kundenspezifische Fertigung von Mikrochips überflüssig, so daß eine für Intel lukrative *Produktion hoher Stückzahl möglich* wurde. Bereits im

⁹ Der daraus resultierende enorme Preisverfall war auch ein Auslöser der Entwicklung des PC (vgl. Kap. 5.3.1).

¹⁰ Intels Entwicklungsabteilung bestand zu dieser Zeit aus 13 Ingenieuren.

Frühjahr 1970 präsentierte Intel mit dem wesentlich von Marcian E. (Ted) Hoff (*1937) entwickelten Intel 4004 den ersten Mikroprozessor; dieser wurde in einer Werbeanzeige als "microprogrammable computer on a chip" (Gupta/Toong 1985: 167) angekündigt.¹¹ Im Januar 1971 wurde der Prozessor an ETI verkauft, Intel behielt sich aber das Recht auf eine eigene Vermarktung vor. Diese begann aber erst im November 1971, da *die Anwendungsmöglichkeiten und damit auch die Marktnachfrage völlig im Dunklen lagen*. Neben dem Einsatz in Meßinstrumenten, Elektrogeräten, Autos oder Uhren wurde auch der Einsatz in (Mini-)Computern als Möglichkeit gesehen;

letzterer wurde aber nicht als Zukunftsmarkt eingeschätzt: Intel ging davon aus, pro Jahr höchsten 2000 Mikroprozessoren in diesem Marktsegment absetzen zu können (Slater 1987: 180, McSummit/Martin 1989: 117). Noch im gleichen Jahr entwickelte Intel für das Unternehmen CTC (Computer Terminal Corporation) einen leistungsfähigeren Mikroprozessor, den Intel 8008. Allerdings verlor CTC aufgrund der relativ langen Entwicklungszeit bald wieder das Interesse an dem Projekt, so daß Intel *einige Monate ohne Abnehmer für eine relativ teure und komplizierte Technologie war* (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 13f., McSummit/Martin 1989: 115f.).¹²

Im Unterschied zu den Mikrochips, die durch ihre Verdrahtung bereits programmiert und von den Kunden deshalb leicht zu bedienen waren, war es bei den programmierbaren und universell einsetzbaren Mikroprozessoren notwendig, die Kunden mit Informationsmaterial über die Möglichkeiten und Programmierung des Mikroprozessors zu versorgen. Adam Osborne, Programmierer und Autor eines Buches über persönliche Computer, schrieb im Auftrag von Intel aus diesem Grunde eine ausführliche Bedienungsanleitung (Osborne

<p>CPU Central Processing Unit (zentrale Recheneinheit)</p> <p>DOS Disk Operating System (festplattenorientiertes Betriebssystem)</p> <p>Festplatte Laufwerk zur Datenaufzeichnung (Speicher), das einen steifen Datenträger in Form einer sich schnell drehenden Platte aufweist und i.d.R. in einem Gehäuse fest installiert ist.</p> <p>GByte Giga Byte = 1.073.741.800 Byte</p>

11 Es handelte sich um einen 4-Bit Bus, 108 KHz 4004 Chip, der aus ca. 2300 Transistoren bestand, 640 Bytes adressieren und 60.000 Operationen pro Sekunde durchführen konnte.

12 Wesentlich für den kommerziellen Erfolg der Mikroprozessorproduktion bei Intel in den folgenden Jahren war die Entwicklung eines nochmals leistungsfähigeren Version, des Intel 8080, der bereits im Sommer 1973 auf der Basis eines neuen Fertigungsverfahrens für Halbleiter (N-channel MOS technology) vorgestellt wurde.

Halbleiter

Kristalle aus chemischen Elementen (Silizium, Germanium), deren elektronische Leitfähigkeit zwischen der von Isolatoren und der von Metallen liegt. Durch äußere elektrische Einwirkungen kann der Elektronenfluß beeinflußt werden, so daß eine Weitergabe elektrischer Impulse möglich ist.

KByte

Kilo Byte = 1.024 Bytes

Maschinenbefehl

Anweisung an einen Mikroprozessor, der ohne Veränderung oder Übersetzung dekodiert und interpretiert werden kann. Maschinenbefehle bestehen aus einer Folge von Bits, die die Art der Operation usw. angeben.

Mikrochip

Hochintegrierter Schaltkreis auf einem einzigen Substratplättchen (Chip).

MS-DOS

Microsoft Disk Operating System (Betriebssystem)

Multitasking

Paralleler Ablauf mehrerer Aufträge in einem Computer

OS/2

Operating System 2 (Multitaskingfähiges Betriebssystem)

1976, vgl. auch Slater 1987: 232ff.). Mit diesem Vorgehen, das sich diametral von der strikten Geheimhaltung der jeweiligen technologischen Spezifikationen durch die etablierten Computerfirmen unterschied, begründete Intel einen für die spätere PC-Entwicklung charakteristischen Umgang mit technologischer Information (vgl. Kap. 5.3.2f.).

Da die Programmierung eines Mikroprozessors in Maschinensprache (d.h. mittels einer Aneinanderreihung von Einsen und Nullen) eine äußerst aufwendige und fehleranfällige Prozedur darstellt, war für die weitere Verbreitung des Mikroprozessors die *Entwicklung von Software, die ein einfacheres Programmieren möglich machte*, entscheidend. Dieser Schritt wurde *nicht gezielt von Intel vollzogen*, sondern durch einen Assistenzprofessor an der Naval Postgraduate School in Monterey (Cal.), unweit des Silicon Valley: Gary Kildall (1932-1994) (vgl. Slater 1987: 251ff., McSummit/Martin 1989: 118f., Kildall 1981). Kildall hatte 1972 für 25 Dollar einen Intel 4004 erworben, auf den er eher zufällig durch einen Aushang an der Universität aufmerksam geworden war; für diesen Chip erstellte er eine einfache Programmiersprache. Auf der Basis eines Beratervertrags entwickelte Kildall 1973 für den Intel 8008 mit dem Programming Language for Microcomputers (PL/M) ein Programm, das für die Entwicklung von Software (Editor, Wortprozessor,

Assembler) verwendet werden konnte. Zur gleichen Zeit machte der Elektronikhersteller Shugart Associates Intel mit dem Diskettenlaufwerk bekannt. Diese Datentechnologie war Anfang der siebziger Jahre von IBM zunächst als ein read-only device entwickelt worden: Bei der Daten- und Programmeingabe sollten die bis dahin verwendeten, störanfälligen Lochstreifenkarten durch Disketten ersetzt werden, die eine erheblich schnellere Dateneingabe ermöglichten (25.000 Zeichen statt zuvor 10 Zeichen pro Sekunde). 1973 erfolgte die Weiterentwicklung der 8-Zoll-Disketten zu Lese- und Schreibspeichern mit

einem Speicherplatz von ca. 250 KByte, 1976 entwickelte Shugart die erste 5.25-Zoll-Diskette. Im Zuge der Modifizierung von PL/M für den Intel 8080 machte sich Kildall diese Technologie zunutze: Seine Idee war eine softwaregesteuerte Kopplung des Mikroprozessors mit einem solchen Diskettenlaufwerk, womit auch für Kleinstcomputer ein effizientes Speichermedium zur Verfügung stehen würde. Zusammen mit John Torode, einem Doktoranden der University of Washington, stellte Kildall schließlich ein einfaches System zusammen, das aus einem Mikroprozessor, einem Diskettenlaufwerk und einem Controller bestand, womit das später entwickelte *Konzept des PC* bereits vorweggenommen wurde (vgl. Mahon 1985: 79ff.). Für dieses System entwarf Kildall ein einfaches Betriebssystem zur Koordinierung des Datentransfers, das Control Program for Microcomputers (CP/M).

Intel befand sich zu dieser Zeit in einer Grundsatzdiskussion um die zukünftige Bedeutung des Mikroprozessors für das Unternehmen, da sich abgesehen von einigen vereinzelt Anwendungen eine allgemeine Verwendungsmöglichkeit des Mikroprozessors noch nicht abzeichnete. Dieser fehlenden Nachfrage standen aber hohe Entwicklungsausgaben für den Mikroprozessor gegenüber (McSummit/Martin 1989: 120, Freiburger/Swaine 1984: 15f.). Da Intel zudem primär hardwareorientiert arbeitete, wurde Kildalls Angebot, CP/M exklusiv über Intel zu vertreiben, abgelehnt - *Kildalls Entwicklung schien Anfang 1974 ohne Abnehmer zu sein.*

5.2.4 Bilanz der Vorgeschichte und Ausblick: Die architektonische Innovation als Ausgangspunkt der PC-Entstehung

Mit dieser Skizze der Entwicklung der Computer- und Halbleitertechnologie sowie der damit verbundenen Industrie sind die wesentlichen Ausgangsbedingungen für die Genese des PC benannt:

Prozessor

Intelligenter, d.h. programmierbarer Mikrochip, der die Zentraleinheit eines PC darstellt.

RAM

Random Access Memory (Speicher mit wahlfreiem Zugang oder Direktzugriffsspeicher). Bei einem RAM können Daten eingegeben bzw. ausgelesen werden.

ROM

Read Only Memory (Nur-Lese- oder Festwert-Speicher). Bei einem ROM können nur vorher festgelegte Daten gelesen, nicht aber Daten eingelesen werden.

Transistor

Aus einem Halbleiter bestehendes elektronisches Schaltelement.

UNIX

Multitasking-Betriebssystem zur gleichzeitigen Bedienung mehrerer Arbeitsplätze.

(a) Die Existenz einer Computerindustrie, die auf der Basis der Halbleitertechnologie und der in den dreißiger und vierziger Jahren entwickelten Computerarchitektur insbesondere große Wirtschaftsunternehmen und staatliche sowie wissenschaftliche Einrichtungen belieferte. Die Kompliziertheit der Bedienung der ersten Computer über Lochstreifen, deren Störungsanfälligkeit, die eine regelmäßige Wartung erforderlich machte, sowie die hohen Kosten der Anschaffung führten in den fünfziger und sechziger Jahren zu einer spezifischen Konfiguration des Verwendungskontextes: Computer waren in dieser Zeit vornehmlich sog. Hinterraumcomputer, zu denen in der Regel nur wenige Operatoren Zugang hatten; Nutzer konnten nicht direkt am Computer arbeiten, sondern mußten den Bedienern ihre Programme übermitteln und erhielten nach einer bestimmten Wartezeit von diesen die Ergebnisse der Computerberechnungen mitgeteilt. Dieser *zentralisierte bzw. hierarchisierte Verwendungskontext* war auch in den Entwicklungs- und Marketingabteilungen der Computerhersteller lange Zeit prägend für das Verständnis des Computers.

(b) Die stark wissenschaftsbasierte Halbleiterindustrie war durch ein hohes technologisches Entwicklungstempo, eine rasche Überführung der neuen Technologie in die industrielle Produktion sowie eine damit verbundene äußerst erfolgreiche kommerzielle Umsetzung geprägt. Dieser Entstehungskontext des Computers kann wesentlich auf die außergewöhnliche räumliche Konzentration der Halbleiterindustrie im Silicon Valley zurückgeführt werden, die die Ausbildung einer *flexiblen Netzwerkstruktur* zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen, Herstellern verschiedener Halbleiterkomponenten, Marktforschungs- und Public-Relationsfirmen sowie Risikokapitalgebern ermöglichte. Mit dem Silicon Valley war aber nicht nur ein technologisch-ökonomisch erfolgreicher und flexibler Wirtschaftsraum entstanden, sondern zugleich auch ein Zufallsraum - in Form der interaktionalen, *relativ unorganisierten Vernetzung von Computerexperten* -, der die Entstehung visionärer Technologieprojekte ermöglichte.

(c) Die Marktperspektiven der (primär technologisch induzierten) Entwicklung des programmierbaren Mikroprozessors waren zunächst äußerst unklar. Gerade der programmierbare Mikroprozessor, der ein funktionales Äquivalent der CPU eines Computer darstellt, war aber die entscheidende (technische) Voraussetzung dafür, die Größe der Computer erheblich zu reduzieren. Neben den Großcomputern (sog. Mainframes), die in der Regel mehrere 100.000 Dollar teure kundenspezifische Einzelprodukte darstellten und von den Herstellerfirmen gewartet sowie mit der jeweils benötigten Software beliefert wurden, gab es seit Mitte der sechziger Jahre auch sog. Minicomputer, die meist ebenfalls über 100.000 Dollar kosteten und in kleineren Serien gefertigt wurden. Anfang der siebziger Jahre kamen schließlich sog. Workstations auf

den Markt, die in größeren Stückzahlen zu einem Preis von mehreren 10.000 Dollar für wissenschaftliche Labors und größere Wirtschaftsunternehmen gebaut wurden.¹³ Die Hersteller dieser Computer - dies waren insbesondere Digital Equipment Corporation (DEC) und Hewlett Packard (HP) - erschienen als logisch zwingende Kandidaten für die Entwicklung nochmals größenreduzierter Computer (Mikrocomputer oder PCs), zeigten aber Mitte der siebziger Jahre an solchen Entwicklungen kein Interesse: So lehnte z.B. HP die Produktion eines Kleinstcomputers ab, obwohl ein Angestellter 1975 einen funktionierenden Prototyp präsentierte (vgl. Byte 1984: A69, Freiberger/Swaine 1984: 19).¹⁴ Auch DEC als Hersteller des damals kleinsten Computers, dem kofferraumgroßen PDP-8 für ca. 6000 Dollar, der im wesentlichen an technisch-wissenschaftliche Labors und Arztpraxen verkauft wurde, verfolgte die Idee eines Kleinstcomputers nicht weiter, obwohl auch hier ein Mitarbeiter der Entwicklungsabteilung einen funktionierenden Prototyp entwickelt hatte (McSummit/Martin 1989: 121f., Freiberger/Swaine 1984: 19).¹⁵ In beiden Fällen erschien die Möglichkeit, daß Einzelpersonen standardisierte, nicht auf spezifische Nutzerinteressen hin entwickelte *Computer für den persönlichen Gebrauch* erwerben könnten, den Unternehmen als zu abwegig und deshalb ökonomisch uninteressant.

Die *fehlende Sensibilität der etablierten Computerunternehmen für die Entstehung eines neuen Technologietyps innerhalb ihres angestammten Techniksegments* sollte noch mehrere Jahre nach der erfolgreichen Entwicklung der ersten PC andauern, was dazu führte, daß die PC-Industrie sich in wesentlichen Teilen zunächst *neben* der etablierten Computerindustrie ausbilden konnte (vgl. Kap. 5.5.2). Falsch wäre es in diesem Zusammenhang allerdings, die Entscheidung gegen die Produktion eines Kleinstcomputers als reines Mißmanagement der betreffenden Unternehmen zu bezeichnen. Vielmehr hängt diese Entscheidung mit der Typik der Innovation zusammen, die auf die Einführung

13 Im allgemeinen unterscheidet man anhand der Kriterien der Rechengeschwindigkeit und des Kaufpreises heute zwischen PC, Workstation, Minicomputer, Mainframe und Supercomputer (vgl. Drüke 1992: 55), wobei die Grenzen aber nicht genau gezogen werden können, da beide Kriterien sich in einer dauernden Veränderung befinden.

14 Bald nach dieser Ablehnung verließ dieser Angestellte - Steve Wozniak - das Unternehmen und gründete eine eigene Computerfirma, die mit ihrem Namen Apple lange Zeit das Synonym für den PC darstellen sollte (vgl. Kap. 5.5.1).

15 "There is no reason for any individual to have a computer at his home", behauptete der damalige Präsident K.H. Olson noch 1977 (zit. n. CUCCC 1996).

des Mikroprozessors zurückzuführen ist. Im Anschluß an Henderson/Clark (1990) soll hier von einer *architektonischen Innovation* gesprochen werden.¹⁶ Auf der Basis der Annahme, daß die Herstellung fast jeder modernen Technologie der Mediation durch komplexe Organisationen bedarf (vgl. Constant 1987), versucht dieses Theoriekonzept den *Zusammenhang von technischer Innovation und Organisation* konzeptionell zu erfassen. Unterschieden werden zunächst zwei Technologiedimensionen: Das *Komponentenwissen*, d.h. das Wissen über die Funktionsweise einzelner Komponenten einer komplexeren Technologie, und das *Architekturwissen*, d.h. das Wissen über die architektonische Anordnung der Komponenten zu einem funktionierenden technischen Artefakt. Dabei zeigt sich, daß Innovationen, die auf einer Veränderung der Architektur beruhen, für etablierte Organisationen die größten Schwierigkeiten bereiten. Dies kann darauf zurückgeführt werden, daß die organisationale Strukturierung (interne Gliederung in Abteilungen, Kommunikationskanäle und Informationsfilter zwischen verschiedenen Abteilungen), die sich um die wesentlichen Aufgaben der Organisation bildet, in der Regel entsprechend dem Architekturwissen geformt ist. Deshalb sind etablierte Organisationen aufgrund des lock-in-Effekts (Dosi 1988: 1148) nur zur Komponenteninnovation problemlos fähig; eine Veränderung des Architekturwissens können sie jedoch aufgrund der organisational verankerten Heuristiken und Problemlösungsprozeduren kaum leisten. Daher besitzen sie Innovationsnachteile gegenüber Newcomern, d.h. kleinen, strukturell noch nicht festgelegten Unternehmen.

Der *Mikroprozessor* war insofern *Auslöser einer architektonischen Innovation*, als der zentrale Prozessor des Computers nun als ein vordefinierter Block im Computerdesign behandelt werden konnte und so ein Großteil der traditionellen Konstruktionsarbeit - das Design der arithmetischen Einheit, Befehlseinheit und associated logic - überflüssig wurde (vgl. Smith 1989: 297). Die Designer konnten sich nun nach der Festlegung der technologischen Möglichkeiten, die durch die Auslegung des jeweiligen Mikroprozessors bestimmt wurden, auf die Auswahl und Anordnung von Schaltkreisen für den Speicher und die Eingabe/Ausgabe-Kontrolle konzentrieren. Der Innovationscharakter war aber gerade nicht auf die rein technisch-konstruktive Seite beschränkt: Mit der Programmierbarkeit und damit flexiblen Nutzung des Mikroprozessors war auch eine *neue Nutzungsvision* verbunden, eine veränderte Bedeutung der

16 Dieses Konzept erlaubt es, das in Kap. 2 vorgestellte netzwerktheoretische Technikgenesemodell für eine spezielle Technologie - den PC - zu spezifizieren und zugleich eine soziologisch naive Erfinder- und Erfolgsgeschichte des PC zu vermeiden, wie sie in der Literatur zum PC immer wieder auftaucht.

Software und die Öffnung neuer Märkte, auf denen die Computerhersteller bisher nicht operiert hatten: statt individuell mittels eines ausgebauten Vertreter- und Expertensystems zu betreuenden Einzelkunden war es bald der anonyme (Massen-)Kunde, der ein weitgehend standardisiertes Gerät erwarb. Zusammenfassend läßt sich also sagen: Mit der Einführung des Mikroprozessors und der dadurch ausgelösten Veränderung der etablierten Computerarchitektur wurde die *Ausbildung eines neuen sozio-technischen Systems* angestoßen.

5.3 Die Entstehung des PC (1974-1977)

Das Konzept der architektonischen Innovation macht zunächst nur plausibel, warum die Entwicklung des PC *nicht* durch die etablierte Computerindustrie erfolgte. Will man aber die Entstehung des PC techniksoziologisch erklären, so müssen die Bedingungen, die diese Genese *ermöglicht* haben, genauer in den Blick genommen werden:¹⁷ Innerhalb der Computer- und Halbleiterindustrie hatte sich seit den 60er Jahren eine subkulturelle Gegencommunity von Computerenthusiasten entwickelt, welche die Potentiale der neuen Technologie auf spezifische Weise deutete und nutzte. Anfang der siebziger Jahre war damit eine neuartige soziale Konstellation entstanden, die quer zum sozial stabilisierten Kontext der Computerherstellung und -nutzung stand. Es handelte sich um ein - nicht unbedingt homogenes - *soziales Netzwerk von Außenseitern*, das die Entwicklung der Vision des PC sowie der erforderlichen Technologien massiv vorantrieb.

5.3.1 Die Entwicklung des Altair

Parallel zur Entstehung der Halbleiterindustrie entwickelte sich in den sechziger Jahren in den USA eine relativ große Gemeinde von *Hobbyelektrobastlern*. Diese Freizeitbetätigung hatte mit dem Aufkommen der Radiotechnologie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in den USA bereits weite Verbreitung gefunden, wie die Gründung von Bastlermagazinen in der Zeit zwischen 1910 und 1930 belegt (vgl. Mims 1985: 163f.). Solche Magazine wurden im Rahmen der Entstehung der Halbleiterindustrie nun wieder zunehmend nachgefragt - zu

17 Im Folgenden wird deshalb keine chronologisch lückenlose Rekonstruktion der PC-Entwicklung geboten. Für einen Überblick vgl. z.B. Byte 1985a: 199ff. sowie detailliert Polsson 1997.

nennen sind hier insbesondere Popular Electronics und Radio Electronics. Diese Zeitschriften veröffentlichten Berichte über neueste technologische Entwicklungen im Halbleiterbereich, Konstruktionsanweisungen und Bau- bzw. Schaltpläne für elektronische Anwendungen und stellten neue Produkte vor, die als Bausätze speziell für den Bastlerbereich angeboten wurden.

Für den Bereich der Elektrobastler produzierte auch ein kleines *Garagenunternehmen*, das 1969 vom Elektroingenieur H. Edward Roberts und einigen befreundeten Arbeitskollegen unter dem Namen MITS (Micro Instrumentation and Telemetry Systems) in Albuquerque (Neu Mexiko) gegründet und zunächst nur in deren Freizeit betrieben wurde (vgl. im Folgenden Mims 1985: 24ff., Levy 1984: 181ff., Freiburger/Swaine 1984: 27ff., McSummit/Martin 1989: 135ff.). Nachdem im ersten Jahr nur eine geringe Stückzahl meist exotischer elektronischer Bausätze (u.a. eine optisch gesteuerte Modellrakete) verkauft werden konnten, führte die Entwicklung und Produktion von Taschenrechnerbausätzen zu einem Preis von ca. 150 bis 500 Dollar Anfang der siebziger Jahre zu einem *kommerziellen Erfolg* des Unternehmens. Als jedoch etablierte Halbleiterfirmen wie Texas Instruments und Commodore Anfang 1974 selbst mit Taschenrechnern auf den Markt kamen und über ein Preisdumping versuchten, ihre Marktanteile auszuweiten, mußte MITS starke Verluste verzeichnen. Roberts plante daraufhin eine Rückkehr zum angestammten Segment der Elektrobastler; in der Erfindung des Mikroprozessors bei Intel und dessen Weiterentwicklung zum Intel 8080 sah er die Möglichkeit der Entwicklung eines *Kleinstcomputerbausatzes* zu einem günstigen Preis. Bestärkt wurde er in dieser Idee von Leslie Solomon, dem technischen Redakteur des Bastlermagazins Popular Electronics: Er stellte Roberts in Aussicht, dessen Computer - der bis zu diesem Zeitpunkt selbst auf dem Papier nur in Ansätzen existierte - auf die Titelseite des Magazins zu plazieren und in weiteren Ausgaben ausführlich darüber zu berichten. Diese PR-Aktion durch ein Magazin mit annähernd einer halben Million Abonnenten (Levy 1984: 180) ließ einen kommerziellen Erfolg, den das mit 300.000 Dollar verschuldete Unternehmen dringend benötigte, sehr wahrscheinlich werden. Roberts versprach bis zum Spätherbst 1974 einen Kleinstcomputer zu entwickeln, der im Bausatz weniger als 500 Dollar kosten sollte - *obwohl MITS mit der Produktion von Computern bisher noch keine Erfahrungen gemacht hatte*.¹⁸ Unter großem Zeitdruck entwickelte Roberts gemeinsam mit seinem Chefindingenieur Bill Yates daher ein

18 Roberts' Entscheidung für einen Prozessor von Intel und nicht von Motorola oder Texas Instruments fiel vor dem Hintergrund, daß Intel Roberts bei einer Abnahme großer Stückzahlen nur 75 statt 360 Dollar pro Prozessor in Rechnung stellte.

äußerst rudimentäres Gerät, das in einem einfachen Blechgehäuse folgende Komponenten versammelte:

- Eine Grund- oder Mutterplatine mit 18 Steckplätzen (Slots), die durch einen aus hundert Leitungen bestehenden Bus miteinander verbunden waren,¹⁹
- eine Steckkarte mit dem Intel 8080,
- eine Steckkarte mit einem temporären Speicher von 256 Bytes sowie
- eine Eingabe/Ausgabe-Einheit (die 16 anderen Steckplätze blieben zunächst unbesetzt).

Die Eingabe/Ausgabe-Einheit bestand nicht aus einer Tastatur, einem Bildschirm oder einem Drucker, vielmehr handelte es sich bei dem Altair - so wurde das Gerät von dem Popular Electronics-Redakteur Solomon getauft - um einen sog. Switches-And-Lights-Computer: Die Dateneingabe konnte nur über Schalter (eine Schalterumstellung entsprach einem Bit) und in der Maschinensprache des Intel 8080 erfolgen - *Software war (zunächst) nicht vorgesehen*. Die Datenausgabe bestand in dem Aufleuchten kleiner Lämpchen an der Vorderseite des Geräts. Selbst versierte Hobbybastler benötigten für das Zusammenfügen der einzelnen Teile des als Bausatz gelieferten Geräts mehrere Stunden, häufig funktionierten die Geräte dann aber aufgrund fehlerhafter Hardware nicht, so daß eine aufwendige Fehlersuche notwendig wurde. Nachdem die Titelstory im Januarheft von Popular Electronics unter der Überschrift "Altair 8800: The most powerful minicomputer project ever presented - can be built for under \$400" (Roberts/Yates 1975) erschienen war, wurde MITS, wo man von einem Verkauf von 200 Geräten im Jahr ausgegangen war, mit Tausenden von Bestellungen überschwemmt. Über 2000 Hobbybastler schickten einem weitgehend unbekanntem Kleinunternehmen Vorausschecks über mehrere hundert Dollar. *Mit dem Altair begann das PC-Zeitalter.*²⁰

19 Später wurde der sog. S 100-Bus zum Standard der ersten PC-Generation, vgl. CPM-faq 1997.

20 Damit wird nicht behauptet, daß der Altair der erste PC war. Bereits in den Jahren 1971ff. gab es einige Entwicklungsversuche auf Basis des Intel 8008 - z.B. den Kenback-1, Micral, Scelbi 8H, Mark-8 (vgl. The Computer Museum 1996) -, diese Computer wurden aber nur in geringen Stückzahlen von Hobbybastlern produziert. Der Mark-8 war allerdings insofern von größerer Bedeutung, als ein Bericht im Bastler-Magazin Radio Electronics im Juli 1974 (vgl. Byte 1985a: 198) Anlaß für Popular Electronics-Redakteur Solomon war, seinerseits einen Intel 8080-basierten Microcomputer vorzustellen.

5.3.2 *Der soziale Kontext der PC-Entstehung: Hobbybastler und Computerfreaks*

Fragt man nach den Gründen für den Erfolg dieses rudimentären PC, so muß der soziale Kontext, der bisher pauschalisierend mit dem Etikett Hobbyelektronobastler belegt worden ist, genauer betrachtet werden. Dies auch deshalb, weil die durch den Altair initiierte Entwicklung des PC wesentlich von diesem sozialen Kontext getragen und geformt wurde.

Mit der technologischen Entwicklung der Halbleiter- und Computerindustrie in den fünfziger und sechziger Jahren kam es auch zu einer Ausweitung und Institutionalisierung der Computerwissenschaften im Rahmen von Universitäten sowie staatlicher (militärischer) und privater Forschungen im Halbleiterbereich (vgl. Rheingold 1985: 174ff., 205ff). Daneben und häufig in expliziter Absetzung von dem bereits stark strukturierten sozialen Kontext der etablierten Computerwissenschaft und -industrie entwickelte sich aber *eine eher informelle und zunächst nur lokal vernetzte Gegencommunity*, in der insbesondere zwei Ausrichtungen dominierten:

(a) In der Elektro-, Halbleiter- und Computerindustrie beschäftigte Ingenieure und Techniker mit einem primär technologischen Interesse, das aber mit der Ausrichtung der Industrie auf Großcomputer nur bedingt korrespondierte. Für das Entstehen dieser Community von Technikfreaks spielte die Agglomeration der Halbleiterindustrie im Silicon Valley eine bedeutende Rolle: Gerade in diesem sozialen und räumlichen Umfeld wurde in den sechziger Jahren die *außerberufliche Beschäftigung mit der Technologie fast zur Normalität*.²¹

(b) An der Entwicklung der Halbleiter- und Computertechnologie beteiligte Techniker und Softwareexperten (sog. Hacker), welche die industriellen Umsetzungen der Technik jedoch ablehnten und ihre Firmen beispielsweise wegen der Beteiligung an militärischen Projekten verlassen hatten. Diese Computerenthusiasten, die häufig in San Francisco lebten, verbanden ihr technologisches Interesse mit einer *politisch-emanzipatorischen Orientierung*, die der Studentenbewegung der sechziger Jahre nahestand (vgl. Levy 1984: 147ff., Freiburger/Swaine 1984: 99ff.). Hintergrund dieser sozialen Bewegung waren insbesondere die restriktiven Modalitäten der Computernutzung in den sechziger Jahren: Selbst mittelgroße Computer, die Ende der sechziger Jahre in Verwaltungen,

21 Dies schlug sich auch in der Aufnahme von Elektronik- und Computerkursen in schulischen Curricula nieder, womit der Kontakt, den viele Jugendliche aufgrund ihres Wohnumfeldes mit der Halbleiter- und Computertechnologie häufig bereits von den Kinderschuhen an hatten, weiter intensiviert wurde (vgl. Moritz 1984: 29ff.).

Universitäten und Unternehmen größere Verbreitung fanden (für den Privatmann aber weiterhin unerschwinglich waren), ermöglichten *keine interaktive Benutzung*, vielmehr mußte im sog. Time-Sharing-System teure Rechnerzeit im voraus angemietet werden. Computer stand in dieser Zeit in der Öffentlichkeit häufig für Anonymität, Uniformität und Zentralismus großer Behörden oder Unternehmen. Den neuen Subkulturen ging es deshalb um die Ausweitung der Möglichkeiten der individuellen Computernutzung mit dem Ziel, *die Computertechnologie in den Dienst des Menschen zu stellen* (vgl. Pfaffenberger 1988: 42f.): Die Menschen sollten die Funktionsweise des Computers verstehen und nicht in eine unmündige Abhängigkeit von Experten geraten. Zwischen diesen Projekten und den sie tragenden Personen - zu nennen sind hier u.a. Community Memory mit Lee Felsenstein und Efrem Lipkin und eine Gruppe um Bob Albrecht, die seit 1972 eine Zeitschrift mit der Bezeichnung People's Computer Company (PCC) herausgaben - existierten informelle Informationsnetzwerke; die Clubs veranstalteten Computerkurse an Schulen und versuchten der Öffentlichkeit die Schwellenangst vor dieser neuen Technologie zu nehmen (vgl. Levy 1984: 170f.).

Ein programmierbarer Mikroprozessor für 360 Dollar ließ die Vision dieser Menschen, einen Computer für jedermann zu bauen, realistisch werden; die Veröffentlichung des Designs für den Altair im Januar 1975 und die Tatsache, daß der persönliche Computer im Bausatz mit einem Preis von 397 Dollar kaum über dem des Mikroprozessors selbst lag, verursachte sowohl einen technologischen wie auch einen sozialen Wandel: Durch den Altair wurden die technologischen und die politisch-emanzipatorischen Visionäre dieser erst in Umrissen sichtbaren Community zusammengeführt. Diese Entwicklung manifestierte sich in der *Gründung von Computerclubs* im Frühjahr 1975, u.a. der Bay Area Amateur Computer Users Group - Homebrew Computer Club in Silicon Valley sowie die nur wenige Wochen später und ohne Kenntnis der Existenz des Homebrew in New Jersey gegründete Amateur Computer Group of New Jersey (ACGNJ). Legendär und für die weitere Entwicklung des PC zunächst bestimmend war der bald nur noch unter der Bezeichnung Homebrew Computer Club bekannte (informelle) Zusammenschluß von Hobbybastlern aus dem gesamten Silicon Valley, die sich am 5. März 1975 zum ersten Mal trafen (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 99ff., Levy 1984: 195ff., McSummit/Martin 1989: 177ff., Palfreman/Swade 1991: 110f.). Neben der Diskussion technologischer Probleme wurde auch die Frage nach der Aufgabe des zu gründenden Clubs erörtert. Entsprechend der Orientierung vieler Teilnehmer wurde die Idee des *offenen Informationsaustauschs* sowie die Informalität der Clubmitgliedschaft (keine Aufnahmebestimmungen, keine Beiträge, keine Gremien) betont. Schon bald

nach diesem Gründungstreffen erlebten die alle vierzehn Tage stattfindenden Treffen erheblichen Zulauf, innerhalb kürzester Zeit kamen jeweils hunderte von Computerfans, um sich über die neuesten Hard- und Softwareentwicklungen anderer Bastler und Hacker zu informieren, eigene Ideen zu diskutieren oder Bauteile zu tauschen.

5.3.3 *Der PC als offenes Modulsystem: Die Grundlegung der offenen Architektur des PC*

Die Bedeutung der Computerenthusiasten und deren Clubs für die weitere technologische Entwicklung des PC wird nur verständlich, wenn man sich etwas ausführlicher mit dem Computerdesign des Altair beschäftigt, dessen Gestaltung von keinem der beteiligten Akteure in dieser Phase der Entwicklung zentral kontrolliert wurde (bzw. werden konnte).

5.3.3.1 *Die Hardware-Entwicklung*

MIT hatte den ersten PC wesentlich als ein (auf verschiedenen Komponenten beruhendes) *offenes modulares System* (vgl. dazu Langlois/Roberts 1992) entworfen - erinnert sei hier insbesondere an das Buskonzept mit den 18 Schnittstellen, von denen zunächst nur zwei besetzt waren.²² Zwar war diese Designentscheidung von MITS-Chef Roberts durchaus im Hinblick auf den Markt der Hobbybastler und deren Einstellung hinsichtlich des Informationsaustauschs gefallen (vgl. Langlois 1990: 96). Jedoch plante Roberts, zu einem späteren Zeitpunkt die entsprechenden Zusatzeinrichtungen (erweiterte Speicher, Peripheriegeräte u.ä.) selbst zu produzieren und zu verkaufen, d.h. ein geschlossenes System anzubieten (vgl. Mims 1985: 45). Allein die nicht erwartete Zahl von Bestellungen des Altair hinderten das Unternehmen, das auf diese Produktionsausweitung nicht vorbereitet war, zunächst daran, diese Zusatzeinrichtungen selbst herzustellen. Ein sinnvoller Betrieb des Altair war aber ohne eine bestimmte Zahl solcher Zusatzeinrichtungen, insbesondere einen größeren Speicher, nicht möglich. Da bereits der Zusammenbau des Geräts hohe techni-

²² Indem der gesamte Datenverkehr auf einem gemeinsamen Bus verlegt wurde, mußten für externe Zusatzkomponenten keine Spezialanschlüsse konstruiert werden. Damit war eine leichte Erweiterbarkeit und eine individuelle Konfiguration des PC möglich (Winterer 1991: 454).

sche Fertigkeiten voraussetzte, waren in dieser ersten Phase der PC-Entwicklung *Käufer (Nutzer) und Hersteller des PC kaum zu unterscheiden*, letztlich war "jeder Nutzer [ein] potentieller Hersteller" (Freiberger/Swaine 1984: 59). So dauerte es nur wenige Wochen, bis verschiedene Mitglieder des Homebrew Computer Club selbst entsprechende Zusatzeinrichtungen zu entwickeln begannen und diese auf den Meetings des Clubs vorstellten. Die Folge war, daß "die Maschine von der Hobby-Community in Besitz genommen und zu einem wirklich offenen modularen System wurde" (Langlois/Robertson 1992: 306). Letztlich sollten aus dem Homebrew-Club über zwanzig verschiedene Computerfirmen hervorgehen, wobei diese ersten Hardwarehersteller in der Regel nicht aus rein ökonomischen Interessen produzierten; sie waren in erster Linie an der technologischen Verbesserung des PC interessiert und finanzierten ihre weitere Beschäftigung mit der Technologie durch den Verkauf der von ihnen entwickelten Produkte.

Mit der zunehmenden Herstellung von Hardwarekomponenten war eine schleichende Umstellung der Orientierung des Homebrew-Clubs hin zu einem rein technologischen Interesse verbunden. Die für die Initiierung der PC-Bewegung wichtigen politisch-emanzipatorisch orientierten Mitglieder, die die technologische Komponente nur als Mittel, nicht aber als Selbstzweck betrachteten, spielten bald keine wesentliche Rolle mehr. Die *Homebrew-Meetings wurden zu informellen Computermessen* und zu Beurteilungsforen über die technologische Funktionalität neuer Hardwareentwicklungen (vgl. Levy 1984: 206ff.).

Neben dem wachsenden Angebot von Zusatzkomponenten stellt die Entwicklung weiterer 8-Bit-Mikroprozessoren durch die Halbleiterfirmen Motorola, Zilog und MOS Technology für viele Garagenbastler den Startschuß dar, ihre eigenen Entwürfe eines Kleinstcomputers zu realisieren. Daneben entwickelten auch einige kleinere Firmen aus der Halbleiter- oder Elektroindustrie einfache Kleinstcomputer, häufig unter Mithilfe von Computerenthusiasten aus dem Homebrew-Umfeld. Bereits in der zweiten Hälfte des Jahres 1975 kam es zur *Gründung vieler Kleinfirmen*, die einfache PCs anboten, u.a. Southwest Technical Products, Polymorphic Systems, Systems Research, MOS Technology, Technical Design Labs, Proc Tech (vgl. Polsson 1997, Layer 1989: 129, Mims 1985: 53ff., Freiberger/Swaine 1984: 111f.).

Eine gewisse Ausnahmestellung im Spektrum der PC-produzierenden Unternehmen hatte zu dieser Zeit eine Firma namens IMSAI Manufacturing in Kalifornien inne. Dieses Unternehmen, dessen wesentlicher Geschäftsbereich eigentlich die Beratung großer Unternehmen und Verwaltungen bei der Einführung von EDV-Systemen war, bot im Herbst 1976 unter der Bezeichnung IMSAI 8080 eine Kopie des Altair an, die lediglich eine stärkere Stromver-

sorgung besaß. Dieser Computer war explizit nicht für den Bastlerbereich gedacht, sondern sollte ein *PC für den sog. professionellen Bereich* sein, d.h. für Wirtschaftsunternehmen und den Handel (vgl. im Folgenden Freiburger/Swaine 1984: 61ff, McSummit/Martin 1989: 170f.). William Millard, der das Unternehmen führte, gehörte nicht der sich entwickelnden PC-Community an, hatte aber als EDV-Spezialist von der Entwicklung des Altair gehört. Den Auftrag eines großen Autohändlers, diesem ein komplettes EDV-System einschließlich Hardware zu liefern, plante Millard mithilfe mehrerer Altair zu erfüllen. Aufgrund der langen Lieferzeiten von MITS und der Weigerung Roberts', bei Großbestellungen einen Preisnachlaß einzuräumen, ließ Millard zwei inzwischen eingestellte Computerspezialisten ein Exemplar des Altair genau studieren und auf dieser Grundlage eine Kopie des Geräts bauen. Nachdem das Gerät entwickelt und an den Abnehmer geliefert war, bot IMSAI den PC zum Preis von 699 Dollar per Inserat auch in der Computerzeitung Popular Electronics an. Die Nachfrage war - ähnlich wie über eineinhalb Jahre zuvor beim Altair - auch hier enorm. IMSAI expandierte rasch und verkaufte bis 1978 über 13.000 Geräte dieses Typs, was insbesondere in der *professionellen Unternehmensführung* begründet lag. Allerdings führte die starke Expansion des Unternehmens bald zu Unstimmigkeiten zwischen Verkaufs- und Entwicklungsabteilung, die insbesondere durch die (noch) fehlende Zuverlässigkeit der neuen Technologie hervorgerufen wurden: Technologische Defekte des IMSAI wurden nicht behoben, gleichzeitig erhielten die Käufer von IMSAI - abweichend vom Verhalten der Hobbyunternehmer - keinerlei Unterstützung bei auftretenden Problemen; das Nachfolgemodell VDP-80 wurde 1977 ausgeliefert, obwohl die Entwickler ihre Arbeit noch nicht als beendet ansahen. Folge war, das der VPD-80 bald wieder für eine gründliche Überarbeitung vom Markt genommen werden mußte. Im September 1979 schließlich war IMSAI zahlungsunfähig.

Viele der genannten Computerhersteller aus dem Homebrewkontext war eine ähnlich schlechte unternehmerische Entwicklung beschieden, was aber im Unterschied zu IMSAI in der Regel nicht durch die mangelhafte technologische Qualität ihrer Produkte bedingt war, sondern umgekehrt auf die *fehlende unternehmerische Ausrichtung der Erfinder-Unternehmer* zurückzuführen ist. Daneben war es insbesondere die geringe Kapitalquote, die bei der raschen Expansion der Kleinstunternehmen bald zum Problem wurde. Letztlich überlebten von den 23 aus dem Homebrew hervorgegangenen Unternehmen nur vier die ersten Jahre nach ihrer Gründung. Selbst MITS, der Initiator der PC-Industrie erlebte bereits 1977/78 den unternehmerischen Niedergang, nachdem sich mit dem IMSAI 8080, dem Poly-88, dem Sol-Computer sowie dem PC von Cromenco die Konkurrenzsituation zunehmend verschärfte (vgl. Freiburger/

Swaine 1984: 45ff.). Fast alle PCs dieser Generation basierten auf der identischen - aus 100 Verbindungen bestehenden - Bus-Struktur; damit war der erste Schritt zu einer *Kompatibilität der verschiedenen Hardware-Konfigurationen* getan, so daß die für den Altair entwickelten Zusatzeinrichtungen auch bei anderen PCs verwendet werden konnten. 1977 kam es auf dem expandierenden PC-Markt - mittlerweile gab es über fünfzig Hersteller - sogar zu einer ersten Übereinkunft der damals wichtigsten PC-Hersteller über eine *Standardisierung des Bus*: Die Einführung des sog. IEEE-Standards erfolgte gegen den Widerstand von Roberts, der die Verwendung seiner Bus-Struktur durch andere Hersteller prinzipiell ablehnte, sowie von Intel, das selbst den Standard im PC-Bereich setzen wollte (vgl. Garetz 1983, Freiburger/Swaine 1984: 48f., 121f.).

5.3.3.2 Die Software-Entwicklung

Die Entwicklung des PC hin zu einer offenen Architektur kann aber nur verstanden werden, wenn neben dem Hardwareaspekt auch die Softwarekomponente berücksichtigt wird. Im Bereich der Software für einen PC lassen sich drei Ebenen unterscheiden:

- Ein Betriebssystem, das wesentlich den Datenfluß zwischen dem Mikroprozessor und dem Speicher regelt und die Abspeicherung und den Aufruf von Daten regelt,
- Programmiersprachen, die es ermöglichen, den Computer auf eine komfortablere Weise zu programmieren als in der Maschinensprache des Mikroprozessors,
- Anwenderprogramme, die eine Nutzung des PC auch ohne weitere Programmierkenntnisse erlauben.

Zunächst wurde der Altair nicht nur ohne Hardware-Zusatzeinrichtungen verkauft, sondern es war auch *keinerlei Software vorhanden* (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 129ff., Wallace/Erikson 1993: 90ff.). Mit dem Computer konnte nur umständlich in Maschinensprache mittels des Umlegens der am Gerät als einzige Eingabe-Möglichkeit vorhandenen Schalter (eine Schalterveränderung entsprach einem Bit) kommuniziert werden. Solange der Altair nur mit dem extrem kleinen Speicher von 256 Bytes ausgeliefert wurde, war zudem an eine Programmierung größeren Stils nicht zu denken; außerdem gingen aufgrund des *temporären Speichers* beim Ausschalten des Geräts alle Programmierungen verloren. Dies hinderte allerdings die Homebrew-Mitglieder und Computer-enthusiasten nicht an der raschen Entwicklung einfacher Programme, die

insbesondere die Anwendungsmöglichkeiten des persönlichen Computers demonstrieren sollten (vgl. Levy 1984: 197ff.).

Das Betriebssystem CP/M

Erst mit der Entwicklung größerer, nichttemporärer Speicherkapazitäten für den Altair und die folgenden PCs wurde es möglich, die Datenverwaltung und die Koordinierung der verschiedenen Komponenten des PC mittels eines Betriebssystems zu regeln. Wesentliche Bedeutung erlangte dabei in der ersten Phase der PC-Entwicklung das von Gary Kildall und John Torode bereits vor dem Erscheinen des Altair für den Intel 8080 entwickelte Programm CP/M (vgl. Kap. 5.2.3). Nachdem Intel es abgelehnt hatte, CP/M zu vermarkten, gründete Gary Kildall das Unternehmen Intergalactical Digital Research (später nur noch Digital Research) (vgl. Freiberger/Swaine 1984: 138f., Cringely 1992: 64f., Slater 1987: 256f., Libes 1995). Zu Beginn war aufgrund der geringen Zahl von Entwicklern für höhere Programmiersprachen allerdings völlig unklar, ob für ein Betriebssystem überhaupt eine Nachfrage vorhanden war. Typisch für die sich entwickelnde PC-Industrie war das *kommerziell äußerst unprofessionelle Vorgehen* von Digital Research: So wurde CP/M zunächst für einen geringen Preis an Einzelkunden (Hobbybastler und Computerfans) abgegeben; der Preis für die erste *Lizenzvergabe* an einen PC-Hersteller - GNAT Computers - betrug gerade neunzig Dollar. Entscheidend für die weitere Entwicklung von CP/M war die Tatsache, daß IMSAI 1977 dringend ein Betriebssystem für den IMSAI 8080 benötigte. Statt von Digital Research einzelne Kopien zu beziehen, erwarb IMSAI für 25.000 Dollar eine Lizenz für die CP/M-Nutzung, womit der Startschuß auch für andere PC-Hersteller gegeben wurde, mit Digital Research ähnliche Vereinbarungen zu treffen. Da allerdings die ersten PCs trotz der zunehmenden Verbreitung des S-100 Bus in ihrer Hardwarekonfiguration (Mikroprozessor, interner und externer Speicher, Eingabe/Ausgabe-Geräte) voneinander abwichen, mußte Digital Research das CP/M für jedes Gerät entsprechend modifizieren. Um den Aufwand für die notwendigen Modifikationen zu reduzieren, konzentrierte Kildall schließlich alle hardwareabhängigen Teile des CP/M auf ein Modul – das sog. Basic Input/Output System (kurz: BIOS)²³ –, so daß das Betriebssystem allein durch die entsprechende Anpas-

23 In der Folgezeit wurde BIOS dann zu einem speziellen Speicherchip weiterentwickelt, so daß sich heute in jedem PC neben einem allgemeinen Betriebssystem ein jeweils

sung des BIOS relativ problemlos auf andere Hardwarekonfigurationen übertragen werden konnte. CP/M wurde in der Zeit zwischen 1976 und 1980 von über fünfzig verschiedenen PC-Herstellern lizenziert und auch für Mikroprozessoren von MOS-Tech und Zilog modifiziert; über 900 Lizenzverträge wurden abgeschlossen. Dadurch entwickelte sich CP/M in dieser Zeit zu einem gewissen *De-facto-Standard* im Bereich der PC-Betriebssysteme, ohne daß damit eine Kompatibilität im heutigen Sinne erreicht wurde, da die jeweilige Hardwarekonfiguration und damit die BIOS-Komponente des Betriebssystems differierten.

Die *relativ rasche Standardisierung des PC-Betriebssystems ist wesentlich auf die vertikale Desintegration der sich ausbildenden Struktur der PC-Industrie zurückzuführen* (Gabel 1991: 36f.): Digital Research produzierte selbst keine PCs und hatte so kein Interesse an einer Restriktion des Zugangs zu dem von ihm entwickelten Betriebssystem, sondern war vielmehr gerade bestrebt, eine Vielzahl von Lizenzierungen zu erreichen. Die PC-Produzenten waren ihrerseits nicht in der Lage, ein eigenes Betriebssystem zu erstellen und profitierten daher von der Entwicklung eines Softwareangebots, bei dem die einzelnen Programme auf der Basis der Familienähnlichkeit der verschiedenen CP/Ms relativ einfach modifiziert werden konnten.²⁴

Die Programmiersprache BASIC

Gerade in den ersten Jahren der PC-Entwicklung, als die Käufer wesentlich aus Computerenthusiasten bestanden, war eine Programmiersprache von zentraler Bedeutung. In den sechziger Jahren existierten insbesondere zwei Programmiersprachen: FORTRAN (Formula Translation), eine stark mathematikbasierte Sprache, die wesentlich im wissenschaftlichen Bereich Verwendung fand, und COBOL (Common Business-Oriented Language), eine stärker syntaxbasierte Sprache für den Bereich von Wirtschaft und Verwaltung (vgl. Slater 1987: 225f., 234ff., Byte 1995: 121f.). Beide Programmiersprachen waren relativ kompliziert zu handhaben. Anfang der sechziger Jahre, als durch das am MIT entwickelte System des Time-Sharing der Zugang zu Computern erleichtert

spezifisches BIOS befindet. Zur Rolle von BIOS bei der Standardisierung des Betriebssystems MS-DOS vgl. Leibson 1982 sowie Kap. 5.6.4f.

24 Der Marktanteil von CP/M 1980 lag mit ca. 250.000 Installationen allerdings nur bei ca. dreißig Prozent, da die zu dieser Zeit größten PC-Hersteller Apple und Tandy ihre eigenen, nicht in Lizenz an andere Hersteller vertriebenen Betriebssysteme benutzten (vgl. Gabel 1991: 20 sowie Kap. 5.5).

Abb. 17: Übersicht über PC-Konfigurationen (1973-1986)

Typ	Jahr	Prozessor	Speicher	Eingabe/Ausgabe	Software
Alto (Xerox)	1973	Eigenentwicklung	128 KByte RAM, 2,5 MByte-Diskettenlaufwerk	Tastatur/Bildschirm (WYSIWYG)/ Laserdrucker	Textverarbeitung Bravo
Altair (MITS)	1975	Intel 8080	256 Byte RAM	Maschinensprache über Schalter/Lämpchen	zunächst keine, später CP/M und BASIC
TRS-80	1977	Z-80	4 KByte RAM, Kassettenrecorder	Tastatur/Bildschirm	TRS-DOS, Level I BASIC, einige Anwenderprogramme
Apple II	1978	MOS-Tech 6502	4 KByte RAM, 16 KByte ROM, Kassettenrecorder (später: Diskettenlaufwerk)	Tastatur/Bildschirm	Apple-DOS, VisiCalc, andere Anwenderprogramme
IBM-PC	1981	Intel 8088	16 KByte RAM, 40 KByte ROM	Tastatur/Bildschirm	PC-DOS (MS-DOS), Lotus 1-2-3 u.a.
IBM-PC-XT	1983	Intel 8088	128 KByte RAM, 10 MByte ROM, 360 KByte-Diskettenlaufwerk	Tastatur/Bildschirm	diverse
IBM-PC-XT 286	1986	Intel 80286	640 KByte RAM, 20 MByte ROM, 1.2 MByte-Diskettenlaufwerk	Tastatur/Bildschirm	diverse
Compaq Deskpro 386	1986	Intel 80386	1 MB RAM, 40-130 MByte ROM, 1.2 MByte-Diskettenlaufwerk	Tastatur/Maus/Bildschirm	diverse
zum Vergleich	1997	Pentium 150	16 MB RAM, 1 GByte ROM, CD-ROM-Laufwerk	Tastatur/Maus/Bildschirm/Modem/Datennetz	diverse

wurde, entstand insbesondere an Universitäten der Bedarf nach einer Programmiersprache, die einfach zu erlernen war (vgl. Slater 1987: 241ff.). Aus diesem Grund entwickelten John Kemeny und Thomas Kurtz, Mathematikprofessoren am Dartmouth-College, 1963/64 eine relativ einfache, weitgehend englisches Vokabular und englische Syntax nutzende Programmiersprache: BASIC (Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code). Die Universität von Dartmouth beanspruchte zwar ein Copyright auf das BASIC, *limitierte aber den Zugang zu diesem Programm nicht*. Dies führte in Verbindung mit der leichten Erlernbarkeit der Sprache dazu, daß BASIC insbesondere im Bereich der schulischen Erziehung und in den Kreisen der politisch-emanzipatorisch orientierten Computerenthusiasten und der Hobbybastler rasch zur dominanten Programmiersprache wurde (vgl. Levy 1984: 160ff., 226ff., Freiberger/Swaine 1984: 140f.).

Bei der Ankündigung des Altair versprach MITS deshalb auch die Lieferung einer BASIC-Version. Die Auslieferung dieser Software ließ aber auf sich warten. Ähnlich wie bei der Hardware (Speicherplatten) kam es dann zu *einer Eigenentwicklung aus der entstehenden PC-Community heraus*: Auf Betreiben von Bob Albrecht entwickelte Dennis Allison, Computerwissenschaftler an der Stanford University und ebenso wie Albrecht Mitglied der People's Computer Company (PCC), ein Designkonzept für eine minimale, nur wenig Speicherplatz benötigende BASIC-ähnliche Version. Dieses Konzept wurde in der PCC-Zeitschrift veröffentlicht und dabei um Mithilfe für die weitere Programmentwicklung gebeten. Nur wenige Wochen später konnte dann das gesamte Listing einer 2-KByte-Version, die von Dick Whipple und John Arnold entwickelt und an PCC geschickt worden war, veröffentlicht werden. Diese Tiny BASIC genannte Programmiersprache motivierte andere Interessierte zur Entwicklung einfacher Anwendungsprogramme, deren Listings PCC ebenfalls veröffentlichte. Aufgrund der großen Zahl solcher Zuschriften gründete PCC schließlich eine nur für die Publikation von Software reservierte Zeitschrift. The Dr. Dobb's Journal of Computer Calisthenics and Orthodontia ... Running Light without Overbyte, kurz Dr. Dobb's Journals (DDJ), so der abenteuerliche Titel, wurde von Jim Warren, einem typischen Homebrew-Vertreter, ehemaligen Mathematiklehrer und Computerwissenschaftler, editiert. Das explizite Ziel war, den einfachen und *kostenlosen* Zugang zu neu entwickelter Software und einen offenen Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Programmierern zu ermöglichen (vgl. Freiberger/Swaine 1984: 160, 177f., Levering/Katz/Moskowitz 1984: 409f.).

Eher im Gegensatz zu dieser typischen Homebrew-Orientierung der Informationsoffenheit standen die Bemühungen zweier Hobby-Programmierer in

Seattle: William (Bill) Gates und Paul Allen, zum Zeitpunkt des Erscheinens des Altair gerade 19 bzw. 21 Jahre alt (vgl. im Folgenden Wallace/Erikson 1993, Ichbiah 1993, Freiburger/Swaine 1984: 22, 141ff., Levy 1984: 220ff., Gates 1994). Beide hatten sich schon länger mit Computersoftware beschäftigt und versucht, für den Intel 8008 eine einfache BASIC-Version zu entwickeln. Das Erscheinen des Popular Electronics-Artikel über den Altair signalisierte den beiden Softwareenthusiasten die Notwendigkeit der Entwicklung einer BASIC-Version für den Intel 8080. Nach einer ersten Kontaktaufnahme mit Roberts von MITS versprachen sie, binnen weniger Wochen ein entsprechendes Programm zu liefern, das zur Vermarktung geeignet sei. Da sie aber keinen Altair besaßen, mußten sie auf der Basis des von Adam Osborne geschriebenen Handbuchs des Intel 8080 sowie des Popular Electronics-Artikels den Altair auf einem Minicomputer im Computerzentrum der Harvard-Universität simulieren. Innerhalb von ca. zwei Monaten entwickelten Allen und Gates eine erste, 4-KByte Speicherplatz beanspruchende Version des BASIC, die Ende Februar 1975 erstmals auf einem Altair bei MITS lief.²⁵ Im Juli 1975 kam es zur Unterzeichnung eines Lizenzvertrags mit Roberts, wobei MITS auf zehn Jahre die exklusiven Nutzungs- und Lizenzierungsrechte des verbesserten Microsoft-BASIC erwarb. Microsoft selbst durfte an Dritte eine Lizenz nur noch dann erteilen, wenn sich dieser Vertragspartner verpflichtete, das Programm nicht an andere weiterzugeben. Eine Kündigungsmöglichkeit des Vertrags durch Microsoft war für den Fall vorgesehen, daß MITS die Lizenzierung und kommerzielle Verwertung des BASIC nur ungenügend vorantrieb. Neben einer Sofortzahlung von 3000 Dollar an Microsoft sah der Vertrag Tantiemenzahlungen (bis zum Erreichen der Höchstsumme von 180.000 Dollar) von MITS an Microsoft vor. Mit dieser Vereinbarung war *ein Mustervertrag für die (zukünftige) kommerzielle Nutzung der PC-Software* entworfen und ein *Bruch mit der Homebrew-Perspektive* vollzogen, daß Software ein Allgemeingut der Computergemeinde darstellt.

Aufgrund mangelhafter Hardware (insbesondere defekter Speicherplatten) von MITS wurde das Microsoft-Programm bald zu einem wesentlichen kommerziellen Standbein des Hardware-Unternehmens. Da die MITS-Hardware im Kreise der Hobbybastler und Computerenthusiasten einen schlechten Ruf hatte und mit Proc Tech Konkurrenz aufkam, entwickelte Roberts eine besondere Marketing-Strategie (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 45f., Wallace/Erikson 1993:

25 Allen wurde im Frühjahr 1975 Softwareexperte bei MITS; im Sommer 1975 ging auch Gates nach Albuquerque und gründete mit Allen das Softwareunternehmen Microcomputer-Software, heute nur noch unter dem Namen Microsoft bekannt (vgl. Kap. 5.6.3).

97ff.): Beim gleichzeitigen Kauf des in der Regel nur unzureichend funktionierenden 4-KByte-Speichers betrug der Gesamtpreis für Speicher und BASIC 150 Dollar, der Preis für die Software allein betrug dagegen 500 Dollar. Mit dieser engen Kopplung von Hard- und Software war gleichzeitig der Versuch verbunden, eine geschlossene Architektur zu etablieren. Allerdings hatte dieser Versuch genau den gegenteiligen Effekt: Aufgrund der hohen Kosten allein für das BASIC kam es - insbesondere in Homebrew-Kreisen, in denen Software lange Zeit nicht als eigentumsfähig angesehen wurde - zu einer großen Zahl von Raubkopien. Gates kritisierte dieses Verhalten in einem offenen Brief im Februar 1976 heftig, prophezeite den Niedergang elaborierter Software, wenn deren Herstellung nicht angemessen entlohnt würde und bezichtigte die Computerfans des Diebstahls, was von den meisten PC-Nutzern der ersten Stunde mit Unverständnis quittiert wurde (vgl. McSummit/Martin 1989: 317ff., Levy 1984: 224ff., Wallace/Erikson 1993: 101ff.). Letztlich war die *rasche Verbreitung der Raubkopien des BASIC* insbesondere durch die Computerclubs aber dafür verantwortlich, daß *MS-BASIC bereits Anfang 1976 zum De-facto-Standard* im Bereich der Programmiersprache bei PCs geworden war. Die zunehmende Eigendynamik und wechselseitige Beeinflussung von Hard- und Softwareentwicklung führte außerdem dazu, daß die massenhafte Verbreitung des BASIC auch die rasche Klonierung der nun notwendigen Hardware (Speicher und später auch des ganzen PC) zur Folge hatte, womit die *im Design des Altair angelegte offene Architektur des PC stabilisiert und die für die PC-Industrie typische vertikale Desintegration begründet* wurde, in der die verschiedenen Komponenten des PC (Hard- und Software) von einer zunehmenden Zahl verschiedener Hersteller angeboten wurde (Langlois 1990).

Nachdem Roberts in den Jahren 1976 und 1977 aus Furcht vor der sich entwickelnden Hardwarekonkurrenz von der Lizenzierungsmöglichkeit immer weniger Gebrauch gemacht und auch von Microsoft selbst ausgehandelte Lizenzabkommen mit Drittfirmen untersagt hatte (vgl. Wallace/Erikson 1993: 111ff.), kam es 1977 schließlich zu einer *endgültigen Entkopplung von Hardwareproduktion und Softwareherstellung* im Bereich des BASIC: Roberts verkaufte im Mai 1977 das zunehmend mit Finanzproblemen belastete Unternehmen MITS an den Diskettenhersteller Pertec (Hyman 1995: 384). Nach einer gerichtlichen Auseinandersetzung mit Pertec konnte Microsoft aus dem Lizenzvertrag mit MITS aussteigen und nahm in der Folgezeit eine massive Lizenzierung für die sich 1977/78 weiter ausweitende PC-Industrie vor; u.a. wurden BASIC-Versionen für die zweite Generation der PC-Hersteller entwickelt: Texas Instruments, Commodore, Apple, Tandy Radio Shack und Apple (vgl. Kap. 5.5). Ende 1979 setzte Microsoft damit bereits 4 Millionen Dollar um.

Anwenderprogramme

Entscheidend für die weitere Entwicklung des PC waren schließlich solche Programme, die letztlich eine Ausdehnung des Nutzerkreises des PC auch auf Bereiche jenseits der Community der ersten Jahre ermöglichen sollten: sog. Anwenderprogramme.

Anfangs entwickelten die PC-Nutzer ihre Anwenderprogramme, die aufgrund der beschränkten Speicherkapazität der ersten PCs nur sehr einfach sein konnten, selbst. Auf einem Treffen des Computerclubs Southern California Computer Society im Herbst 1975 verteilte Bob Marsh von Proc Tech, dem Hersteller der ersten Speicherplatten für den Altair, an jeden Besucher des Meetings ein Softwarepaket zur Erstellung, Edition und Fehlersuche bei Softwareprogrammen. Dieses sog. Software Package One wurde von Marsh später auch auf Meetings des Homebrew-Clubs *kostenlos an die Nutzer verteilt*. Auf der Basis dieses Pakets entwickelte Michael Shrayner, ein Mitglied der Southern California Computer Society, eine modifizierte Version (Extended Software Package 1), das unter den Computerenthusiasten auf großes Interesse stieß. Aufgrund dieser großen Nachfrage begann Shrayner mit der Konzeption eines Handbuchs für sein Programm und entwickelte dabei die Idee, dafür nicht mehr eine manuelle Schreibmaschine zu benutzen, sondern den Computer selbst (vgl. Freiberger/Swaine 1984: 147f., McSummit/Martin 1989: 312f.). Nach einem Jahr Programmierarbeit stellte Shrayner Ende 1976 Electric Pencil fertig, die erste (noch sehr rudimentäre) *Textverarbeitung* in Form eines verbesserten Editors für den PC, die unter den PC-Nutzern schon bald sehr populär wurde. Eine Lizenzierung durch Hardwarehersteller ähnlich wie beim BASIC setzte aber *nicht* ein, die Möglichkeit einer Ausweitung des PC-Marktes über selbst programmierende Nutzer hinaus schien zu dieser Zeit nicht vorstellbar. Shrayner verkaufte vielmehr einzelne Kopien seines Programms über den Postweg direkt an die Nutzer. Die Amateurhaftigkeit des gesamten Unternehmens wurde insbesondere daran deutlich, daß Shrayner in der Folgezeit eine Vielzahl von unterschiedlichen Programmversionen für die auf dem Markt befindlichen Hardwarekonfigurationen entwickelte. Insgesamt existierten schließlich 78 (!) unterschiedliche Versionen von Electric Pencil.

Die Privatentwicklungen von Anwendersoftware waren im ersten Jahr des PC noch die Regel, eine Verbreitung auf einen größeren Anwenderkreis wurde dann insbesondere durch die Gründung von Softwareunternehmen erreicht, die neben der Entwicklung von Programmen auch deren Vertrieb organisierten. Anfang 1976 vereinbarten einige Computerenthusiasten um Ron Roberts in Atlanta mit MITS, unter dem Namen Altair Software Distribution Company

(ASDC) einen Software-Vertrieb zu organisieren, um so eine bessere Zugänglichkeit der Software für den Altair zu ermöglichen (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 149ff.). ASDC, die sich nach dem Verkauf von MITS an Pertec 1977 in Peachtree Software umbenannte, begann dann auch mit dem Vertrieb des sich allmählich zum Standardbetriebssystem entwickelnden CP/M. Unternehmerische Professionalität erhielt der sich langsam zu einem eigenständigen Segment herausbildende Softwarebereich schließlich durch Micro Pro International (vgl. McSummit/Martin 1989: 314f.). Bereits in den ersten Monaten erreichte Micro Pro mit seinen beiden Produkten SuperSort und WordMaster fünfstelligen Umsatzzahlen und wurde mit Anfragen nach einem Textverarbeitungssystem überhäuft. Das Mitte 1979 vom Softwareexperten Rob Barnay fertiggestellte Programm WordStar, das Electric Pencil in vielen Belangen überlegen war, sollte dann zu einem der meistverkauften Textverarbeitungsprogramme bis Mitte der achtziger Jahre werden.²⁶

Für die Ausweitung der Softwareproduktion wesentlich war schließlich die allmähliche *Umstrukturierung des Vertriebssystems* (und damit letztlich auch des Verwendungskontexts) im PC-Bereich, worauf abschließend einzugehen ist.

5.3.3.3 Die Kommerzialisierung der Revolution: Messen, Magazine, Vertrieb

In der Anfangsphase der PC-Entwicklung (1975) stellten die Computerclubs ein Informationsforum dar, auf dem Neuentwicklungen vorgestellt und diskutiert wurden. Bald schon boten sie aber auch die erste Möglichkeit, die von den Bastlern hergestellten Produkte zum Verkauf anzubieten, auch wenn diese zunehmend kommerzielle Orientierung insbesondere beim Homebrew-Club zunächst noch auf Ablehnung stieß.

Wesentlich für die beginnende Kommerzialisierung und den anlaufenden Vertrieb von PC-Komponenten waren die seit 1976 stattfindenden Computermessen, die eine Verbreitung des Angebots über den lokalen Bereich der Computerclubs hinaus ermöglichten (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 179ff.). Die erste PC-Messe überhaupt - die sog. World Altair Computer Conference im

²⁶ Hingewiesen werden muß hier allerdings auch darauf, daß die skizzierte Entwicklung der Softwareindustrie wesentlich erst ermöglicht wurde durch eine Hardwareentwicklung, die zugleich durch die zunehmende Bedeutung der Software forciert wurde: das Diskettenlaufwerk (Floppy Disk). Mit dieser Möglichkeit eines effektiven Speichermediums nahm die Anwendersoftware gewissermaßen ihren take-off (vgl. Kap. 5.5.1.2).

März 1976 - war eine Ein-Unternehmen-Veranstaltung, da Roberts (MITS) keine konkurrierenden Firmen zulassen wollte. Die von dem Computerclub ACGNJ im Mai 1976 ausgerichtete Messe (Trenton Computer Festival) prägte dann aber die zukünftig dominante Form solcher Veranstaltungen als offene Messen, für die alle Hersteller zugelassen waren. Die erste US-weite Messe (Personal Computing Festival) fand bereits im August 1976 statt und etablierte den Terminus personal computing (statt hobby computing bzw. microcomputing). Auf der im April 1977 stattfindenden First West Coast Computer Faire waren alle wichtigen Hersteller von Hard- und Software im PC-Bereich vertreten; es wurden über 13.000 Besucher gezählt.

Das wichtigste Standbein für die Kommerzialisierung des PC stellten allerdings die Bastler- und die *Computermagazine* dar (vgl. Mims 1985: 168ff., Freiburger/Swaine 1984: 157ff., 177f., s.o.). Im redaktionellen Teil wurden neueste Entwicklungen im PC-Bereich vorgestellt, und Hobbybastler und Garagenfirmen warben in Anzeigen für ihre Produkte. Die Möglichkeit, einen Computer per mail order, gewissermaßen blind, ohne eine persönliche Beratung und individuelle Ausstattung zu kaufen, war im Bereich der Großcomputer und Workstations undenkbar. Beim PC-Kauf war dieser Vertriebsweg hingegen der einzig mögliche, da nur so der günstige Preis erreicht werden konnte; aufgrund der technischen Qualifikation der meisten Käufer der ersten Generation und deren Interesse an einem flexiblen Gerät war die rudimentäre Ausstattung unproblematisch.

Folge der allmählichen Entwicklung der PC-Industrie waren dann Neugründungen von Zeitschriften, die sich ausschließlich auf die PC-Technologie konzentrierten: im September 1976 erschien die erste Ausgabe von Byte mit einer Startauflage von 15.000 Exemplaren, im Januar 1977 lag die Auflage bereits bei 50.000; Mitte 1976 wurde Kilobaud gegründet, Anfang 1977 Personal Computing. Personal Computing leistete auch die *allmähliche Hinwendung zu einer neuen Zielgruppe: den sog. professionellen Anwendern*, die in der Regel kaum noch ein technologisches Interesse am PC besaßen. Die zunehmende Marginalisierung der Hobbyelektrobastler läßt sich auch an der Ende 1982 stattfindenden Umbenennung von Popular Electronics in Computer & Electronics ersehen. Von den 600.000 Käufern stammten zu diesem Zeitpunkt nur noch ca. zehn Prozent aus dem ursprünglichen Käufersegment (vgl. Mims 1985: 181).

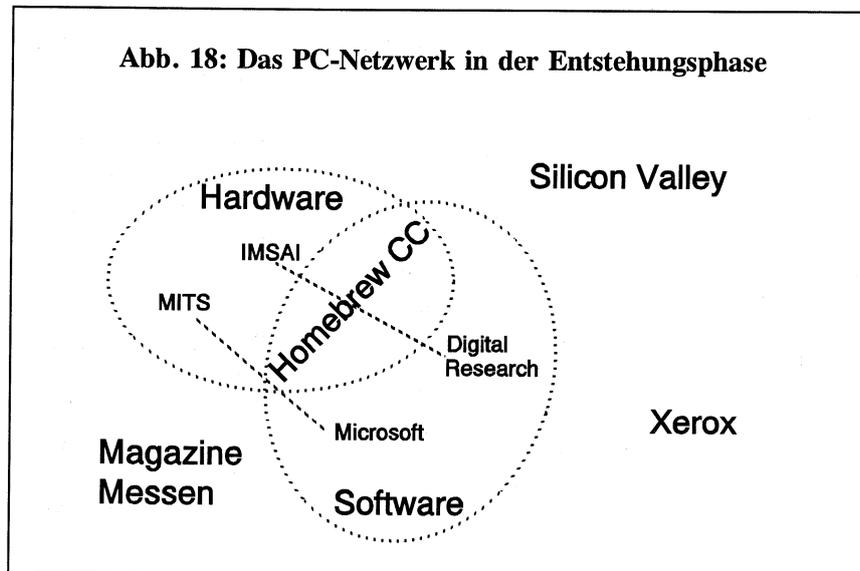
Messen und Computermagazine blieben aber nicht die einzige Möglichkeit der Kommerzialisierung des PC. Vielmehr entwickelte sich bereits nach kurzer Zeit eine weitere, für die bisherige Computerindustrie völlig unbekannt Form des Vertriebs von PC-Komponenten: der *Einzelhandel*.

Auch hier lagen die Wurzeln zunächst im Hobbybastlerkontext und der Begeisterung für die neue Technologie, weniger in einer rein kommerziellen Orientierung: Bereits Mitte Juli 1975 eröffnete Dick Heiser, Systemanalytiker und Homebrewer, nach Rücksprache mit MITS unter dem Namen Arrow Head Computer Company - The Computer Store in Los Angeles ein Geschäft, in dem er MITS-Produkte verkaufte und Altair-Besitzer bei technischen Problemen behilflich war. Die ersten Kunden waren im wesentlichen Computerbastler, die bald vermehrt nach Zusatzeinrichtungen und Software für den Altair nachfragten, so daß Heiser Ende 1975 bereits einen Monatsumsatz von 30.000 Dollar verzeichnen konnte.

Unter dem Eindruck dieses Erfolgs versprach Roberts (MITS) jedem, der ebenfalls in einem solchen Einzelhandelsgeschäft exklusiv MITS-Komponenten vertreiben würde, einen 25-prozentigen Rabatt auf alle MITS-Produkte. Roberts Ziel war dabei, sein Mitte 1975 völlig überlastetes Unternehmen von den zeitaufwendigen Reparatur- und Serviceleistungen zu befreien, die aufgrund der mangelhaften Hardware vermehrt nachgefragt wurden. Daraufhin eröffnete Paul Terrell im Dezember 1975 den sog. Byte Shop, den ersten Computereinzelhandel im Silicon Valley (vgl. Freiburger/Swaine 1984: 188ff., McSummit/Martin 1989: 159ff.) und gründete im März 1976 Bytes Inc. als unternehmerisches Dach mehrerer Byte-Läden in verschiedenen Orten des Silicon Valley. Das Unternehmen expandierte rasch und bestand im November 1976 bereits aus 74 Geschäften in 15 US-Bundesstaaten. Auch Terrells Byte Shop war zunächst wesentlich auf den Kreis der Hobbybastler orientiert, Terrell besuchte auch regelmäßig die Homebrew-Meetings. Entscheidend für den kommerziellen Erfolg der Computerläden war aber der Bruch mit der Forderung von Roberts, ausschließlich MITS-Produkte zu vertreiben. Ausgelöst durch die unzuverlässige MITS-Hardware begannen die Händler neben dem Altair auch PCs von IMSAI, ProcTech, Cromenco oder Apple anzubieten sowie zunehmend auch Software zu vertreiben.

Gerade die Exklusivvertriebspolitik von MITS - die einen weiteren (gescheiterten) Versuch der Etablierung einer geschlossenen Architektur darstellte - war schließlich Auslöser für die Entwicklung einer kommerziell äußerst erfolgreichen *Franchising-Kette* von Computerläden: ComputerLand (vgl. Slater 1987: 336f., McSummit/Martin 1989: 171ff., Freiburger/Swaine 1984: 192ff.). Bei IMSAI, dem Hersteller des Altair-Klons, erkannte man bald die Möglichkeiten des Vertriebs über den Einzelhandel und ermutigte die Einzelhändler gerade zur *Nichtexklusivität* beim Vertrieb von PCs. Ergebnis dieser offensiven Marketingstrategie war, daß Ende Juni 1976 bereits über 200 Einzelhändler in den USA und Kanada IMSAI-Produkte vertrieben. Allerdings waren die meisten

Einzelhändler unternehmerische Amateure und häufig ebenso wie die ersten Hardwarehersteller primär technologisch orientiert, so daß der Bestand der Einzelhandelsgeschäfte über einen längeren Zeitraum oft nicht garantiert war. Deshalb entwickelte IMSAI ein Franchising-Konzept, bei dem ein Netzwerk von Einzelhändlern durch einen zentralen Service (Produktvertrieb, Ausbildung, Bestellsystem) verbunden werden sollte. Im September 1976 wurde dieses Konzept unter dem Namen ComputerLand Corporation umgesetzt (vgl. Hyman 1995: 433f.). Ende 1979 existierten bereits über hundert ComputerLand-Filialen; selbst den Bankrott von IMSAI überlebte ComputerLand unbeschadet. Mit diesem Vertriebskonzept waren die *Voraussetzungen für die massenhafte Verbreitung des PC in den achtziger Jahre* geschaffen.



5.3.4 Bilanz der Entstehungsphase: Offene Architektur und vertikale Desintegration

Bilanzierend läßt sich feststellen: Die rasche technologische und kommerzielle Entwicklung des PC in den Jahren 1974 bis 1977 sowohl im Hardware- wie im Softwarebereich kann darauf zurückgeführt werden, daß der erste PC auf Basis des Mikroprozessors als *offenes Komponentensystem* (Langlois/Robertson 1992)

konstruiert wurde. Diese Designentscheidung lag wesentlich darin begründet, daß der erste Anwenderkreis sog. Elektrobastler waren, die eine hohe Fertigkeit zum Zusammenbau und zur Anwendung des Geräts besaßen. Sie waren zudem nicht am Kauf eines unveränderbaren, geschlossenen Systems interessiert, sondern an der individuellen Nutzung der neuen Technologie. In diesem Kontext entwickelte sich eine offene Architektur (Gabel 1991) des PC, die vor allem davon getragen wurde, daß alle Beteiligten bereit waren, ihre Systemkonfigurationen mit anderen Nutzern und Hard- und Softwareherstellern auszutauschen. Auf Grundlage dieser offenen Informationspolitik konnte eine *vertikal desintegrierte Industriestruktur* entstehen. Hierfür waren vor allem zwei Gründe ausschlaggebend: Einerseits fehlten den ersten PC-Herstellern (insbesondere MITS) die Produktionskapazitäten, die für eine vertikale Integration erforderlich gewesen wären; andererseits war die Community der Hobbybastler und Hacker durch eine Kultur gekennzeichnet, in der der offene Informationsaustausch einen zentralen Stellenwert hatte. Diese ersten Nutzer bemächtigten sich des PC als eines offenen Systems, indem sie eine Vielzahl von Hardware-Zusatzeinrichtungen sowie Softwareapplikationen selbst entwickelten. Auf diese Weise bildete sich in der Frühphase der PC-Genese der sozio-technische Kern aus, der auch die heutigen PCs und die damit verbundene Industrie nach wie vor prägt.

Die offene Architektur der neuen Technologie und die damit verbundene vertikale Desintegration der sich nun entwickelnden PC-Industrie erklärt die bereits in der ersten Phase der PC-Genese beobachtbare *hohe Dynamik der technischen Entwicklung*, die nicht auf die Intentionen einzelner Akteure zurückgeführt werden kann, sondern Ergebnis eines emergenten Lernprozesses ist: "[A] decentralized network based on modularity can have advantages in innovation to the extent that it involves the trying out of many alternate approaches simultaneously, leading to rapid trial-and-error learning." (Langlois/Robertson 1992: 301) Für ein derartiges trial-and-error-Lernen, das insbesondere bei hoher technologischer Unsicherheit und Marktunsicherheit von Bedeutung ist, waren gerade in der Anfangsphase der PC-Entwicklung die Voraussetzungen gegeben: Es bestand keine klare Trennung von Herstellern und Nutzern, da aufgrund des rudimentären technischen Entwicklungsstands hohe technologische Fertigkeiten und Kenntnisse beim Nutzer vorausgesetzt werden mußten. Die *hohe informationelle Kopplung von Herstellern und Nutzern* (insbesondere durch den Homebrew-Club) ermöglichte eine rasche Rückmeldung bezüglich der Anwendbarkeit und Funktionsfähigkeit der entwickelten Technologie. Auch die Eigenherstellung neuer Komponenten durch Garagenfirmen fungierte als eine solche Rückkopplung. Aufgrund der großen Nähe von Herstellungs- und Anwendungskontext der neuen Technologie wurden Neuentwicklungen in der

Regel nicht ausgiebig auf ihre Funktionstüchtigkeit hin geprüft, bevor sie produziert und verkauft wurden; vielmehr erfolgte dieser Funktionstest der *prototypenartigen Komponenten* insbesondere durch die Computerclubs, auf deren Meetings die Produkte vorgestellt wurden, sowie durch den sich etablierenden Markt selbst. Darüber hinaus war mit dem modularen Systemcharakter des PC in Verbindung mit der offenen Architektur eine zunehmende Spezialisierung der jeweiligen Hard- und Softwarehersteller verbunden, deren rasche technologische Weiterentwicklung der jeweils spezifischen Komponenten eine *rekursive Stimulierung der Teilkomponenten* zur Folge hatte.

Fragt man nach den Gründen für den unternehmerischen Mißerfolg der meisten PC-Unternehmen der Gründergeneration, so ist auffällig, daß in der Regel diese Unternehmen nicht in der Lage waren, die *organisationale Kopplung* des neuen technologischen Wissens mit dem für das Überleben des Unternehmens notwendigen ökonomischen Sachverstand zustande zu bringen. Dieser Sachverhalt ist wesentlich auf die dominierende Technik- und Community-Orientierung der PC-Begründer zurückzuführen: Gerade der Homebrew Club und die frühen Messen ermöglichten durch persönliche Kontakte und Gespräche auf einer sehr informellen Ebene einen regen Informationsaustausch; nur aufgrund dieses hohen Informationsflusses war die rasche technologische Entwicklung in den ersten Jahren der PC-Entwicklung möglich. Kommerzielle Orientierungen einzelner Mitglieder des Clubs sowie deren organisationale Abschließung, die letztlich immer eine Restriktion der Informationsweitergabe zur Folge hatte, wurden in der frühen Phase eher negativ bewertet. Hinzu kam das bei vielen Computerenthusiasten insbesondere aus dem politisch-emanzipatorischen Lager vorhandene *Mißtrauen gegenüber finanzstarken Geldgebern*, so daß der Einstieg von Risikokapitalgebern und damit von unternehmerischem Sachverstand, die für eine betriebswirtschaftlich rentable Produktion des Unternehmens häufig zwingend gewesen wären, abgelehnt wurde. Eine Ausnahme stellt in diesem Zusammenhang IMSAI dar, ein Unternehmen, das außerhalb des Homebrew-Kontexts entstanden und explizit auf die ökonomische Verwertung der neuen Technologie hin ausgelegt war. Der kommerzielle Mißerfolg dieses Unternehmens kann ebenfalls auf das Mißlingen der Kopplung von technologischem und ökonomischem Wissen zurückgeführt werden. Die Dominanz der ökonomischen Orientierung bei IMSAI führte dazu, daß auf die Belange einer neu entstehenden Technologie zu wenig Rücksicht genommen wurde. Zudem war die Ausrichtung auf den professionellen Bereich (Unternehmen) in dieser Phase der technologischen Entwicklung verfrüht, da der Computernutzer noch ein hohes Maß an technischem Wissen mitbringen und in der Regel die Software zum Betrieb der Geräte selbst schreiben mußte.

5.4 Der Sonderfall Xerox: Das Forschungszentrum PARC als unternehmensinterne Gegencommunity?

Neben der beschriebenen Entstehung des PC im Homebrew-Kontext wurde die Entwicklung der PC-Technologie aber auch in einem anderen sozialen Kontext vorangetrieben: im Palo Alto Research Center (PARC) des Kopiergeräteherstellers Xerox. In diesem Forschungszentrum unweit der Stanford-University, also in unmittelbarer räumlicher Nähe zu den Homebrewern, aber *ohne Kontakt zu den Bastler und Hackern*, erarbeiteten hochqualifizierte Computerwissenschaftler Anfang der siebziger Jahre die wesentlichen Konzepte des PC und stellten 1973, d.h. fast zwei Jahre *vor* der Entwicklung des Altair, ein technologisch äußerst elaborierten Prototyp des persönlichen Computers vor. Es sollte allerdings bis zum Jahre 1981 dauern, bis Xerox diese Technologie in ein marktfähiges Produkt umgesetzt hatte, das dann jedoch nicht mehr konkurrenzfähig war. Damit hatte das im PARC versammelte Wissenspotential im Unterschied zum Homebrew-Kontext (zunächst)²⁷ *keinen Einfluß auf die PC-Entwicklung*. Vielmehr wurde es intraorganisational, d.h. im Unternehmen Xerox eingeschlossen und nicht (zügig) in die industrielle Produktion überführt.

Der Grundlagencharakter der PARC-Forschung und die weitgehende Loslösung von kurzfristigen Produktorientierungen des Wirtschaftsunternehmens Xerox war von dessen Management explizit angestrebt worden. Allerdings war damit auch eine zunehmende Abkopplung von der ökonomischen Orientierung von Xerox verbunden, so daß die praktische und ökonomische Bedeutung der im PARC entwickelten Technologie von der Xerox-Führung nicht gesehen wurde; andererseits lag auch bei den PARC-Wissenschaftlern eine über die PARC-Belange hinausweisende Praxisorientierung nicht vor.

5.4.1 Die Entstehung des PARC

Mitte der sechziger Jahre war eine zumindest langfristig zunehmende Bedeutung der EDV-Technologie im Bürobereich abzusehen. Deshalb plante der US-amerikanischen Kopiergerätehersteller Xerox eine Umorientierung hin zu einem

27 Mitte der achtziger Jahre fanden viele der im PARC entwickelten Technologien (Icons, Maus, Fenster) doch noch Einzug in die PC-Technologie, und zwar über den Macintosh-PC des ersten professionellen PC-Herstellers Apple (vgl. Kap. 5.5.1), dessen führender Kopf - Steve Jobs - das PARC Ende der siebziger Jahre besucht hatte und von den dort entwickelten Technologien fasziniert war.

Unternehmen der Kommunikationsbranche. Auf der Basis des Konzepts der Informationsarchitektur sollte eine Diversifizierung des Unternehmens in die Bereiche Kopierer, Ausbildung und Computertechnologie erfolgen. Zu diesem Zweck kam es zunächst zu der Übernahme eines Herstellers von Kleincomputern für den wissenschaftlich-technischen Bereich mit dem Ziel, durch die Produktion von Minicomputern in den bis dahin von IBM dominierten Bereich der EDV einzudringen. 1969 wurde dann auf Vorschlag des Xerox-Forschungsleiters und Physikers Jacob E. Goldman ein eigenes Forschungszentrum (PARC) mit einem jährlichen Forschungsetat von ca. zehn Millionen Dollar gegründet. Dieses Forschungszentrum wurde im Industrial Park der Stanford-University in Palo Alto und damit in unmittelbarer Nähe der sich entwickelnden Halbleiter- und Computerunternehmen des Silicon Valley angesiedelt. Vom traditionell forschungsfreundlichen Xerox-Management wurde das PARC als ein Think Tank angesehen; das Leitbild der Informationsarchitektur hingegen strukturierte die Forschungsrichtung kaum. Bei der Personalrekrutierung wandte sich der Leiter des PARC, der Physiker George Pake, an herausragende Computerwissenschaftler amerikanischer Universitäten und Mitarbeiter wichtiger wissenschaftlicher Computerprojekte der sechziger Jahre. So versammelten sich im PARC bald die führenden Köpfe der damaligen US-amerikanischen Computerwissenschaften, die sich in der Nachfolge von Doug Engelbart²⁸ mit dem *Konzept einer individuellen Computernutzung* beschäftigt hatten. Zu nennen sind insbesondere Robert (Bob) Taylor, Alan Kay und Butler Lampson (vgl. Freiberger/Swaine 1984: 266ff., Rheingold 1985: 205ff., 232ff., Rose 1989: 43ff., Smith/Alexander 1989: 60ff., 81ff., Gringely 1992: 90ff., 99ff., Polatschek 1992, Computerworld 1992: 30).

Die Forschungsarbeit der Wissenschaftler wurde im PARC unter nahezu optimalen Bedingungen organisiert: Neben einer üppigen finanziellen Ausstattung und einer weitgehenden Autonomie vom Großunternehmen Xerox war das PARC durch eine flache Hierarchie sowie eine hohe Kontaktdichte zwischen den ca. sechzig Wissenschaftlern gekennzeichnet. In regelmäßig stattfindenden formlosen Versammlungen (sog. Dealer meetings) wurden wechselseitig die jeweiligen Projekte vorgestellt und auf gegenseitige Anschlußfähigkeit hin überprüft - die Ähnlichkeit mit dem interaktionellen Informationsaustausch innerhalb der durch die Computerclubs organisierten Community ist nicht

28 Der Computerwissenschaftler Engelbart hatte bereits Ende der fünfziger Jahren erste Vorstellungen eines interactive computing propagiert, ohne dabei aber auf größeren Widerhall in der Scientific Community zu stoßen (vgl. Rose 1989: 42f., Gillin/Betts 1992: 42f.).

zufällig; allerdings wurde im Falle des PARC die Community von und innerhalb einer Organisation organisiert und unterlag insofern erheblichen Limitationen.

5.4.2 Die Entwicklung des Alto

Die Erfindung des Mikroprozessors ließ auch für die PARC-Forscher die Möglichkeit der Entwicklung schneller und preiswerter Kleinstcomputer realistisch erscheinen. Bereits im Dezember 1972 begann eine Arbeitsgruppe um Alan Kay dessen Projekt einer einfach zu handhabenden Programmier- und Computersprache (small talk) und eines interaktiven Computers weiterzuentwickeln - mit dem Ziel der Herstellung eines personal-computing-systems, das leistungsfähiger und preiswerter als die zu diesem Zeitpunkt existierenden Minicomputer sein sollte. Im Zuge des sog. Alto-Projekts wurden wesentliche und *revolutionäre Komponenten der heutigen PC-Technologie* entworfen: So kam es u.a. zur Entwicklung der sog. Bit-mapping-Technologie (Punkt-für-Punkt-Bildschirmtechnologie) und der Weiterentwicklung der mausgesteuerten Cursortechnologie. Die dafür erforderliche Bildschirmverwaltung benötigte allerdings einen (für damalige Verhältnisse) extrem großen Speicher. Da diese Chipkomponenten zugleich sehr teuer waren, entwickelte man im PARC das Konzept des multitasking, um die benötigte Speicherkapazität zu reduzieren. Im April 1973 wurde der erste funktionsfähige Alto entwickelt, dem bis Mitte 1974 vierzig weitere folgten; parallel dazu kam es zu Anschlußprojekten wie dem Aufbau eines lokalen Datenverbundes zur Vernetzung mehrerer Alto und Ausgabegeräte (das sog. Ethernet mit einer Datenübertragungsgeschwindigkeit von 2.67 Mio. Bit/Sek.), der Konstruktion eines xerographischen Laserdruckers, der über das Ethernet mit dem Alto verbunden werden konnte, der Entwicklung einer Textverarbeitung (Bravo) auf der Basis des WYSIWYG-Konzepts sowie der Fenstertechnologie.²⁹ Vergleicht man diesen technologischen Entwicklungsstand mit dem der PCs aus dem Homebrew-Kontext in den Jahren 1975-1977 oder auch mit dem der PCs Anfang der achtziger Jahre, so wird der revolutionäre Charakter der PARC-Entwicklungen überdeutlich. Warum aber

29 WYSIWYG bedeutet: What You See Is What You Get, d.h. die Bildschirmdarstellung entspricht der Druckausgabe. Hinzu kamen noch der hochformatige Bildschirm, ein 2.5 MByte-Diskettenlaufwerk sowie ein interner 64K-16-Bit-Speicher (vgl. Wadlow 1981, Thacker et al. 1982: 549f., Smith/Alexander 1989: 101ff.).

blieben die PARC-Technologien in den siebziger Jahren *ohne Einfluß auf die damalige PC-Entwicklung?*

5.4.3 Die organisationale Einschließung des Alto

Der ausschlaggebende Grund liegt in der Kontextierung der im PARC versammelten Computer-Community: Der Einbettung einer primär wissenschaftszentrierten Gemeinschaft von Computerenthusiasten in eine Organisation, deren wesentliches unternehmerisches Betätigungsfeld (bis dahin) nicht im Computerbereich lag und dem (damit verbundenen) Fehlen einer systematischen Rückkopplung der ausgegliederten und weitgehend selbständigen FuE-Einheit in das Gesamtunternehmen.³⁰ Folge war, daß die PARC-Technologien nur mit großer zeitlicher Verzögerung in eine kommerzielle Produktion überführt wurden und dann auf ein Umfeld stießen, zu dem die Wissenschaftler des PARC keinen Zugang hatten; ein Umfeld, das durch eine Vielfalt von Herstellern einfacher PCs und Zusatzkomponenten sowie eine rasche technologische Entwicklung geprägt war.

Bereits Ende 1971 kam es zu einer unternehmensinternen Umstrukturierung von Xerox, die die Dominanz des Kopiererbereichs wiederherstellte; die primär betriebswirtschaftliche Ausrichtung im Rahmen der Konsolidierung des Unternehmens Mitte der siebziger Jahre verstärkte zudem die *Isolation des PARC*, die in der reinen Forschungsorientierung der PARC-Wissenschaftler und ihrem für Computerfreaks typischen, innerhalb eines etablierten Großunternehmens aber irritierenden Lebens- und Arbeitsstil bereits angelegt war (Kearns/Nadler 1993: 109, Smith/Alexander 1989: 158, 170). Bei der Entwicklung eines Produkts für den Bereich der professionellen Textverarbeitung griff die Entwicklungsabteilung von Xerox 1973 *nicht* auf die bei PARC entwickelte Kombination von Computer und Software zurück, sondern beschränkt den eher konventionellen Weg eines rein hardwarebasierten Konzepts (wie es Mitte der siebziger Jahre Standard war), wobei man sich an Kriterien wie geringe Kosten und kurze Entwicklungszeit orientierte. Xerox war als Unternehmen - im Unterschied zu den Erfinderunternehmen aus dem Homebrew-Kontext - zu einer

30 Ein Indiz für die Randständigkeit der Computertechnologie in einem Unternehmen, das primär Kopiergeräte herstellte, ist die Tatsache, daß der im PARC entwickelte Laserdrucker aufgrund der Nähe zum Kopierbereich von Xerox rasch und erfolgreich kommerzialisiert werden konnte.

experimentellen Einführung neuer Produkte offensichtlich nicht in der Lage.³¹ Selbst als Ende 1978 mit den ersten Verkaufserfolgen des Apple II (vgl. Kap. 5.5.1.2) der Marktbedarf nach einem relativ preiswerten persönlichen Computer deutlicher wurde, lehnte die Marketingabteilung die Ausstattung aller Xerox-Verkaufsstellen mit einem Alto - gewissermaßen als Test der Markteinführung und als Vorbereitung der Verkäufer auf die neue Technologie - ab. Ende Januar 1979 wurde eine generelle Markteinführung des Alto endgültig verworfen.

Erst im April 1981 brachte Xerox ein Bürosystems namens Star auf den Markt, das zwar nicht vom PARC entwickelt worden war, jedoch auf einige Komponenten des Alto-Konzepts wie WYSIWYG, Pixelraster-Bildschirm, Maus oder Laserdrucker zurückgriff. *Unstimmigkeiten zwischen Hard- und Software-konzeption* verzögerten nicht nur die Entwicklung; sie hatten auch eine reduzierte Arbeitsgeschwindigkeit des Computers zur Folge, der damit seine Vorteile nicht ausspielen konnte (vgl. Smith/Alexander 1989: 247ff.). Zudem war Star *als geschlossenes System konzipiert*, das die auf dem Markt befindliche Software nicht nutzen konnte. Auch wurde die Konfiguration des im PARC entwickelten Mikroprozessors und dessen Programmiersprache nicht veröffentlicht. Vielmehr hatte Xerox eine für Großcomputer typische Strategie gewählt, die neben einer unternehmensspezifischen Hard- und Software auch eine jährliche Softwaremodifikation vorsah. Als der Star auf den Markt gebracht wurde, lagen bereits eine Reihe von Alternativangeboten in Form relativ preiswerter PCs vor; zudem war der sich Anfang der achtziger Jahre allmählich entwickelnde Markt professioneller PC-Anwender wesentlich auf sog. Stand-alone-Produkte hin orientiert. Das Angebot eines größeren technischen Bürosystems (persönliche verteilte Datenverarbeitung), das nur im Verbund erworben werden konnte und darüber hinaus mit 17.000 Dollar pro Arbeitsplatz relativ teuer war, interessierte potentielle Käufer kaum.

31 So schreibt der Xerox-Forschungsleiter Jacob E. Goldman (1985: 5) rückblickend: "In the small entrepreneurial firm, the decision would have been easy: take the machine to market as it is, capture the limited price-intensive market for which the features richness of machine would override the price barrier. The engineers would help support the hardware and software in the field, and feedback from the users would be useful in preparing for a second model which would also be cost reduced to command a broader market expansion."

5.4.4 Die Gründe für das Scheitern organisierter Visionäre

Die beschriebene Entwicklung bei Xerox macht ein Dilemma deutlich:

(a) Die rasche Entwicklung der PC-Technologie durch das PARC war nur möglich auf der Basis einer exklusiven Orientierung der Forschung an den über- bzw. außerorganisationalen Wissensbeständen der Computerwissenschaften.³² Diese Ausbildung einer abteilungsspezifischen Subkultur, die am Stand der Computertechnik als eines unternehmensexternen Referenzsystems ausgerichtet war, hatte aber gleichzeitig eine weitgehende Abschottung der ausdifferenzierten Forschungsabteilung von der sie umgebenden Organisation zur Folge. Eine systematische Kopplung von Forschung, Produktion und Marketing, die eine unabdingbare Voraussetzung für einen erfolgreichen Innovationsprozeß darstellt, indem sie die Invention in organisatorische Kontexte der industriellen Produktion überführt, war deshalb kaum mehr möglich. Die Schwierigkeiten der Organisation des Innovationsprozesses lagen dabei einerseits darin begründet, daß die PC-Technologie in dieser ersten Phase ihrer Entstehung notwendigerweise stark wissenschaftsbasiert war und ohne eine solche Orientierung nicht hätte entwickelt werden können. Andererseits und über die funktionale Separierung von Forschung und Produktion hinaus muß auch berücksichtigt werden, daß Xerox als Unternehmen hinsichtlich seiner internen Strukturierung und Informationsverarbeitung nicht primär auf den Computerbereich hin ausgerichtet war, sondern mit der Herstellung und dem Vertrieb von Kopiergeräten um eine grundsätzlich andere Technologie organisiert war.

(b) Die extrem langsame Umsetzung der technologischen Invention in ein marktfähiges Produkt bei Xerox zeigt zudem, daß in der Frühphase der Entwicklung einer neuen Technologie, in der mögliche Verwendungskontexte (und damit Märkte) noch kaum absehbar sind, *etablierte Organisationen gegenüber Newcomern im Nachteil* sind, da eine etablierte, intern in verschiedene Abteilungen differenzierte Organisation für die experimentelle Entwicklung und Einführung der Technologie eher ungeeignet ist. Und dies nicht nur, weil (wie im Falle Xerox zu beobachten) Rivalitäten und Kompetenzunklarheiten zwischen verschiedenen Abteilungen solche Projekte tendenziell verunmöglichen (so die These von Smith/Alexander 1989), sondern weil die verfestigten organisationalen Strukturen mit der Produktion und Vermarktung der neuen Technolo-

32 Zum Verhältnis von Wissenschaftscommunity und Organisation und dessen Bedeutung für technologische Innovation vgl. Constant 1987 und Knie/Helmers 1991: 436ff.

gie nicht kompatibel sind (vgl. Henderson/Clark 1990: 15ff.). Damit wurde nicht nur die Einbindung in ein Netzwerk von PC-Komponenten-Herstellern und PC-Nutzern versäumt, vielmehr wurde durch die organisationale Einschließung zugleich verhindert, daß eine Orientierung an der sich entwickelnden PC-Bewegung erfolgen konnte. Mit dieser Isolierung war schließlich auch eine Orientierung an der Entwicklung einer perfekten Technologie (Überentwicklung) verbunden, so daß die Frage der (technischen wie preislichen) Machbarkeit der Technologie, die für die Homebrew-Szene zentral war, in den Hintergrund rückte. Resultat der fehlenden Verbindung der PARC-Wissenschaftler mit der PC-Community und der Orientierung der Entwicklungsabteilungen von Xerox an Konzepten aus dem Bereich des Großcomputers war die Entwicklung des Star als eines geschlossenen Systems. Die geschlossene Architektur des Xerox-Systems machte die Einbindung von Xerox in das vertikal desintegrierte Netzwerk von PC-Herstellern unmöglich.³³

5.5 Die Stabilisierung des PC (1977-1980): Apple, Commodore und Tandy

Die Kopplung von Technik, Ökonomie und Kapitalmarkt, d.h. die Zusammenführung von Wissen und ökonomischen Ressourcen mittels einer organisationalen Struktur, die für die industrielle Herstellung jeder modernen Technologie letztlich notwendig ist (vgl. Constant 1987), wurde von den Unternehmen, die aus dem Kontext der Hobbybastler und Computerfreaks hervorgegangen waren, *nicht* geleistet. Diese hatten die Entstehung des PC zwar wesentlich initiiert, eine Stabilisierung der neuen Technik wurde in den Jahren 1977/78 aber von anderen Unternehmen eingeleitet.

Im Rahmen der PC-Entwicklung lassen sich zwei verschiedene Aspekte der maschinellen Stabilisierung (Knie 1989), die sich nicht allein auf das technische Artefakt bezieht, unterscheiden:

- Die industrielle Herstellung und kommerzielle Verwertung eines technologisch relativ zuverlässigen und ohne großen technischen Sachverstand nutzbaren PC, womit die neue Technik über den Verwendungskontext der

³³ Nicht auszuschließen ist, daß die PC-Entwicklung einen anderen Weg genommen hätte, wenn Xerox bereits Mitte der siebziger Jahre mit einem extrem benutzerfreundlichen PC für den professionellen Bereich auf den Markt gekommen wäre; vgl. Jacobson/Hillkirk 1986: 258.

ersten Nutzer hinausgeführt wurde; zu nennen sind hier insbesondere die Firmen Tandy und Commodore.

- Darüber hinaus die Überführung des im Homebrew-Kontext entwickelten sozio-technischen Kerns des PC in *ein relativ stabiles Netzwerk verschiedener Hersteller von PC-Komponenten*; hierbei spielte die Firma Apple eine herausragende Rolle.

5.5.1 Apple: Vom Erfinderkontext zum Erfolgsunternehmen

Apple Computer, Inc. stand lange für *das* erfolgreiche Unternehmen in Silicon Valley, vielfältige Legenden ranken sich um sein Gründerpaar Steve G. Wozniak und Steve Jobs. Blickt man hinter diese Kulissen und versucht, mittels des hier vorgelegten heuristischen Rahmens die Bedeutung von Apple für die Entwicklung des PC zu klären, so zeigt sich, daß Apple eine wesentliche *Brückenfunktion* ausübte: Das Unternehmen führte eine Entwicklung an, die die neue Technik aus dem Erfinderkontext löste und in Richtung einer ökonomisch erfolgreichen Produktion von PCs in größeren Stückzahlen auch für Nutzer außerhalb des Elektrobastlerkontexts lenkte. Damit wurde eine Modifikation sowohl des Entstehungs- wie auch des Verwendungskontextes der neuen Technologie eingeleitet. Auch bei Apple basierte die Kopplung von technologischer und ökonomischer Orientierung zunächst wesentlich auf der Ebene von einzelnen Personen, wurde dann aber im Unterschied zu den Erfinder-Unternehmungen aus dem Homebrew-Kontext über diese Ebene hinausgehend erfolgreich in eine organisationale Form überführt.

5.5.1.1 Die Wurzeln von Apple

Die Apple-Gründer Wozniak (*1950) und Jobs (*1955) wuchsen beide im Silicon Valley auf und kamen bereits in ihrer Kindheit frühzeitig mit der Elektrotechnik in Kontakt (Weyhrich 1991/92: Part 1-2, Moritz 1984: 29f.). Elektronikurse an der High School und Ferienjobs bei Computerfirmen führten Ende der sechziger Jahre zu ersten Kenntnissen über Minicomputer und Softwareerstellung. Im Sommer 1971 baute Wozniak zusammen mit einem Schulfreund einen ersten einfachen Computer - den sog. Cream Soda Computer (vgl. Moritz 1984: 54ff., Rose 1989: 26). Der Kontakt zum subkulturellen Hackermilieu ergab sich dann insbesondere durch die Entwicklung der (digitalen) Blue Box - einem Gerät, mit dem man mittels der Nachahmung des Freischaltzei-

chens kostenlos Telephonnetze benutzen konnte. Gleichzeitig stellte dieses Gerät das erste Produkt dar, das auf Jobs Betreiben auch verkauft wurde: Insgesamt 200 Exemplare zum Stückpreis von 150 Dollar wurden veräußert (vgl. Moritz 1984: 70ff., Rose 1989: 27f.). Damit ist bereits auf eine *Arbeitsteilung zwischen Wozniak und Jobs* hingewiesen, die für die spätere unternehmerische Entwicklung von Apple entscheidend wurde: Während Wozniaks Begeisterung für digitale Elektrotechnik eher aus einem (für einen Computerfreak typischen) technikästhetischen Interesse heraus motiviert war, kann Jobs als ein ökonomisch orientierter Visionär betrachtet werden, der schon sehr früh an einer Verbreitung der Technologie über den Bastlerkreis hinaus interessiert war und sich insofern sowohl von der technologischen als auch von der politisch-emanzipatorischen Orientierung der Visionäre im Homebrew-Kontext unterschied.

Bereits während seines Studiums arbeitete Wozniak Anfang der siebziger Jahre in einer FuE-Abteilung für Taschenrechner bei Hewlett Packard, Jobs seinerseits bei Atari, einem der ersten Hersteller von einfachen Computerspielen (Freiberger/Swaine 1984: 211, Moritz 1984: 116ff., Byte 1984: A67). Auf einem der ersten Homebrew-Meetings lernte Wozniak den Mikroprozessor Intel 8080 und den Altair kennen. Die Ähnlichkeit des Altair mit seinem Cream Soda Computer und fehlende eigene Geldmittel führten zu dem Plan, einen solchen Computer selbst zu bauen (Weyhrich 1991/92: Part 2). Bezüglich des Mikroprozessors fiel die Wahl nicht auf den bei den Homebrewern präferierten Intel 8080 bzw. den Motorola 6800, die jeweils mehrere hundert Dollar kosteten, sondern auf den MOS Tech 6502, der zu dieser Zeit in einer Sonderaktion zur Markteinführung auf einer kommerziellen Elektronikmesse in San Francisco für nur 25 Dollar angeboten wurde.³⁴ Wozniak entwarf neben einer BASIC-Version für den Mikroprozessor ein einfaches, nur wenige Chips benötigendes, aber gerade dadurch äußerst effektives Design des Computers. Bei einem Homebrew-Treffen, auf dem Photokopien des Designs kostenlos verteilt wurden, wurde der Computer nicht unbedingt euphorisch begrüßt - was insbesondere daran lag, daß der MOS Tech-Prozessor bei den Homebrew-Mitgliedern so

34 Vgl. Moritz 1984: 121ff., Freiberger/Swaine 1984: 211f., Byte 1984: A68f. Langfristige Folge dieser Entscheidung war, daß Apple in den achtziger Jahren zu einem Nischenanbieter wurde, da die Mehrzahl der PCs auf dem IBM-Standard (mit Intelprozessor) basieren (vgl. Kap. 5.6.4), der mit dem Apple-PC inkompatibel ist. Der MOS-Tech 6502, der primär für den Einsatz in Kopierern, Druckern, Verkehrsampeln u.ä. (d.h. für einen Massenmarkt) konzipiert worden war, ähnelte dem Motorola 6800 sehr, weshalb der spätere Umstieg von Apple auf Motorola-Prozessoren unproblematisch war.

gut wie nicht vertreten war. Trotzdem drängte Jobs auf eine Herstellung größerer Stückzahlen, um das Gerät ähnlich wie andere Hobby-Unternehmer an Homebrew-Mitglieder verkaufen zu können (Weyhrich 1991/92: Part 2).

Im April 1976 gründeten Jobs, Wozniak und Ron Wayne³⁵ Apple Computer Company, im Juli 1976 kam es bei einem Homebrew-Treffen zu einem Kontakt mit Paul Terrell, einem dem ersten PC-Einzelhändler, der schließlich 100 Apple-Computer bestellte und pro Exemplar um die 500 Dollar zu zahlen versprach. Solche Stückzahlen stellten das junge Garagenunternehmen zunächst vor große Finanzierungsprobleme: Erst nach langem Suchen erhielt Apple einen 20.000-Dollar-Kredit für 30 Tage, die Geräte wurden unter Mithilfe von Verwandten und Bekannten von Jobs und Wozniak in der heimischen Wohnung gefertigt. Die ersten dann an Terrell gelieferten Computer (Apple I) stellten eher montierte Mutterplatinen als fertige Microcomputer dar: Sie besaßen kein Gehäuse, es gab kein Terminal, keine Stromversorgung, das Basic mußte (wie bei den ersten Versionen des Altair) mühsam mit der Hand in Maschinensprache eingegeben werden. Erst in der Folge kam es zu einer Verbesserung des Apple I, Wozniak konstruierte insbesondere eine Schnittstelle für einen Kassettenrecorder und der Apple I wurde Farb-TV-tauglich, so daß schließlich ca. 200 Geräte zum Preis von 666 Dollar über lokale Computerläden verkauft werden konnten (vgl. Moritz 1984: 140, 148ff., Byte 1984: A69f., Rose 1989: 33).

5.5.1.2 Unternehmerische Professionalisierung und die Nutzung der vertikalen Desintegration

Wesentlich für die weitere Entwicklung von Apple als Unternehmen war der Einstieg des ehemaligen führenden Intel-Mitarbeiters Mike Markkula, der im Herbst 1976 den beiden Jungunternehmern ein Startkapital von 91.000 Dollar zur Verfügung stellte und im Januar 1977 als Teilhaber in die Firma einstieg (vgl. Moritz 1984: 174ff., Freiburger/Swaine 1984: 213ff., Rose 1989: 34ff.). Im Weiteren bestimmte Markkula wesentlich die unternehmerische Ausrichtung von Apple, u.a. ernannte er Michael Scott, zuletzt bei National Semiconductors für das Produktmarketing zuständig, zum Direktor von Apple. Mit dem *Einzug des unternehmerischen Sachverstands* bei Apple wurde dieses Unternehmen, das bis dahin wesentlich von den technologischen Fertigkeiten Wozniaks und den kommerziellen Visionen Jobs' gelebt hatte, davor bewahrt, den Weg des unter-

35 Wayne verließ Apple bereits im Sommer 1976, da ihm das finanzielle Risiko zu groß erschien, vgl. Moritz 1984: 150.

nehmerischen Mißerfolgs zu gehen, wie ihn die Firmen MITS, IMSAI und Pro Tech erleben mußten.

Auf der First West Coast Computer Fair, die im April 1977 stattfand, wurden drei funktionierende Prototypen des Apple II vorgestellt. Das Gerät präsentierte sich in einem grauen Plastikgehäuse samt Keyboard; es verfügte über acht Schnittstellen³⁶ sowie einen 4 KByte RAM-Speicher, der bis 48 KByte erweiterbar war (vgl. (Moritz 1984: 191f., Weyhrich 1991/92: Part. 3f.). Allerdings stellte die Messe nicht - wie gelegentlich behauptet - den Durchbruch für Apple dar; insbesondere die Homebrew-Mitglieder reagierten eher reserviert: "[W]hy buy a computer, hardware hackers thought, if you could not build it yourself?" (Levy 1984: 251) Aber mit dem Apple II war das Unternehmen bereits über den Hobbybastler- und Hackerbereich hinaus gegangen: So wurde bewußt eine *Ausrichtung auch auf semi-professionelle Anwender und den Bereich Homecomputer* angestrebt, die Werbung mittels der etablierten PR-Agentur McKenna professionalisiert und das Vertriebsnetz gezielt über die gesamten USA ausgeweitet (Moritz 1984: 196, Freiburger/Swaine 1984: 218f., Levering/Katz/Moskowitz 1984: 441f., Weyhrich 1991/92: Part 4). In dieser Zeit, in der es aufgrund der vermehrten Nachfrage nach Apple-Computern erstmals zur Einstellung von Finanzfachleuten und Ingenieuren aus dem Valley-Bereich (insbesondere von Atari und HP) kam, entwickelte sich auch die für Apple typische Strategie der Beauftragung von Subunternehmen und Zulieferern, die wesentliche Komponenten lieferten, so daß Apple sich zeitraubende Tests ersparen konnte. Im Herbst 1977 stieg mit Arthur Rock (einem persönlichen Bekannten von Markkula) ein etablierter Risikokapitalgeber bei Apple ein; das Unternehmen bekam damit auch in Finanzkreisen einen zunehmend guten Ruf (vgl. Moritz 1984: 221ff.).

Entscheidend für den *kommerziellen Erfolg* war aber die Tatsache, daß Apple die aus der Homebrew-Orientierung resultierende offene Architektur gezielt nutzte. Durch eine *offene Informationspolitik* ermöglichte Apple externen Hard- und Softwareherstellern die Produktion von Zusatzkomponenten und Anwendungsprogrammen für den Apple II. Ein weiterer wesentlicher Faktor war das Diskettenlaufwerk, dessen Entwicklung und Verbreitung Apple maßgeblich vorantrieb.³⁷ Bereits im Januar 1978 konnte auf der kommerziellen

36 Hier hatte sich die Homebrew-Orientierung Wozniaks gegen den kommerzielle Orientierung von Jobs durchgesetzt, der für nur zwei Schnittstellen plädiert hatte.

37 In den Homebrew-Kontexten erfolgte die Datenspeicherung i.d.R. über Kassettenrecorder; die relativ langsame Datenübertragungsgeschwindigkeit stellte zunächst kein wesentliches Defizit dar, da die Programme relativ kurz waren. Die Diskettentechno-

Elektromesse Consumers Electronics Show in Las Vegas eine funktionierende Demonstrationsversion eines 5.25-Zoll-Laufwerks für den Apple II gezeigt werden.³⁸ Kurze Zeit später begann ein japanisches Unternehmen (Alps Electronic Company) im Auftrag von Apple mit der Herstellung großer Stückzahlen des an dem Shugart-Modell orientierten Diskettenlaufwerks, das dann von Apple im Juni 1978 erstmals zu einem Stückpreis von 495 Dollar vertrieben wurde. Damit war ein erschwingliches und effektives externes Speichermedium geschaffen, das es ermöglichte, kommerzielle Anwendersoftware für den Apple zu entwickeln und zu vertreiben. Anfang der achtziger Jahre existierten bereits über 15.000 verschiedene Softwareprogramme für den Apple II (Gabel 1991: 21).

In der Anfangsphase dieser Entwicklung erlangte das Tabellenkalkulationsprogramm VisiCalc (Visible Calculator) von Dan Bricklin und Bob Frankston besondere Bedeutung (vgl. Licklider 1989, Freiberger/Swaine 1984: 228ff., Levering/Katz/Moskowitz 1984: 129ff.). Daß dieses Programm zunächst nur auf dem Apple II lief, muß wiederum als ein *Zufall* verbucht werden, der in dieser Form nur in der Anfangsphase einer sich entwickelnden Technologie auftreten kann: Da die beiden Programmentwickler keinen Microcomputer besaßen, mußten sie ihre Idee eines Tabellenkalkulationsprogramms auf einem geliehenen Computer umsetzen, der zufälligerweise ein Apple II war. Bricklin und Frankston gründeten Software Arts und brachten im Oktober 1979 ihr Tabellenkalkulationsprogramm, das sie bereits im Mai mit großem Erfolg auf der vierten West Coast Computer Faire präsentiert hatten, für 100 Dollar (später 150 Dollar) auf den Markt. Das Programm war sehr erfolgreich; bis zum Sommer 1982 wurden über 300.000 Exemplare verkauft (Gabel 1991: 21). *Dieses Programm erschloß Apple endgültig den Markt der semi-professionellen Anwender:* Annähernd neunzig Prozent aller nach der Markteinführung von VisiCalc verkauften Apple II gingen in den Bereich Kleinunternehmen (Byte 1985: 174). Und da VisiCalc über ein Jahr lang nur in der Version für den

logie war durchaus bekannt, die Kosten für die von IBM angebotenen 8-Zoll-Laufwerke waren aber mit zunächst bis 3500 Dollar zu hoch, um eine ernsthafte Alternative darzustellen (vgl. Cook 1980).

- 38 Bereits während seiner Tätigkeit bei HP hatte Wozniak das 5.25-Zoll-Laufwerk von Shugart, das Ende 1976 auf den Markt kam, eingehend studiert und einen für den Apple II erforderlichen Controller entwickelt. Innerhalb weniger Wochen konstruierte er nun gemeinsam mit einem weiteren Apple-Mitarbeiter die notwendige Hard- und Software (vgl. Byte 1985: 167f., Byte 1985, 10, 9 [9], Freiberger/Swaine 1984: 225ff., Rose 1989: 61f., Weyhrich 1991/92: Part 5).

Apple II verfügbar war, konnte Apple auf diesem neuen Marktbereich zunächst (bis zur Entwicklung des IBM-PC 1981, vgl. Kap. 5.6) eine *Quasi-Monopolstellung* erreichen. Der Verkauf von VisiCalc und Apple II, von *Soft- und Hardware, stimulierte sich gegenseitig*; ein enormes Wachstum von Apple war die Folge: Im September 1978 waren 30 Mitarbeiter beschäftigt, der Umsatz betrug 7.8 Mio Dollar, 1980 erwirtschafteten 1000 Mitarbeiter bei einem Umsatz von knapp 120 Mio. Dollar bereits einen Gewinn von 7.8 Mio. Dollar, die Zahl der verkauften Apple II lag zu diesem Zeitpunkt bereits bei 130.000 Stück. Nach einem erneuten Zufluß von Venture Capital im Sommer 1979 (über 7 Mio. Dollar durch sechzehn US-Unternehmen) ging Apple im Januar 1980 schließlich sogar an die Börse, was ein zusätzliches Finanzpolster von über 80 Mio. Dollar schuf (Moritz 1984: 277f.).

5.5.1.3 Organisatorische Restrukturierung und der Versuch der Etablierung einer geschlossenen Architektur

Die zuletzt genannten Zahlen spiegeln die Entwicklung "from business to company" (Moritz 1984: 239) wider: Es wurde eine große Zahl neuer Mitarbeiter eingestellt, insbesondere von etablierten Computerfirmen wie HP, Intel und National Semiconductor. Damit hielt aber auch ein neuer Arbeitsstil Einzug in das Unternehmen: *Management und Entwicklung verloren den engen Kontakt zueinander, der in der ersten Unternehmensphase typisch gewesen war*, und die aus dem Homebrew-Kontext entstammenden Mitarbeiter der ersten Stunde im FuE-Bereich wurden zur Minderheit. Symptomatisch ist der Ausstieg von Wozniak im Jahre 1981: "I didn't want to be a manager; I was just an engineer, and I wasn't really needed there." (Byte 1985: 170) Apple wandelte sich von einem Garagenunternehmen mit Homebrew-Hintergrund zu einem Großunternehmen mit zunehmend traditionaler Orientierung und interner Differenzierung (vgl. Moritz 1984: 239ff.). Zum Ausdruck kam diese Entwicklungstendenz insbesondere in der Umstrukturierung von Apple in Abteilungen für Verkauf, Service, Produktion sowie Forschung und Entwicklung. In der FuE-Abteilung kam es darüber hinaus zu einer produktorientierten Separierung in verschiedene Forschungs-Bereiche, die sich jedoch letztlich nachteilig auswirken sollte: 1978 wurden verschiedene neue Projekte begonnen, u.a. das Projekt Annie, das zu einer verbesserten Version des Apple II mit maßgeschneiderten Chips führen sollte, insbesondere aber der Apple III sowie Lisa, der als ein sehr leistungsfähiger PC ausschließlich für den professionellen Bereich geplant

war.³⁹ Mit dem Apple III (als Nachfolger des Apple II) wurde erstmals die Entwicklung eines Apple-Computers nicht vom FuE-Bereich, sondern vom Management angestoßen. Der Apple III war damit der erste Computer, der von Apple *als Unternehmen* gebaut wurde (vgl. Moritz 1984: 293ff., Freiberger/Swaine 1984: 232ff.). Die Entwicklung unterlag engen Vorgaben bzgl. Leistungsanforderungen und Design, da das Management die Idee der Entwicklung einer Produktfamilie verfolgte. So sollte die für den Apple II entwickelte Software auch auf dem Apple III lauffähig sein, darüber hinaus sollte der gleiche Mikroprozessor wie beim Apple II verwendet werden, wodurch die Kapazitäten des neuen Computers jedoch eng begrenzt wurden (vgl. Morgan 1980). Divergierende Anforderungen aus verschiedenen Abteilungen führten zur Verzögerung der Entwicklungsarbeiten, so daß der Apple III im Mai 1980 auf der National Computer Conference in Anaheim, Cal. überstürzt vorgestellt wurde, was insofern unverständlich ist, als bis dahin 78.000 Apple II verkauft worden waren. Vermutlich spielte hier noch eine aus der Homebrew-Phase übernommene Vorstellung eine Rolle, daß die Neuentwicklung eines Computers nicht länger als einige Monate dauern dürfe. Nach der Auslieferung der ersten Exemplare kam es im Herbst 1980 zu Reklamationen der Kunden: Programmabstürze und defekte Festplatten waren eher die Regel als die Ausnahme. Die Produktion wurde vorübergehend gestoppt, bis im Januar 1981 die Fehlersuche abgeschlossen war; dies hatte einen erheblichen Imageverlust des Unternehmens zur Folge. Zudem war Apple bestrebt, die Software für den Apple III selbst zu entwickeln bzw. durch eng an das Unternehmen gebundene Softwarefirmen entwickeln zu lassen (Moritz 1984: 293, 303f.). Dies bedeutete jedoch den *Ausstieg aus dem sich selbst organisierenden Netzwerk unabhängiger Komponentenhersteller, das sich um den Apple II ausgebildet hatte*, was insofern kontraproduktiv war, als Apple damit wesentliche Kapazitäten für die Entwicklung neuer Programme nicht nutzte. Dies wurde vor allem in dem Moment problematisch, als sich herausstellte, daß Apple nicht in der Lage war, die entsprechende Software firmenintern herzustellen.

39 Lisa steht für Local Integrated Software Architecture. Der Lisa basierte auf dem Motorola 68000 als Mikroprozessor und war damit, als er Ende 1982 auf den Markt kam, der erste richtige 16-Bit-PC. Allerdings stand der hohe Preis von zunächst annähernd 10.000 Dollar einem Markterfolg entgegen. Erst die (weiter-)entwickelte und abgespeckte Version, die ein gutes Jahr später als Macintosh vorgestellt wurde und nur knapp über 2.000 Dollar kostete, wurde ab Mitte der achtziger Jahre zu dem Standbein von Apple, das den unternehmerischen Fortbestand sicherte (vgl. Williams 1983: 42f., Williams 1984).

Diese Entwicklung ist ein deutlicher Indikator für die *Schwierigkeiten der organisationalen Kopplung technologischer und ökonomischer Handlungsprogramme*, die im skizzierten Fall einseitig zu Lasten der technologischen Orientierung erfolgte und in den Versuch mündete, von der offenen Architektur abzurücken, die für den PC-Bereich bereits zu diesem Zeitpunkt konstitutiv war. Dabei zeigte sich sehr rasch, daß eine solche organisationale Schließung die Kapazitäten einzelner Unternehmen überstieg, zu verlängerten Entwicklungszeiten führte und letztlich *technologisch defizitäre Produkte erzeugte*. Daß Apple trotz des Debakels mit Apple III nach einigen unternehmensinternen Querelen im Frühjahr 1981⁴⁰ weiter expandierte, ist insbesondere auf den anhaltenden kommerziellen Erfolg des Apple II bzw. Apple IIe zurückzuführen: Im April 1981 beschäftigte Apple bereits über 1.500 Mitarbeiter, die Zahl der Apple-Einzelhändler betrug bereits 3.000, und in Irland wurde die erste außer-amerikanische Produktionsstätte eröffnet, um der wachsenden Nachfrage in Europa gerecht zu werden (vgl. Moore 1983, Freiburger/Swaine 1984: 237).

5.5.2 Der Einstieg etablierter Unternehmen in die PC-Herstellung

Nur vier Jahre nach Beginn der PC-Entwicklung war Apple eines der wenigen im PC-Markt verbliebenen Garagenunternehmen. Neben Apple, das 1980 einen Marktanteil von annähernd zwanzig Prozent aufweisen konnte, dominierten zu dieser Zeit mit Marktanteilen zwischen zwanzig und 25 Prozent zwei weitere Unternehmen den PC-Markt, deren Wurzeln allerdings *nicht* im Homebrew-Kontext lagen (vgl. Toong/Gupta 1983: 107): Commodore und Tandy/Radio-Shack. Sie waren vielmehr etablierte Unternehmen der Elektrobranche, die den im Homebrew-Kontext generierten technologischen Sachverstand in eine professionelle Unternehmung integrierten: Commodore durch den Kauf eines PC-Herstellers der ersten Stunde, Tandy/Radio Shack durch die Imitation des Altair. Mit dem Einstieg von Commodore und Tandy in die PC-Herstellung 1977 wurde die *Verdrängung der PC-Kleinhersteller der ersten Stunde eingeleitet*; durch die industrielle Herstellung zuverlässiger und einfach zu bedienender Geräte sowie deren professionellen Vertrieb wurde zudem die Ausweitung des PC-Markts auf einen breiten Anwenderkreis in den achtziger Jahren vorbereitet. Die Leistung beider Unternehmen lag wesentlich in der Generierung eines

40 Nach der in der Unternehmensgeschichte erstmaligen Entlassung von 40 Mitarbeitern im März 1981 (Black Wednesday) verließ Direktor Scott schließlich im Juli Apple (Freiburger/Swaine 1984: 237, Moritz 1984: 261).

Marktes jenseits des Homebrew-Kontexts: Commodore kreierte aufgrund seiner Preispolitik v.a. den Bereich der sog. Homecomputer, Tandy zielte hingegen stärker auf den semiprofessionellen Anwenderbereich.

5.5.2.1 *Der PET von Commodore*

Commodore Business Machines (kurz: Commodore) handelte in der ersten Unternehmensphase nach dem zweiten Weltkrieg v.a. mit Schreibmaschinen (vgl. McSummit/Martin 1989: 341ff., Levering/Katz/Moskowitz 1984: 108f.). Anfang der siebziger Jahre stellte das Unternehmen, dessen Firmensitz nach Silicon Valley verlegt worden war, im wesentlichen elektronische Taschenrechner her. Texas Instruments (TI), der Lieferant der dafür benötigten Halbleiterchips, begann Anfang 1975 selbst Taschenrechner herzustellen und versuchte, mittels Dumpingpreisen im Markt Fuß zu fassen, was bei Commodore zu massiven Verlusten führte.⁴¹ Um zukünftig von externen Halbleiterherstellern (und möglichen Konkurrenten) unabhängig sein zu können, kaufte Commodore im Oktober 1975 mit MOS-Technology eine Halbleiterfirma auf. MOS-Technology hatte nicht nur einen eigenen, äußerst preiswerten Mikroprozessor entwickelt (MOS-Tech 6502), sondern auf dessen Basis auch einen Bausatz-PC mit der Bezeichnung KIM-1 entworfen (Byte 1981, 6, 7, 304 [261]). Nach der Übernahme durch Commodore wurde schon bald eine professionellere Vermarktung dieses von MOS-Tech-Ingenieur Chuck Peddle entwickelten Konzepts unter dem neuen Namen Commodore PET (für Personal Electronic Calculator) angestrebt (vgl. Levering/Katz/Moskowitz 1984: 101f., McSummit/Martin 1989: 334f.). Im Dezember 1976 wurde der PET (mit dem 6502-Prozessor, 4 KByte RAM, 14 KByte ROM) in der Zeitschrift *Electronic Engineering Time* angekündigt. Bereits diese Ankündigung eines PC durch einen etablierten Hersteller von Elektronikgeräten führte dazu, daß beispielsweise das Garagenunternehmen Proc Tech seine Überlegungen aufgab, einen PC mit einem integrierten Keyboard und 64 KByte-Speicher für unter 1000 Dollar zu entwickeln (Freiberger/Swaine 1984: 118). Der PET wurde allerdings erst ausgeliefert, nachdem der Apple II bereits auf dem Markt war. Im Unterschied zum Apple II war für den Commodore PET lange Zeit kein Diskettenlaufwerk verfügbar, die Softwareproduktion dementsprechend vergleichsweise gering; auch war die technologische Auslegung des PET mit der des Apple II nicht ver-

41 Dieser Preiskrieg zwischen TI und Commodore war auch Ausgangspunkt der PC-Entwicklung durch MITS.

gleichbar. Der PET wurde von Commodore dementsprechend am untersten Ende der Preisskala für PCs angesiedelt und eher als *eine erweiterte Version des Taschenrechners* angesehen. Für die weitere Entwicklung des PC Anfang der achtziger Jahre spielte der PET aber auch deshalb keine entscheidende Rolle, weil er im wesentlichen auf dem europäischen Markt verkauft wurde, der hinsichtlich des technischen Entwicklungsstandes gegenüber dem US-Computermarkt einen ca. zweijährigen Rückstand aufwies. In Europa war der PET dann allerdings wesentlich an der Generierung des Marktes der sog. *Homecomputer* beteiligt - eine im Vergleich zum entstehenden PC-Markt aber bald zu vernachlässigende Größe.

5.5.2.2 Der TRS-80 von Tandy/Radio-Shack

Tandy Corporation, ursprünglich eine Ladenkette für Lederartikel, hatte Anfang der sechziger Jahre mit dem Unternehmen Radio-Shack eine vor dem Konkurs stehende Kette von Elektronikläden aufgekauft. Unter diesem unternehmerischen Dach expandierte Radio Shack wieder; in der Folgezeit wurden mehrere hundert Elektronik-Filialen überall in den USA eröffnet (vgl. Freiberger/Swaine 1984: 196ff., McSummit/Martin 1989: 479ff.). Ein Einkäufer von Radio-Shack - Don French - hatte 1975 von der Entwicklung des Altair gehört und ein Gerät erworben. Mithilfe der dadurch gewonnenen Kenntnisse entwickelte French einen eigenen Computer und stellte ihn der Marketingabteilung seines Arbeitgebers vor. Auch wenn Radio-Shack zunächst nicht an den Vertrieb eines PC über seine Filialen oder darüber hinaus an die Eigenproduktion eines PC gedacht hatte, so zeigte der sich rasch entwickelnde PC-Einzelhandel (insbesondere die Byte Shops) die kommerziellen Möglichkeiten auf. Radio-Shack beauftragte im Dezember 1976 Steve Leininger, einen Ingenieur des Halbleiterherstellers National Semiconductor, und Don French damit, für Radio Shack einen PC zu entwickeln. Der Prototyp konnte bereits im Januar 1977 dem Chef des Unternehmens, Charles Tandy, vorgestellt werden. Dieser willigte in die Entwicklung und Produktion eines solchen Geräts ein, das entsprechend der Unternehmensphilosophie von Tandy/Radio-Shack zu einem geringen Preis - angestrebt wurde zunächst ein Verkaufspreis von 199 Dollar - angeboten werden sollte (vgl. Hyman 1995: 413f.). Die Marketingabteilung von Radio-Shack ging zunächst von einem Jahresabsatz von 1000 Exemplaren aus, später wurde die Zahl auf 3000 erhöht.

Bereits im August 1977 wurde der TRS-80, so der Name des neuen PC, im Rahmen einer großangelegten Pressekampagne der Öffentlichkeit vorgestellt.

Der in einem Plastikgehäuse fertig montierte Computer, der zu einem Preis von zunächst 600 Dollar verkauft wurde, basierte auf dem 8-Bit-Mikroprozessor von Zilog (Z80) und besaß 4 KByte-RAM und ROM-Speicher, außerdem konnte über eine Schnittstelle ein normaler Kassettenrecorder als externer Speicher angeschlossen werden (vgl. Stine 1985, 198f.). Neben dem Tandy-eigenen Betriebssystem (TRS-DOS) wurde zunächst eine ebenfalls eigenentwickelte einfache BASIC-Version (Level I BASIC) mitgeliefert, später dann auch eine erweiterte Version von Microsoft (vgl. Ichbiah 1993: 68). Viele Radio-Shack-Filialen zeigten sich zunächst reserviert gegenüber der neuen Technologie, der Verkaufserfolg des TRS-80 übertraf aber bald alle Erwartungen: Innerhalb eines Monats wurden annähernd 10.000 Geräte verkauft, was insbesondere auf den *niedrigen Preis* und das *professionelle äußere Design* des PC zurückzuführen ist, womit Käuferschichten außerhalb des Bereich der Hobbybastler angesprochen wurden. Ein ähnlicher Stimulus war auch das Textverarbeitungsprogramm Electric Pencil von M. Shroyer, das Tandy bald zusammen mit dem TRS-80 vertrieb (McSummit/Martin 1989: 314, vgl. Kap. 5.3.3.2). Als Folge des kommerziellen Erfolgs eröffnete Radio-Shack im Herbst 1977 spezielle Computerläden, in denen neben dem eigenen PC auch die Geräte anderer Hersteller vertrieben wurden. Ende Mai 1979 wurde das Nachfolgemodell TRS-80-II präsentiert, das, ergänzt durch ein Diskettenlaufwerk und einen Drucker, insbesondere *professionelle Anwender* ansprechen sollte. 1980 folgte der TRS-80-III, der neben einem 16KByte-Speicher auch über eine achtfarbige Graphik verfügte.

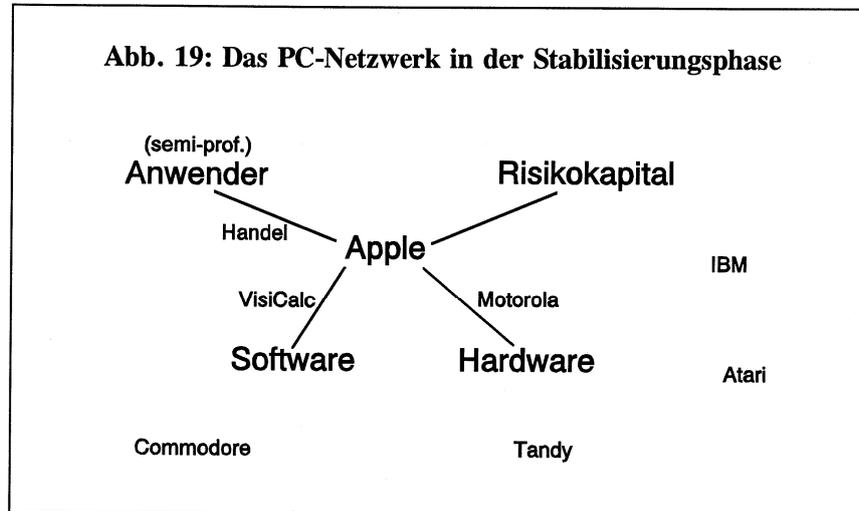
Im Unterschied zu Apple nutzte Tandy die vertikale Desintegration der sich entwickelnden PC-Industrie *nicht zum Aufbau eines Netzwerks von Komponentenherstellern*, die TRS-kompatible Produkte herstellten und damit für einen längerfristigen ökonomischen Erfolg des PC sorgten. Tandy entwickelte nicht nur - wie Apple - sein eigenes Betriebssystem, sondern veröffentlichte zudem keine Informationen über die Hard- und Softwarespezifikationen ihres Produkts. Folge war, daß die für den TRS-80 verfügbare Anwendersoftware von Tandy selbst hergestellt bzw. in Lizenz übernommen und angepaßt werden mußte und die Käufer ein Softwareprodukt erwarben, das nur auf dem TRS-80 lauffähig war. Umgekehrt profitierte der Käufer eines TRS-80 (und damit letztlich auch Tandy) nicht von der zunehmenden Zahl von Hard- und Softwareprodukten, die Ende der siebziger Jahre von unabhängigen Herstellern auf den Markt gebracht worden waren (vgl. Gabel 1991: 20f., 38).

5.5.3 Bilanz der Stabilisierungsphase: Kopplung von Technologie und Ökonomie

Mit Apple, Commodore und Tandy begann im PC-Bereich eine Entwicklung, die Siegel (1986) treffend mit "from movement to industry" beschreibt: Mit den genannten PC-Herstellern entstanden *erstmalig strategiefähige Akteure* in der Form stabiler, kommerziell orientierter Organisationen. Mit dieser Kopplung von Technik, Ökonomie und Kapitalmarkt war eine *doppelte Abschließung gegenüber dem Homebrew-Kontext* verbunden, der die Entstehung des PC wesentlich getragen hatte: Auf Seiten des Herstellungskontexts verloren die Visionen des freien Informationsaustauschs und der individuellen (d.h. programmierenden) interaktiven Computernutzung an Bedeutung; und im Zusammenhang mit der Überführung der PC-Technologie in eine industrielle Herstellung größeren Maßstabs kam es auf Seiten des Anwendungskontexts zur Generierung eines neuen Markts von technologisch kaum noch kompetenten PC-Nutzern, die vermehrt auf kommerziell erzeugte Software angewiesen waren. Während bei Apple diese Transformation in der Unternehmensentwicklung selbst sichtbar wurde, griffen Commodore und Tandy auf die PC-Bewegung und deren technologisches Wissen gewissermaßen von außen zu - mit Folgen für die konkrete Form der Stabilisierung der PC-Technologie:

(a) Trotz der Probleme mit dem Apple III kann die wesentliche Bedeutung von Apple für die PC-Entwicklung in der erfolgreichen Überführung der zunächst nur auf personaler Ebene bestehenden Kopplung der technologischen und ökonomischen Orientierung in einen organisationalen Kontext gesehen werden, der eine massenhafte Produktion von PCs erst ermöglichte. Entscheidend war dabei neben der unternehmerischen Professionalisierung insbesondere die *Übernahme und Nutzung der im Homebrew-Kontext generierten offenen Architektur des PC*, indem Apple andere Hard- und Softwarehersteller mit detaillierten Informationen über die Hardwarekonfiguration sowie das Apple-eigene Betriebssystem versorgte. Auf der Basis eines technologischen Entwicklungsstands, der insbesondere im Bereich der Speichertechnologie über die rudimentären Anfänge der Homebrew-Erfindungen hinausging, konnte damit ein *Netzwerk von Herstellern* entstehen. Dieses Netzwerk bildete die Grundlage für eine rekursive Stimulierung verschiedener Hard- und Softwareentwicklungen, welche schließlich zu der *eigendynamischen Entwicklung* führte, die für die PC-Industrie der achtziger Jahre kennzeichnend werden sollte. Der aus diesem Zusammenhang resultierende unternehmerische Erfolg von Apple Anfang der achtziger Jahre ist dabei wesentlich in einem First-Mover-Effekt begründet. Dabei darf nicht übersehen werden, daß es sich bei der Etablierung der offenen

Architektur und dem Aufbau von Netzwerkstrukturen zwischen Hard- und Softwareentwicklern kaum um eine gezielte Managementstrategie von Apple handelte; denn die Entwicklung der Jahre 1979 und 1980 war im Voraus nicht abzusehen. Vielmehr handelte es sich um ein *Trial-and-Error-Management*, das wesentlich in den nicht vorhandenen FuE-Kapazitäten von Apple und der weitgehenden Unbekanntheit des (potentiellen) Marktes begründet lag (vgl. Daghfous/White 1994: 279). Diese experimentelle Produktion konnte allerdings nur durch ein intraorganisational noch weitgehend unstrukturiertes Unternehmen geleistet werden.



(b) Die Entwicklung bei Tandy/Radio-Shack illustriert dagegen einen *fehlgeschlagenen Versuch der Stabilisierung der neuen Technologie*, was insbesondere auf die fehlende Orientierung am sozio-technischen Kern zurückgeführt werden kann, der im Homebrew-Kontext begründet worden war. Die organisationale Kopplung der technologischen und der ökonomischen Handlungsprogramme war auf Dauer nicht erfolgreich, insofern leistete Tandy nur eine halbierte Stabilisierung im Rahmen der PC-Entwicklung: Der anfängliche Verkaufserfolg von Tandy basierte nicht auf einer großen Zahl von Anwenderprogrammen im Gefolge einer offenen Architektur, die den PC für den Nutzer attraktiv machten, sondern auf dem niedrigen Preis und der professionellen Vertriebsstruktur von Radio-Shack. Diese Vorteile wogen in den Jahren 1977-78, in denen die Softwareindustrie ebenso wie der Vertrieb des PC über den Einzelhandel erst im Entstehen begriffen waren, die Nachteile der von Tandy gewählten geschlos-

senen Architektur zunächst noch auf, so daß Tandy 1978 einen Marktanteil von annähernd fünfzig Prozent verbuchen konnte (vgl. Grindley/McBryde 1990: 231, Toong/Gupta 1983: 107). Dieser Versuch einer rein intraorganisationalen Stabilisierung der Technologie in Form einer geschlossenen Architektur konnte im Rahmen einer raschen technologischen Entwicklung nicht lange erfolgreich sein. Mit der zunehmenden Zahl von Softwareprogrammen, die von unabhängigen Programmierern für solche PCs entwickelt wurden, deren Hard- und Softwarekonfigurationen öffentlich gemacht worden waren, sank der Marktanteil von Tandy 1981 bereits unter zwanzig Prozent und lag damit hinter dem des Apple II zurück, für den zu diesem Zeitpunkt mehrere tausend Anwenderprogramme vorlagen (Gabel 1991: 21).

5.6 Die Durchsetzung des PC (1981-1985): Die Etablierung eines dominanten Designs als Folge des Einstiegs von IBM

Zu Beginn der achtziger Jahre stellte die PC-Industrie einen rasch expandierenden Sektor dar, etwa zwei Dutzend Unternehmen verkauften zusammen über 700.000 PCs (Drüke 1992: 63). Allerdings war die neue Technologie auch durch eine kaum mehr überschaubare *Vielfalt der Produktkonfigurationen* gekennzeichnet: So konnte im Hardwarebereich zwischen Geräten von Tandy, Commodore, Apple und verschiedenen kleineren Herstellern sog. S-100-PCs gewählt werden, die in der Regel auf 8-Bit-Prozessoren basierten. An eine weitgehende Kompatibilität der unterschiedlichen Hardware (im heutigen Sinne) war jedoch nicht zu denken. Auch im Softwarebereich hatte sich zu diesem Zeitpunkt *noch kein übergreifender Standard* herausgebildet: Die PCs von Tandy und Apple liefen mit firmeneigenen Betriebssystemen, die S-100-PCs auf den unterschiedlichen Varianten des CP/M-Betriebssystems (vgl. Gabel 1991: 20f.).

Entscheidend für die Durchsetzung des PC war die Öffnung eines bisher in seiner Größenordnung nur in Ansätzen erkennbaren Marktsegments: Die professionelle Anwendung im Bereich von Handel, Wirtschaft und Wissenschaft. Angestoßen wurde diese Entwicklung durch den Eintritt von IBM in den PC-Markt im Sommer 1981, wobei es in der Folge in einem Prozeß der rekursiven Stimulierung von Marktnachfrage, Hard- und Softwareentwicklung bald zu einer Standardisierung des PC kam, die von keinem der beteiligten Unternehmen letztlich kontrolliert werden konnte. Diese *Ausbildung und Festigung eines dominanten Designs* im Sinne einer weitgehenden Standardisierung der Systemkonfiguration, die von den bisher auf dem Markt befindlichen Produkten

abwich, war wiederum Grundlage für eine stürmische kommerzielle und technologische Entwicklung im PC-Bereich.⁴²

5.6.1 Die Ausgangslage bei IBM

1980 überschritt der Umsatz, der auf dem US-amerikanischen PC-Markt erzielt wurde, die Summe von einer Milliarde Dollar; er war damit zu einer ökonomischen Größe geworden, die auch von IBM als einem dominierenden Computer-Hersteller in den USA nicht mehr vernachlässigt werden konnte. Gerade die Tatsache, daß trotz der Expansion der PC-Industrie zu dieser Zeit erst zehn Prozent der ca. 14 Millionen Kleinunternehmen in den USA einen PC besaßen, ließ den PC auch für IBM als lohnenswerte Investition erscheinen (Chopsky/Leonsis 1988: 10). Zudem war der Marktanteil von IBM im Bereich der Großcomputer in den siebziger Jahren von sechzig auf vierzig Prozent abgesackt, und dies in einem Marktsegment, das durch die zunehmende technologische Leistungsfähigkeit der sog. Minicomputer und die Vernetzung von Workstations zunehmend geschmälert wurde. Im Bereich der Minicomputer selbst stand IBM in scharfer Konkurrenz zu DEC, Wang Laboratories und Data General Corporation.

Erste Versuche von IBM, einen Kleincomputer zu entwickeln, waren bereits Mitte der siebziger Jahre angelaufen. Zu diesem Zweck war 1968 die IBM-Einheit Entry Level Systems (ELS) in Boca Raton (Florida) gegründet

42 Für die PC-Anbieter, die Anfang der achtziger Jahre dominierten, hatte diese Standardisierung einer neuen Systemkonfiguration durchaus unterschiedliche Folgen: Commodore wurde (zunächst) in den Homecomputerbereich abgedrängt, wobei der Anfang 1982 vorgestellte Commodore 64 mit einer Verkaufszahl von über 20 Millionen Exemplaren schließlich zum meistverkauften Computer aller Zeiten wurde. Tandy übernahm nach starken Marktverlusten mit dem TRS-80 Modell 2000 (Malloy 1984) schließlich die Standardkonfiguration; alleine Apple konnte aufgrund der offenen Architektur und einer attraktiven graphischen Benutzeroberfläche (insb. beim Macintosh) die gewählte Konfiguration bei einem Marktanteil von acht bis zehn Prozent in den nächsten Jahren durchhalten. Folge war eine bi-polare Akteurstruktur: Auf Basis des sich herausbildenden IBM-Standards entstand ein Netzwerk verschiedener Hersteller (PCs, Mikroprozessor, Software), das auf einen Marktanteil von ca. achtzig Prozent kam; daneben existierte ein zweites Netzwerk aus Apple, Motorola (der als Mikroprozessorhersteller MOS-Tech ablöste) und verschiedenen Softwareherstellern (u.a. Atari) (vgl. Drüke 1992: 65ff.). Im Folgenden wird auf dieses zweite Netzwerk nicht weiter eingegangen. Wenn von Standardisierung die Rede ist, ist die Entwicklung der IBM-Kompatibilität gemeint (vgl. Kap. 5.6.4 und 5.6.5).

worden, die im Gesamtkonzern jedoch isoliert war. 1975 wurde der IBM 5100 Portable Computer (48 KByte ROM, 16 KByte RAM) zu einem im Kleincomputerbereich nicht akzeptablen Preis von zunächst 20.000 Dollar auf den Markt gebracht. Selbst das Nachfolgemodell 5110, das in etwa das Leistungsspektrum des TRS 80 aufwies, kostete noch 10.000 Dollar. Angesichts geringer Verkaufszahlen wurde das Gerät 1977 wieder vom Markt genommen. Der Grund für diesen Fehlschlag war neben technischen Defiziten und dem hohen Preis insbesondere die Tatsache, daß nur IBM-eigene Software, die primär auf Bedürfnisse der etablierten EDV im Mainframe-Bereich abzielte, auf diesem Computer lauffähig war (Chopsky/Leonsis 1988: 6, 31). Ende der siebziger Jahre arbeitete man dann an dem Bürocomputer System-23-Datamaster (als Nachfolge-Modell des 5100) mit einer 8-Bit-Architektur und einem von IBM selbst entwickelten Betriebssystem; dieser kam allerdings erst im Juli 1981 zum Preis von 9.830 Dollar auf den Markt. Da bei IBM in der Regel hunderte von Programmierern gleichzeitig an der Entwicklung von Betriebssystemen beteiligt waren, wurde das Betriebssystem des System-23-Datamaster extrem kompliziert; zudem mußte die Hardwarekonfiguration zweimal grundsätzlich geändert werden, was die Entwicklung erheblich verzögerte (vgl. Bradley 1990: 414, Carrol 1993: 22ff., Wallace/Erikson 1993: 162, 165, 193f.).

Der raschen Entwicklung im PC-Segment sowohl im Markt- als auch im Technologiebereich stand bei IBM also eine Firmenphilosophie bzw. Organisationskultur gegenüber, die (u.a. aufgrund der jahrelangen Dominanz auf dem Computermarkt) wesentlich durch langsame und komplizierte Entscheidungsabläufe geprägt war. Kennzeichnend für das bei IBM vorherrschende Muster der *vertikalen Integration* waren die stark hierarchische Organisationsstruktur, extrem lange Entwicklungszeiten und das Bestreben, ein Produkt vollständig selbst herzustellen.⁴³

5.6.2 Das Grundkonzept des IBM-PC

Die negativen Erfahrungen mit Eigenentwicklungen im Bereich kleiner Computer und das Bestreben, möglichst schnell in den zunehmend lukrativeren PC-Markt einzusteigen, führte bei der Entwicklung des ersten IBM-PC zu einem *radikalen Bruch* mit der traditionellen Organisationskultur von IBM (vgl.

43 Eine Ausnahme stellten allein die Mikroprozessoren dar - in dieser komplizierten Technologie fehlte IBM das Know-how.

Carroll 1993: 23, Chopsky/Leonsis 1988: 107, Gabel 1991: 39).⁴⁴ Der Entwicklungszeitraum von nur einem Jahr, den man für den IBM-PC eingeplant hatte, war bei einem Rückgriff auf IBM-interne FuE-Kapazitäten nicht einzuhalten. Realisierbar erschien das Vorhaben nur durch den Aufkauf eines bereits existierenden PC-Unternehmens oder aber durch die Zusammenstellung eines PC auf Basis bereits auf dem Markt befindlicher technologischer Komponenten verschiedenster Hersteller. Das IBM-Management entschied sich für den zweiten Weg. Die Entwicklung des PC sollte dabei wesentlich in einer sog. unabhängigen Geschäftseinheit (IBU für Independent Business Unit) geleistet werden, die *weitgehend losgelöst vom IBM-Konzern und dessen internen Entscheidungsstrukturen* operieren sollte. Mit der Wahl dieser organisationalen Struktur - von Konzernchef John Opel treffend "a company within a company" (Gabel 1991: 22) genannt - betätigte sich der IBM-Konzern letztlich nur als (organisationsinterner) Risikokapitalgeber: "IBM had to use it's money instead of it's people's talent to invent a workable machine." (Chopsky/Leonsis 1988: 10)⁴⁵

William D. Lowe, Direktor von Entry Level Systems, stellte eine zwölfköpfige Task Force zusammen, deren personelle Zusammensetzung von ihm selbst bestimmt werden konnte. Mit diesem Vorgehen war die Hoffnung verbunden, daß es so zu einer Zusammenstellung möglichst innovativer Mitarbeiter (mit dem spirit of counterculture) im eher trägen IBM-Konzern kommen würde. Diese Arbeitsgruppe erhielt den Auftrag, den Prototyp eines PC zu entwickeln, die Möglichkeiten der Produktion und Vermarktung zu klären sowie dem Management von IBM nach einem Monat (!) Bericht zu erstatten. Bereits in dieser frühen Phase fielen die für die weitere Entwicklung des PC in den achtziger Jahren wesentlichen und für IBM revolutionären Designentscheidungen hinsichtlich des zu entwickelnden IBM-PC (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 20ff.):

44 Erleichtert wurde dieses Vorgehen auch durch die allgemeine Einschätzung des IBM-Managements, daß es sich beim PC im Vergleich zum Mainframe-Bereich auch in Zukunft nur um ein relativ kleines Firmensegment von IBM handeln werde, so daß die Entscheidung zunächst ohne große finanzielle Bedeutung für IBM sein würde.

45 Damit imitierte IBM ein Verfahren, das viele Unternehmensentwicklungen im Silicon Valley ermöglicht hatte, wie Don Estridge, der spätere Leiter der IBM-PC-Entwicklungsgruppe, in einem Interview 1983 formulierte: "We were allowed to develop like a startup company. IBM ... gave us management guidance, money, and allowed us to operate on our own" (zit. nach Langlois 1990: 97).

(a) *Offene Architektur*: Auf der Basis des bereits mit dem Altair zugrundegelegten Bus-Konzepts sollte der IBM-PC als offenes Komponentensystem entwickelt, die Spezifikationen des PC sollten veröffentlicht werden. Vorbild war hier insbesondere der Apple II; sein Erfolg hatte deutlich gemacht, daß nur eine offene Architektur eine rasche Entwicklung der für den kommerziellen Erfolg eines PC notwendigen Software durch Dritte möglich macht: "From the beginning, we decided to publish data concerning all the hardware and software interfaces. Anyone designing an adapter or a program to run on the IBM PC would get as much information as we had available." (Bradley 1990: 416) Zu dieser Designentscheidung waren die IBM-PC-Entwickler auch durch die rigide Zeitvorgabe gezwungen, die es unmöglich machte, die Software IBM-intern nach Abschluß der Hardwareentwicklung zu konzipieren. Vielmehr wurde eine *kombinierte Hard- und Softwareentwicklung* ins Auge gefaßt, in der ausgewählte Hard- und Softwareunternehmen entsprechende technische Informationen bzw. Prototypen zur Verfügung gestellt bekommen sollten.

(b) *16-Bit-Mikroprozessor*: Während die auf dem Markt befindlichen PCs in der Regel mit 8-Bit-Mikroprozessoren liefen, optierte die Arbeitsgruppe - insbesondere im Hinblick auf den potentiellen Anwenderbereich von Handel und Wirtschaft - für die elaboriertere 16-Bit-Technik. 1980 wurden entsprechende Prozessoren von Motorola (68000), National Semiconductor (16032) und Intel (8086 und 8088) produziert. Die Wahl fiel schließlich auf den *technologisch am wenigsten ambitionierten Intel 8088*.⁴⁶ Die generelle Präferenz der Arbeitsgruppe für einen Intel-Prozessor ist u.a. darauf zurückzuführen, daß viele der Mitarbeiter aus IBM-Projekten stammten, die bereits mit Intel-Prozessoren gearbeitet hatten. Für die Wahl des Intel 8088 waren im wesentlichen die Befürchtung der Arbeitsgruppe ausschlaggebend, das CMC könnte das Projekt stoppen, wenn die Leistungen des PC denen der weitaus teureren Minicomputer von IBM zu nahe kommen würde. Außerdem lagen für diesen Prozessor bereits alle notwendigen Peripherie-Chips vor, die Software-Entwicklungen waren bereits angelaufen, und eine Umstellung auf den Intel 8086 schien ohne große Probleme möglich (vgl. Carroll 1993: 36, 128, Cringely 1992: 151).

(c) *Verzicht auf IBM-eigene Hardware-Komponenten*: Bei den etablierten Computerherstellern, insbesondere aber bei IBM, war eine starke vertikale Integration der Produktion Tradition, d.h. das Bestreben, einen möglichst hohen

46 Der Intel 8088 stellt eine Kombination von 8- und 16-Bit-Technik dar: Einer internen 16-Bit-Daten-Verarbeitung steht ein jeweils nur 8 Bit umfassender Datentransfer mit der Peripherie des Prozessors gegenüber, so daß die 16 Bit-Kapazität nur teilweise genutzt werden kann.

Anteil an Komponenten eines Produkts im eigenen Konzern herzustellen. Dies bedeutete aufgrund strenger interner Qualitätskontrollen zwar einerseits in der Regel einen hohen Zuverlässigkeitsgrad der Komponenten, andererseits aber hatte diese Strategie auch lange Entwicklungszeiten zur Folge. Der Faktor Zeit war im Mainframe-Bereich für den Marktführer IBM lange ohne entscheidende Bedeutung; die Entwicklung eines PC hätte bei einer derartigen Strategie jedoch mindestens zwei bis drei Jahre benötigt (Gabel 1991: 40). Außerdem war hinsichtlich der Auslastung der PCs nicht von einem 24-Stunden-Betrieb (wie im Mainframe-Bereich) auszugehen, so daß keine ähnlich hohen Verlässlichkeitsanforderungen gestellt werden mußten. Andererseits bedeutete die Entscheidung für den Rückgriff auf externe Hersteller von PC-Komponenten, daß der IBM-PC bereits bei seiner Fertigstellung ein technologisches Alter von ca. drei bis fünf Jahren aufwies.

(d) *IBM-fremde Software* (Betriebssystem, Programmiersprache, Anwenderprogramme): Die Entscheidung für einen 16-Bit-Mikroprozessor zog die Neuentwicklung eines entsprechenden Betriebssystems zwangsläufig nach sich, da die Betriebssysteme, die zu diesem Zeitpunkt auf dem Markt waren, für 8-Bit-Prozessoren ausgelegt waren. Auch für die Entscheidung, nicht auf eine IBM-interne Entwicklung eines PC-Betriebssystems zu warten, sondern auf einen externen Zulieferer zurückzugreifen, war wesentlich der *rigide Zeitplan* verantwortlich; außerdem spielten die negativen Erfahrungen mit der Entwicklung IBM-eigener Betriebssysteme beim 5100 und dem Datamaster eine entscheidende Rolle. Geplant wurde allerdings, Software (Anwenderprogramme), die von Drittfirmen entwickelt werden sollten, unter dem IBM-Label in Lizenz zu vertreiben (Carroll 1993: 24, 28f., 40f.).

(e) *Vertrieb über den Einzelhandel*: Ein Vertrieb über die IBM-Verkaufsmannschaften kam aufgrund der Preisstruktur und des potentiellen Marktes für den PC nicht in Betracht. Deshalb wurde - in Orientierung an der bereits gut entwickelten Praxis im PC-Bereich - ein Vertrieb über bereits existierende PC-Einzelhändler wie ComputerLand und Scars Business Centers präferiert (vgl. Drüke 1992: 64, Carroll 1993: 38f.).

Die skizzierte Konzeption wurde vom IBM-Management im August 1980 ohne große Änderungen gebilligt; die Arbeitsgruppe wurde zu einer Produkt Development Group aufgestockt. Deren 26 Mitarbeiter sollten in den folgenden sechzig Tagen einen voll funktionsfähigen Prototyp entwickeln, der dann ausgewählten Hard- und Softwareentwicklern zur Verfügung gestellt werden sollte, um zeitsparende Parallelentwicklungen zu ermöglichen. Anfang Oktober erfolgte das endgültige Plazet des IBM-Managements: Das Project Chess zur Entwicklung des Acorn, wie es in der für IBM typischen Geheimsprache hieß,

begann; an ihm wirkten bald ca. 150 IBM-Mitarbeiter mit. Als Leiter wurde Philip D. Estridge eingestellt, der in Boca Raton an der Entwicklung des Betriebssystems für den Minicomputer Series 1 mitgearbeitet hatte und - was unter IBM-Beschäftigten eine Ausnahme war - privat bereits Nutzer eines PC war: des Apple II.

5.6.3 *Das Betriebssystem DOS: Die Zusammenarbeit von IBM und Microsoft*

Das für den IBM-PC konzipierte Betriebssystem sollte für die weitere PC-Entwicklung in den achtziger Jahren von wesentlicher Bedeutung sein. Deshalb wird im Folgenden auf dessen Entstehung ausführlicher eingegangen.

Im Rahmen des Projekts Chess kam es zu einer engen Zusammenarbeit der PC-Entwicklungsgruppe mit dem Softwarehersteller Microsoft, der im Herbst 1980 gerade 35 Mitarbeiter beschäftigte (Wallace/Erikson 1993: 191, vgl. Kap. 5.3.3.2). Microsoft sollte das Betriebssystem und die Programmiersprachen für den IBM-PC entwickeln und stand deshalb in engem Kontakt zu IBM.⁴⁷ Die Entscheidung für Microsoft und gegen Digital Research, dem Ende der siebziger Jahre führenden Hersteller von PC-Betriebssystemen, der auch schon an einem CP/M für 16-Bit-Prozessoren arbeitete, muß letztlich als Zufall verbucht werden: IBM hatte zunächst angenommen, Microsoft würde neben dem BASIC auch das CP/M herstellen - ein Hinweis auf die mangelhaften Kenntnisse bei IBM über den PC-Bereich -, war aber von Microsoft bzgl. des Betriebssystems zunächst an Digital Research verwiesen worden.⁴⁸ Aufgrund heute wohl nicht mehr restlos zu klärender Umstände kam es aber zu keiner schnellen Einigung über eine Zusammenarbeit von IBM und Digital Research (vgl. Wallace/Erik-

47 Andere Zulieferer (Hardware-Hersteller) im IBM-PC-Projekt blieben dagegen lange Zeit im Unklaren über die Tragweite des Kontakts mit IBM, da IBM eine exzessive, aus dem Mainframe-Bereich stammende Geheimhaltungspolitik betrieb.

48 Digital Research und Microsoft pflegten Ende der 70er Jahre ein stillschweigendes Abkommen dahingehend, daß Digital Research im wesentlichen Betriebssysteme und Microsoft darauf aufbauende Programmiersprachen vertrieb und Kunden bei Bedarf an das jeweils andere Unternehmen weiterverwiesen wurden. Seit 1979 wurde die Aufteilung des Marktes von beiden Seiten nicht mehr ganz strikt eingehalten: Digital Research begann eine BASIC-Version (CBASIC) zu vertreiben, Microsoft reagierte darauf mit der Lizenzierung des Betriebssystems UNIX (als XENIX) - allerdings waren beide Programme keine starke Konkurrenz auf dem jeweils angestammten Markt von Digital Research bzw. Microsoft (vgl. Wallace/Erikson 1993: 170f.).

son 1993 174f., McSummit/Martin 1989: 125f., Slater 1987: 258f., PC Live 1996). Anfang November 1980 verpflichtete IBM deshalb Microsoft vertraglich mit der Entwicklung eines Betriebssystems für den Intel 8088. Bereits Ende November 1980 lieferte IBM die ersten Prototypen des PC an Microsoft, um die *zeitgleiche Entwicklung von Hard- und Software* zu ermöglichen.

Um den rigiden Zeitplan einzuhalten, unter dem die Entwicklungsarbeit stand, griff Microsoft, das bisher kaum Erfahrung mit der Neuentwicklung von Betriebssystemen hatte, auf eine für den Intel 8086 bereits vorliegende Version von Tim Paterson von Seattle Computer Products zurück, dem sog. Q-DOS (Quick and Dirty Operating System), das seit September 1980 vertrieben wurde (vgl. Wallace/Erikson 1993: 138f., 176f.). Im Januar 1981 kam es zu einem Lizenzvertrag zwischen Seattle Computer Products und Microsoft.⁴⁹ Erst der Rückgriff auf diese Fremdentwicklung machte es Microsoft möglich, in der kurzen Zeit, die IBM für die Softwareentwicklung eingeplant hatte, sowohl ein Betriebssystem - MS-DOS - als auch Programmiersprachen herzustellen.

Die schließlich entwickelte Software verkaufte Microsoft nicht an IBM, vielmehr erfolgte auf Betreiben von IBM eine *Überlassung der Software gegen Lizenzgebühren*. IBM hatte von Beginn des PC-Projekts an nicht die Absicht, Eigentumsrechte an der Microsoft-Software zu erwerben. Dies lag insbesondere daran, daß IBM auf alle Fälle die Möglichkeit vermeiden wollte, als Eigentümer der Software von anderen Softwareherstellern verklagt zu werden. Hintergrund waren die immer wieder auftretenden Ähnlichkeiten der Softwareprogramme (auch im Mainframe-Bereich) und die sich daraus ergebenden Copyright-Probleme (Wallace/Erikson 1993: 180f.).⁵⁰ Für die weitere Entwicklung

49 Bei Unterzeichnung des Lizenzvertrags kam es zu einer einmaligen Zahlung von 10.000 Dollar an Seattle Computer Products, außerdem verpflichtete sich Microsoft bei jeder Weitergabe der Software an Dritte zu einer Zahlung von jeweils weiteren 10.000 Dollar sowie zusätzlich 5.000 Dollar, wenn der sog. Quellcode Teil der Sublizenz war. Insgesamt zahlte Microsoft schließlich nur 25.000 Dollar, da der einzige Lizenznehmer IBM war, was Seattle Computer Products zum Zeitpunkt der Vertragsunterzeichnung nicht wußte. Ende Juli 1981 erwarb Microsoft für weitere 50.000 Dollar dann die Eigentumsrechte an dem 86er-DOS von Seattle Computer Products, nachdem Microsoft Hinweise über ein vermehrtes Interesse auch anderer Hardware-Hersteller an einem Betriebssystem für einen 16-Bit-PC erhalten hatte. Zum Vergleich: 1991 setzte Microsoft ca. 200 Mio. Dollar mit dem Verkauf von MS-DOS um (Wallace/Erikson 1993: 186f., 194f.).

50 Schon bald stellte sich heraus, daß diese Befürchtung berechtigt war: Digital Research monierte die große Ähnlichkeit des DOS-Betriebssystems für den IBM-PC mit dem CP/M, die ihre Ursache in der Entstehungsgeschichte von MS-DOS hatte (vgl. Slater 1987: 259f., McSummit/Martin 1989: 127f.).

im PC-Bereich sollte diese Entscheidung folgenreich sein, da IBM mit dem Eigentumsverzicht jegliche Kontrolle über die Herstellung von Anwendersoftware aus der Hand gab und damit den *Grundstein für eine Eigendynamik der PC-Entwicklung* legte, die weit über die bewußte Entscheidung von IBM hinausging, eine offene Architektur zu installieren, um auf diese Weise rasch auf den Markt zu gelangen. Wäre das Betriebssystem in das Eigentum von IBM übergegangen, so wäre - ähnlich wie im Mainframe-Bereich - der Zugang von Softwareherstellern durch IBM wahrscheinlich limitiert worden, um eine Kontrolle über den Markt zu behalten und schließlich doch eine tendenziell geschlossene Architektur zu installieren. Indem Microsoft aber Eigentümer des Betriebssystems blieb, wurde die bereits bestehende *vertikale Desintegration der PC-Industrie massiv gestärkt*, da Microsoft in der Folgezeit den Zugang zum Betriebssystem aus eigenem Interesse gerade nicht limitierte, sondern Lizenzen an andere Hardwarehersteller vergab (Gates 1994). Damit wurde nicht nur die Etablierung einer Softwareindustrie auf DOS-Standard ermöglicht, vielmehr kam es (in Wechselwirkung mit der Hardwareentwicklung) so zur *Ausbildung des IBM-PC zum De-facto-Standard der PC-Industrie* Mitte der achtziger Jahre. Allerdings konnte dieser Prozeß von IBM nicht dominiert werden, mit der Folge, daß IBM durch die Entwicklung IBM-identischer Hardware durch Dritthersteller (sog. Klonierung) bereits nach wenigen Jahren die Kontrolle über den Markt verlor (vgl. Kap. 5.6.5).

5.6.4 *Der IBM-PC und die Entwicklung von Hard- und Software durch Dritthersteller*

Am 12. August 1981 stellte IBM auf einer Pressekonferenz in New York den IBM 5150 PC vor. In der Grundversion mit dem Intel 8088, 16 KByte RAM, 40 KByte ROM, dem Betriebssystem PC-DOS sowie einem Systembus mit fünf Erweiterungssteckplätzen kostete der PC 1565 Dollar.⁵¹ Das Gerät - für das mit dem Charlie Chaplin-Tramp als Werbefigur schnell das Image eines freundlichen (IBM-)Computers aufgebaut werden konnte - bestand zum geringsten Teil aus IBM-Komponenten: von Intel kam der Mikroprozessor, Tandon Corporation lieferte das Diskettenlaufwerk, der Netzadapter kam von Zenith Corporation, SCI Systems fertigte die Chipplatine, Epson Corporation lieferte

51 Eine erweiterte Versionen mit 64 KByte RAM und einem 160 KByte Diskettenlaufwerk kostete 2.880 Dollar.

den erste Drucker. Allein die Assembly Card der CPU und das (von den Käufern heftig kritisierte) Keyboard wurden von Einheiten des IBM-Konzerns geliefert, nachdem sich diese in Ausschreibungen gegen externe Konkurrenten durchsetzen konnten. Als IBM-Eigentum wurde *nur eine einzige Komponente patentiert*: der sog. ROM-BIOS-Chip. Damit, so die Annahme von IBM, werde ein rasches Kopieren (Klonen) des Geräts verunmöglicht - eine falsche Annahme, wie sich bald herausstellen sollte (vgl. Lemmons 1981, Chopsky/Leonsis 1988: 68, 76f., 88f., 91, Wallace/Erickson 1993: 207).

Die Verkaufszahlen des IBM-PC übertrafen alle Erwartungen: Bereits in den Monaten Oktober bis Dezember 1981 konnten über 13.500 Geräte abgesetzt werden, 1982 waren es 225.000, 1983 über 420.000. 1984 erreichte der IBM-PC einen (Welt-)Marktanteil von 33 Prozent, Apple kam nach 20 Prozent 1981 nur noch auf 11 Prozent (Gabel 1991: 24). Dieser rasche kommerzielle Erfolg kann *nicht* (primär) durch eine technologische Überlegenheit des IBM-PC erklärt werden, denn dieser war in seinen einfacheren Versionen nicht leistungsfähiger als der Apple II. Der Erfolg ist vielmehr zum einen darauf zurückzuführen, *daß IBM als etablierter Büromaschinenhersteller dem PC ein neues Marktsegment öffnete*: den professionellen Bereich, der bisher von der PC-Technologie kaum Notiz genommen hatte.⁵² Im Gegensatz zu den unbekanntenen Kleinunternehmen war allein der Name IBM eine Garantie für die Solidität des angebotenen Produkts. You can't be fired for buying an IBM war nicht umsonst ein geflügeltes Wort in US-Wirtschaftskreisen: "IBM's entry legitimized personal computers in the eyes of corporate managers heretofore skeptical of the need so supplement their large central computers." (Siegel 1986: 115)

Der gute Name von IBM in Verbindung mit der offenen Architektur war aber auch ein entscheidender Faktor für die *geradezu explosionsartige Entwicklung von Software* für den IBM-PC: Bei der Präsentation des IBM-PC im August 1981 konnte IBM nur auf einige wenige IBM-PC-kompatible Anwendungsprogramme zurückgreifen, die von unabhängigen Unternehmen geschrieben worden waren (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 110, Lemmons 1981: 32f.),

52 Dies lag zum einen an technischen Unzulänglichkeiten, u.a. der begrenzt leistungsfähigen Software oder dem wenig nutzerfreundlicher 40-Zeichen-Display des Apple-PC, welches Wozniak vor dem Hintergrund entworfen hatte, daß die ersten PC-Nutzer aus dem Homebrew-Kontext in der Regel ein Fernsehgerät, das nur eine begrenzte Zahl von Zeichen pro Zeile darstellen konnte, als Ausgabemedium benutzen. Zum anderen spielte der geringe Bekanntheitsgrad der anbietenden Firmen eine wichtige Rolle, was gerade bei neuen Technologien zu einem eher risikoaversen Kaufverhalten führt (vgl. Byte 1984: A70, Hergert 1987: 84f.).

auf der im November 1981 stattfindenden Computermesse Comdex präsentierten eine Vielzahl unabhängiger Softwareunternehmen bereits über hundert Programme, 1984 waren 11.000 (in der Regel auf MS-DOS basierende) Softwareprogramme lieferbar. Während 1982 noch 85 Prozent der auf dem Markt befindlichen Softwareprogramme für den Apple II geschrieben worden waren, reduzierte sich deren Anteil 1983 auf nur noch 35 Prozent (Gabel 1991: 24). Der Mechanismus der *wechselseitigen Stimulierung von Hard- und Softwareverkäufen* erfuhr im Falle des IBM-PC eine weitere (zeitliche) Beschleunigung durch das Renommee von IBM: Viele kleine Softwareentwickler warteten die Marktentwicklung gar nicht erst ab, sondern rechneten aufgrund des Images des Unternehmens fest mit einem kommerziellen Erfolg des IBM-PC und begannen gewissermaßen blind mit der Softwareentwicklung, so daß sehr rasch eine größere Zahl von Anwendungsprogrammen für den neuen PC vorlagen.

Eine prominente Rolle spielt auch hier - ähnlich wie beim Apple II mit VisiCalc - ein Tabellenkalkulationsprogramm: Lotus 1-2-3, das im Januar 1983 auf den Markt kam. In die Entwicklung dieses Programms hatte die Lotus Development Corp. (Cambridge, Mass.) nahezu 4 Mio. Dollar investiert, obwohl bei (bzw. bald nach) der Einführung des IBM-PC zwei weitere Tabellenkalkulationsprogramme präsentiert worden waren: VisiCalc und Multiplan von Microsoft. Beide waren aber im Vergleich zu Lotus 1-2-3 weniger leistungsfähig. In den ersten drei Monaten des Jahres 1983 verdreifachten sich die Verkaufszahlen des IBM-PC (vgl. Williams 1982, Cringely 1992: 181). Ähnlich wie bei Apple und VisiCalc ergaben sich also auch hier wechselseitige Stimulationseffekte von Hard- und Software: Da Lotus 1-2-3 zunächst nur auf dem IBM-PC lief, wurde entsprechende Hardware nachgefragt (und umgekehrt). Damit verstärkte sich zudem die Position des Betriebssystems MS-DOS von Microsoft.⁵³ Anders als in den Zeiten der 8-Bit-Rechner gab es nun nicht mehr eine Vielzahl ähnlicher, jedoch nicht voll kompatibler Versionen eines Betriebssystems (CP/M), sondern ein Betriebssystem, das sich allmählich zum Standard

53 Microsoft war auf dem Markt der Anwenderprogramme mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Multiplan ein direkter Konkurrent von Lotus. Angeblich versuchte Microsoft zunächst, den kommerziellen Erfolg von Lotus 1-2-3 dadurch zu verhindern, daß man die 1982 laufende Überarbeitung von DOS (zu DOS 2.0 als erweitertes Betriebssystem für den IBM-PC/XT) bewußt erst nach dem Erscheinen von Lotus 1-2-3 (das noch auf DOS 1.1 basierte) auf den Markt brachte und einige Bugs einbaute, die zu einem Abstürzen des Anwenderprogramms führten (Wallace/Erikson 1993: 224f.). Eine für Microsoft kontraproduktive Strategie, hätte sie Erfolg gehabt, da die weite Verbreitung von Lotus 1-2-3 letztlich für Microsoft von Vorteil war, da so DOS zum Standardbetriebssystem avancierte.

entwickelte. Die zunehmende Dominanz von MS-DOS erleichterte ihrerseits die Vermarktung der Anwendersoftware, da die DOS-basierten Programme auf einer zunehmenden Zahl von PCs lauffähig waren.

Wesentlich für die rasche Softwareentwicklung war auch die *offene Informationspolitik von IBM*, das alle Informationen über Hardware-Konfiguration (insbesondere die Bus-Spezifikation) und Betriebssystem sowie Programmiersprache veröffentlichte und Dritthersteller zur Produktion von *IBM-PC-kompatibler Software* ausdrücklich ermutigte. Ähnliches gilt auch für die Entwicklung von Hardware-Komponenten durch Dritte, die wesentlich von der offenen Architektur des IBM-PC profitierte und die unmittelbar nach der Vorstellung des IBM-PC begann. Auch hier setzten die meist kleinen Unternehmen, ohne erste Verkaufszahlen abzuwarten, bei ihren Entwicklungen auf den kommerziellen Erfolg des IBM-Geräts. Martin Alpert von Tecmar (Cleveland), einem Unternehmen, das auf der Computermesse Comdex im November 1981 in Las Vegas bereits 26 Hardware-Zusatzkomponenten für den IBM-PC anbieten konnte, formulierte beispielsweise: "If the IBM PC won big, then we'd win big. If the win was a small one, well, we could at least recoup our costs." (zit. n. Chopsky/Leonsis 1988: 114, vgl. 116ff.).

Schließlich spielten auch die Medien eine wichtige Rolle, denn der IBM-PC erzeugte eine positive Resonanz in der Presse, vor allem in den Computermagazinen, die zum größten Teil den Werbeinteressen der Herstellerindustrie dienten. Dies führte zu einem bandwagon effect in Wirtschafts- und Finanzzeitungen, womit das Käufersegment erreicht wurde, auf das IBM gezielt hatte (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 130ff.).⁵⁴

5.6.5 Die Ausbildung eines dominanten Designs und die Klonierung des IBM-PC

Der Erfolg des IBM-PC kann allerdings weder ausschließlich auf das IBM-Image noch auf seine technologische Überlegenheit zurückgeführt werden; ausschlaggebend war vielmehr die Übernahme des Konzepts der offenen Ar-

⁵⁴ 1983 gab es bereits ca. ein Dutzend monatlich und ca. zwanzig wöchentlich erscheinende Magazine, die exklusiv dem IBM-PC gewidmet waren (Chopsky/Leonsis 1988: 136f.). Die Aufmerksamkeit, die der PC in der Öffentlichkeit gewann, dokumentierte sich in der Tatsache, daß bereits im Januar 1983 das Time-Magazine in seiner alljährlichen Prämierung einer bedeutenden Persönlichkeit nicht einen Politiker oder Unternehmer, sondern den PC als Machine of the Year auswählte (Time 1983).

chitektur, das den sozio-technischen Kern des PC bildete. Dies läßt sich anhand der Versuche konkurrierender Computerhersteller, in den Jahren 1982 und 1983 ebenfalls 16-Bit-PCs auf den Markt zu bringen, anschaulich belegen. Obwohl diese dem IBM-PC technologisch überlegen waren und/oder preislich günstiger lagen, waren sie allesamt nicht erfolgreich:

- So verfügte der Victor 9000 des Büromaschinenherstellers Kidde über eine stärkere Rechnerleistung, höhere Speicherkapazität und bessere Grafiken (vgl. Lemmons 1982);
- der Zenith-Z-100 war mit zwei Prozessoren ausgerüstet, so daß sowohl 8- wie auch 16-Bit-Software verwendet werden konnte;
- der HP-150 besaß ebenfalls mehr Leistung und einen größeren Speicher und verfügte zudem über einen Touch-Screen, der es dem Anwender ermöglichte, durch Bildschirmberührung mit dem PC zu interagieren (vgl. Haas 1984);
- der DEC-Rainbow-100 besaß ebenso mehr Leistung und einen größeren Speicher;
- der Radio Shack 2000, der im Herbst 1983 als Reaktion auf den IBM-PC auf den Markt gebracht wurde, basierte sogar auf einem Intel 80186 (vgl. Cringely 1992: 191f.).

Aber - und dies war entscheidend - diese PCs waren nicht voll kompatibel mit dem IBM-PC, was sich in dem Augenblick als entscheidender Konkurrenznachteil erwies, als vermehrt Anwenderprogramme für genau diesen PC entwickelt wurden. Damit ist auf den eigentlichen Vorzug des IBM-PC verwiesen: Die Übernahme der - erstmalig von Apple unternehmerisch umgesetzten - Idee der offenen Architektur, die letztlich auf die (nicht bewußte) Übernahme des Leitbilds der PC-Gründergeneration zurückzuführen ist. Mit der *Übernahme dieses sozio-technischen Kerns* konnten gleichzeitig die Vorteile der vertikalen Desintegration einer Industrie genutzt werden, die (aufgrund des extrem schnellen technologischen Wandels) durch technologische Unsicherheit sowie durch hohe Marktunsicherheit geprägt war. Diese Unsicherheiten machten eine eigenständige Weiterentwicklung aller Komponenten der Technologie selbst durch einen etablierten Konzern unmöglich; vielmehr war die Entwicklung der Technologie auf einen simultanen Lernprozeß in vielen verschiedenen industriellen Einheiten angewiesen (vgl. Langlois 1990: 100f.).

Die Übernahme des in der Entstehungsphase zugrundegelegten sozio-technischen Kerns des PC - offene Architektur und vertikalen Desintegration der PC-Industrie - ermöglichte die rasche Dominanz des IBM-PC im Bereich der professionellen Anwender: Insbesondere aufgrund der raschen Entwicklung von Anwenderprogrammen kam es zur *Ausbildung eines De-facto-Industrie-*

Standards des PC: Das dominante Design (Anderson/Tushman 1990) des PC bestand aus einem Intelprozessor (zunächst dem Intel 8088), dem Betriebssystem MS-DOS sowie dem IBM-Bus und bildete in den folgenden Jahren den Kernpunkt eines *rasch expandierenden Netzwerks von Hard- und Softwareherstellern*. Zusätzlich gefestigt wurde dieser De-facto-Standard auch durch die Tatsache, daß die Hersteller von Betriebssystem (Microsoft) und Mikroprozessor (Intel) bei der Weiterentwicklung ihrer Produkte im eigenen Interesse auf eine Abwärts-Kompatibilität achteten, d.h. alte Anwendersoftware war auch auf neuen Produktgenerationen noch lauffähig.⁵⁵

Endgültig gefestigt wurde der IBM-Standard aber nicht durch die (anfängliche) Dominanz von IBM im PC-Markt, sondern durch eine Entwicklung, die zur endgültigen *Loslösung des PC-Standards von einem Unternehmen* führen und damit die vorherrschende Stellung von IBM selbst Mitte der achtziger Jahre beenden sollte: das *Klonieren*, d.h. das Kopieren des IBM-PC durch andere PC-Hersteller. Prominentester Vertreter war hier das erst im Februar 1982 gegründete Unternehmen Compaq Computer, das bereits im November des gleichen Jahres einen vollkommen IBM-kompatiblen PC auf den Markt brachte, der rasch hohe Verkaufszahlen erreichte (vgl. Dahmke 1983).⁵⁶ Die prinzipielle Möglichkeit des Klonierens - d.h. die Herstellung eines PC, bei dem alle für den IBM-PC entwickelten Soft- und Hardwarekomponenten genutzt werden können - ist wesentlich auf die Tatsache zurückzuführen, die zunächst den raschen Erfolg des IBM-PC begründet hatte: Der IBM-PC bestand nämlich

55 Gerade im Bereich des Betriebssystems war dann allerdings auch ein gewisser lock-in-Effekt die Folge: Das MS-DOS ist trotz seiner technologischen Beschränkungen (begrenzt adressierbarer Arbeitsspeicher, keine simultane Ausführung mehrerer Programme), die im Laufe der sich weiterentwickelnden Hardwareentwicklung, insbesondere des Mikroprozessors, deutlich wurden, bis heute das Standardbetriebssystem geblieben ist (vgl. Gates/Myhrvold 1989: 47). Das von Microsoft 1987 auf den Markt gebrachte Windows, das die genannten Defizite beheben sollte, lief erst Anfang der neunziger Jahre zufriedenstellend und blieb technologisch suboptimal, da es gewissermaßen das DOS nur umhüllt. Das ursprünglich gemeinsam von Microsoft und IBM entwickelte, schließlich aber nur von IBM vertriebene OS/2 stellt dagegen ein völlig neues Betriebssystem dar, das sich aber bisher gegen das Standardsystem DOS nicht durchgesetzt hat. Erst das 1995 von Microsoft in Eigenregie entwickelte Windows 95 sowie Windows NT scheinen eine Ablösung von DOS einzuleiten.

56 Compaq erzielte bereits 1983 mit dem Verkauf von 47.000 PCs einen Umsatz von 111 Mio. Dollar, 1985 waren es bereits 505 Mio. Dollar, 1987 dann über 1.000 Mio. Dollar (Gabel 1991: 25f., Chopsky/Leonsis 1988: 211). Der erste PC-Klon wurde bereits im Juni 1982 von Columbia Data angeboten (Byte 1982), erreichte aber keine hohen Verkaufszahlen.

kaum aus IBM-eigenen Komponenten (vertikale Desintegration), und IBM hatte alle Spezifikationen des PC veröffentlicht (offene Architektur). Die Hardware-Komponenten des IBM-PC konnten deshalb ebenso wie das Betriebssystem auch von anderen PC-Herstellern erworben und zu einem PC zusammengesetzt werden, einzig für den von IBM mit Urheberschutz belegten ROM-BIOS-Chip mußte eine andere technologische Lösung gefunden werden, was über den Prozeß des reverse engineering aber sehr schnell gelang.⁵⁷ Bald mußten die PC-Hersteller dieses technologische Problem nicht mehr selbst lösen, da die Firma Phoenix Technologies (Boston) eine Chip-Komponente für 25 Dollar auf den Markt brachte, die dem IBM-ROM-BIOS-Chip technologisch äquivalent war (Cringely 1992: 202). Bereits 1984/85 konnten die Klon-Produzenten bei der Herstellung eines PC im wesentlichen auf drei Unternehmen zurückgreifen, welche die kritischen PC-Komponenten fertigten, die für eine Klonierung erforderlich waren: Phoenix Technologies, Chips & Technologies und Western Digital Corporation. Damit waren die sog. Markteintrittsbarrieren auf dem PC-Markt abgesenkt worden; 1986 gab es weltweit bereits ca. 350 Hersteller von PC-Klons (vgl. Minderlein 1989: 250ff., Gabel 1991: 26, vgl. Cringely 1992: 207ff.). Verstärkt wurde diese Entwicklung durch die Tatsache, daß Microsoft sich als Eigentümer des Betriebssystems bei Vertragsabschluß mit IBM die Möglichkeit vorbehalten hatte, MS-DOS an weitere PC-Hersteller in Lizenz zu vergeben (vgl. Kap. 5.6.3) und insbesondere in den Jahren 1982 und 1983 massiv versuchte, Digital Research und das konkurrierende CP/M-Betriebssystem vom Markt zu drängen. Ebenso war Intel aufgrund der zunehmenden Konkurrenz aus Japan auf dem Markt für Mikroprozessoren am Verkauf seiner Mikroprozessoren an andere PC-Hersteller interessiert.

Wesentlich für den Erfolg der Klons war nicht nur eine hundertprozentige Kompatibilität mit dem IBM-PC, sondern auch ein preislicher und/oder technologischer Vorsprung gegenüber dem IBM-PC, da das IBM-Image den Käufern durchaus einen Aufpreis wert war. Die zunehmende Zahl von Klons eher unbekannter Hersteller führte deshalb zu radikalen Preissenkungen auf dem PC-Markt und stellte gleichzeitig auch einen *massiven Anreiz zur technologischen Weiterentwicklung* dar: So war bereits der erste Compaq-PC leistungsfähiger als der IBM-PC, zudem bei einem Gewicht von 14 kg gerade noch transportabel und mit seinem Basispreis von 2995 Dollar um 800 Dollar billiger als das vergleichbare IBM-Modell (vgl. Dahmke 1983).

57 Die Veröffentlichung auch dieses Codes durch IBM diente ursprünglich - so die IBM-Idee - gerade dazu, ein *verdecktes* Kopieren zu verhindern (Cringely 1992: 198).

Mit der erfolgreichen Klonierung war der Grundstein zu einer Entwicklung gelegt, in der IBM die anfängliche Dominanz über den selbst initiierten Prozeß der Standardisierung im PC-Bereich mehr und mehr verlor. Dabei muß aber beachtet werden, daß nicht sinnvoll davon gesprochen werden kann, daß IBM mit seinem PC bewußt einen Standard gesetzt und kontrolliert hat bzw. die Option dazu hatte. Vielmehr bestand in der Frühphase der Entwicklung für IBM ein first mover-Vorteil, der mit zunehmender Konkurrenz gerade deshalb so schnell eingebüßt wurde, weil ein technologischer Vorsprung des IBM-PC nicht bestand.

5.6.6 Die Rückkehr zum Big Blue-Prinzip

Die Pluralisierung der PC-Anbieter und die abnehmende Bedeutung von IBM sind allerdings nicht nur auf die Marktentwicklung zurückzuführen, sondern auch auf IBM-interne organisationale Prozesse nach der erfolgreichen Entwicklung des PC. Der rasche kommerzielle Erfolg des IBM-PC und die damit einhergehende Ausweitung der PC-Produktion führten dazu, daß ein Außen-seitersegment des IBM-Konzerns zunehmende Aufmerksamkeit im zentralen Management erregte. Folge war letztlich eine organisationale Re-Integration der fast völlig selbstständig operierenden PC-Einheit in die Konzernstruktur. Sichtbar wurde dies durch die Eingliederung der zuvor relativ selbstständig operierenden Einheit Entry Level Systems in den IBM-Konzern im August 1983.⁵⁸ Damit wurden wesentliche Designentscheidungen bezüglich der Folgeprodukte des IBM-PC aus dem Verantwortungsbereich der Entwicklungsgruppe genommen. Im Januar 1985 wurden auch das Marketing und der Vertrieb des PC Abteilungen übertragen, die für den gesamten IBM-Bereich verantwortlich waren. Im Juni wurde ein Großteil der Führungsmannschaft der Entry Systems Division, die nunmehr auch für den PC zuständig war, aus Florida in die Nähe der IBM-Zentrale in Armonk verlegt; zudem wurden IBM-Kontrollmechanismen eingeführt: "There would be no more of the them-against-us attitude that had inspired the spirit of defiance in the old days at Boca Rotan." (Chopsky/Leonsis 1988: 190) Zugleich erhöhte sich die Mitarbeiterzahl der Einheit von 4.000 auf

⁵⁸ Inwieweit diese Maßnahme von einem traditionell dem Mainframe-Bereich entstammenden Management insbesondere deshalb ergriffen wurde, um die PC-Entwicklung im eigenen Konzern in den Griff zu bekommen und eine Gefährdung der etablierten Produktbereiche zu vermeiden, muß und kann hier nicht entschieden werden (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 108f., Carroll 1993: 94).

über 10.000, wobei die Ausrichtung der neu aufgenommenen Produktionseinheiten eher von traditionellen Auffassungen über die Datenverarbeitung geprägt war. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß *mit dieser Entwicklung eine Organisationsstruktur geschaffen wurde, die mit der PC-Architektur weitgehend inkompatibel war* (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 149f., 182f., Carroll 1993: 66).

5.6.6.1 Die ersten kommerziellen Mißerfolge von IBM

Während die Fertigstellung des IBM-PC-XT⁵⁹ - einer verbesserten Version des ersten IBM-PC - im März 1983 mit nur einmonatiger Verzögerung noch im Zeitplan erfolgte, galt dies für alle danach folgenden IBM-Entwicklungen im PC-Bereich nicht mehr. Wesentlich verantwortlich für die Verzögerungen waren IBM-interne Qualitätsanforderungen, der Versuch, die Entwicklung von Zusatzkomponenten zunehmend IBM-intern zu leisten, geringere Freiräume der Entwicklungsgruppen bei abnehmender Entscheidungskompetenz hinsichtlich wesentlicher Designentscheidungen sowie aufwendige Abstimmungsprozesse zwischen verschiedenen Abteilungen des Konzerns, die zudem in der Regel über übergeordnete Stellen zu laufen hatten u.ä. (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 139f., 142ff., 152f., 166f., 177f., Carroll 1993: 68, 84ff.). Die ursprünglich für Juli 1983 geplanten Einführung des IBM-PCjr. (vgl. Archer 1984), mit dem IBM den Homecomputermarkt betrat, erfolgte faktisch erst *nach* dem für diesen Marktbereich existentiellen Weihnachtstermin 1983 und war im Folgenden trotz eines immensen Werbeaufwands und verbesserter Hardwarekonfiguration *ökonomisch ein Mißerfolg*, so daß die Produktion im Juni 1984 bei einem Lagerbestand von 350.000 nicht verkaufter Exemplare gestoppt und im Frühjahr 1985 das Projekt von IBM offiziell für beendet erklärt wurde (vgl. Chopsky/Leonsis 1988: 162, 186). Allerdings war das Gerät, das auf einem Intel 8088 basierte, technologisch auch nicht konkurrenzfähig; zudem lag sein Preis 1000 Dollar über dem konkurrierender Homecomputer (vgl. Carroll 1993: 69f.).⁶⁰ Auch der im Februar 1984 vorgestellte IBM Portable war wegen seines hohen Gewichts und der veralteten Technologie (Intel 8088, keine

59 XT steht für Extended Technology: zum Preis von 4.995 Dollar erhielt der Käufer einen PC mit dem Intel 8088, 128 KByte RAM, 10 MByte ROM (Festplatte), einem 360 KByte-Diskettenlaufwerk sowie DOS 2.0.

60 Das IBM-Management hatte die Pläne der Entwicklungsgruppe durchkreuzt, einen Homecomputer zu konstruieren, der zu einem vollwertigen PC aufgerüstet werden konnte; die Folge waren defizitäre Hardwarekapazitäten (Vose/Shuford 1984: 328f.).

Festplatte) nicht konkurrenzfähig, so daß er nur 16 Monate nach seiner Markteinführung aus dem IBM-Programm genommen wurde.

5.6.6.2 Die zweite Generation des IBM-PC: Rückkehr zum Mainframe-Denken?

Auf die zunehmende Zahl technologisch mindestens gleichwertiger Intel 8088- bzw. 8086-basierter PC-Klons, mit denen IBM preislich nicht konkurrieren konnte, reagierte IBM im August 1984 mit der Vorstellung der zweiten Generation des IBM-PC: Den IBM-PC-AT zum Preis von 5.795 Dollar, der auf dem Intel 80286 basierte und mit einer 20 MByte-Festplatte sowie einem neuen Diskettenlaufwerk (3.5-Zoll, 1.2 MByte) ausgestattet war und so *einen technologischen Vorsprung vor den Klons garantieren sollte*.⁶¹ Allerdings gab es mit dem AT einige Probleme: Die Entwicklung dauerte erheblich länger als beim XT, und die Festplatte funktionierte zunächst nicht, weil die Controllerkarte des Zulieferers Western Digital defekt war. Auch war der Prozessor 80286 von Intel nicht für den PC sondern für UNIX-Großcomputer konstruiert worden, so daß die bestehenden DOS-Anwendungsprogramme die Kapazität des Prozessors nicht voll nutzen konnten und zudem bei Ausnutzung der höheren Prozessorgeschwindigkeit nicht fehlerfrei funktionierten (vgl. Malloy/Vose/Clune 1984, Chopsky/Leonsis 1988: 174f., 205f., Cringely 1992: 204f., Carroll 1993: 74).

Der AT war insofern ein *Resultat eines für IBM typischen Mainframe-Denkens*, als vom Management angenommen wurde, daß mit diesem Rechner auf Jahre hinaus Maßstäbe für den professionellen Bereich gesetzt werden könnten und nicht nur für die Zeitdauer von eineinhalb Jahren, die sich immer deutlicher als Lebenszyklus einer PC-Generation abzeichneten. Deshalb sah man auch kein Problem in der Tatsache, daß das für den AT-Prozessor geplante IBM-eigene, leistungsfähigere Betriebssystem (das spätere OS/2) erst 1986 und damit zwei Jahre nach der Markteinführung der Hardware verfügbar sein würde.⁶² Ein solches Vorgehen der temporären Entkopplung von Hard- und

61 Angeblich hatte IBM zunächst versucht, von Intel die Eigentumsrechte an dem neuen Prozessor (Intel 80286) zu erwerben und so eine weitere Klonierung durch Einsatz ökonomischer Macht zu verhindern (Carroll 1993: 72).

62 Letztlich kam die erste, noch mit vielen Fehlern behaftete Version von OS/2 erst im Dezember 1987 auf den Markt. Selbst 1995 wird noch darüber spekuliert, ob sich OS/2 in seiner neuesten Form auf dem PC-Markt gegen Systeme von Microsoft durchsetzen wird. Die ersten Verkaufszahlen von Windows 95 (65-70% Marktanteil bei Betriebssystemen gegenüber 3 Prozent für OS/2) lassen Zweifel aufkommen (vgl. Pardey 1995).

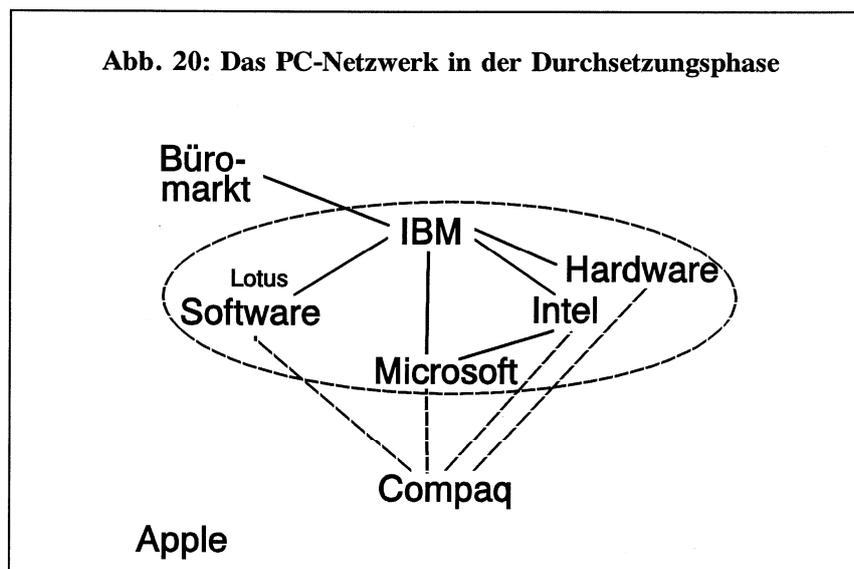
Softwareentwicklung war im Mainframe-Bereich durchaus normal und für den Verkauf der Hardware nicht hinderlich (vgl. Carroll 1993: 95f.).

Mit einer Geschäftstaktik, die für den Mainframe-Bereich nicht unüblich war, versuchte IBM daraufhin, eine zumindest *temporäre Einschränkung der vertikalen Desintegration der PC-Industrie* zu erreichen, indem man alle bei Intel verfügbaren 80286er Prozessoren aufkaufte, um so konkurrierenden PC-Herstellern eine Klonierung zu verunmöglichen. Dieses Vorgehen verzögerte zwar das Auftreten der ersten Klons. Als 1985 aufgrund der vermehrten Nachfrage nach 286er Prozessoren deren Herstellung nicht nur preiswerter wurde, sondern auch die Entwicklung schnellerer 286er-Prozessoren möglich wurde, besaß IBM jedoch eine große Zahl nicht mehr konkurrenzfähiger Prozessoren dieses Typs. Während IBM die technischen Defekte des neuen PC zu beheben versuchte, entwickelte Compaq bereits einen 286er Klon (Compaq Deskpro 286), der nur ein halbes Jahr nach der Vorstellung des IBM-PC-AT auf den Markt kam und mit einer weitaus höheren Prozessorgeschwindigkeit preiswerter als der AT war. Erst der im August 1986 vorgestellte IBM-PC XT 286 (mit Intel 80286, 640 KByte RAM, 20 MByte ROM, zum Preis von 3.995 Dollar, vgl. Byte 1986) hob die technologischen Defizite des AT auf, kam aber im Vergleich zur Konkurrenz ein Jahr zu spät und war weitaus langsamer als bereits auf dem Markt befindliche AT-Klons (Carroll 1993: 73f., 136, Chopsky/Leonsis 1988: 210, 215).

In der zweiten Hälfte des Jahres 1986 verlor IBM schließlich vollends die Führungsrolle im PC-Bereich. Nachdem IBM die angekündigte Einführung eines PC auf der Basis des neuen Intel 80386 immer wieder verschieben mußte, brachte schließlich Compaq, ohne auf IBM zu warten, vor dem wichtigen Weihnachtstermin selbst einen solchen Computer auf den Markt: Den Compaq Deskpro 386, der mit dem IBM-PC XT 286 kompatibel war und gleichzeitig die Potentiale des Intel 80386-Prozessors voll ausnutzte (vgl. Thompson/Allen 1986, Chopsky/Leonsis 1988: 211). Hintergrund war hier auch die vertikale Desintegration der PC-Industrie: Intel hatte mit dem neuen 80386er Prozessor auf dem hart umkämpften Mikroprozessormarkt einen Vorsprung erlangt, der verlorengegangen wäre, wenn man auf IBM gewartet hätte. Um die Vorteile der Neuentwicklung ökonomisch zu verwerten, *löste sich Intel schließlich aus der engen Verbindung zu IBM* und wandte sich Compaq zu (Carroll 1993: 129f.). 1986 übertraf die Zahl der verkauften Klon-PCs erstmals auch die der IBM-PCs, 1987 wurden schließlich 4.5 Mio. Klons, aber nur 1.6 Mio. IBM-PCs gekauft (Gabel 1991: 26).

5.6.7 Bilanz der Durchsetzungsphase: Vom persönlichen Computer zur Massenware PC

Die beschriebenen Ereignisse zeigen die zunehmende Eigendynamik, die die PC-Entwicklung in den achtziger Jahren gewonnen hatte. Sie ist im wesentlichen eine Folge der Überführung der Technologie in das *neue Marktsegment der professionellen Anwender*, die von IBM als dem Computerhersteller mit dem größten Renommee in Wirtschaftskreisen geleistet wurde. Vor dem Auftreten des IBM-PC hatte dieser Markt nicht existiert, da die Wirtschaft der neuen Technologie sowie den neuen Herstellern, die oftmals mit ökonomisch unorthodoxen Methoden arbeiteten, zunächst mißtrauisch und abwartend gegenübergestanden hatte. Neben der Größe und Finanzkraft dieses Marktes wurde die *eigendynamische, von keinem der beteiligten Akteure kontrollierbare Entwicklung* aber erst ermöglicht durch eine Designentscheidung, die bereits in der Anfangsphase der PC-Genese getroffen wurde: Die Auslegung des PC als offenes Komponentensystem in Verbindung mit einer offenen Architektur.



Mit dem Einstieg von IBM veränderte sich allerdings die soziale Konstellation des Herstellungs- und Anwendungskontextes des PC; und damit verschob sich auf die Bedeutung der in der Frühphase getroffenen Festlegung (vgl. dazu auch Pfaffenberger 1988).

Die Begründer der PC-Technologie verbanden mit dieser Designentscheidung, die durch die enge wechselseitige informationelle Kopplung rasch stabilisiert worden war, die Vision eines persönlichen und kreativen Computers, der durch eine transparente Technik einer Demokratisierung der Computernutzung und der Emanzipation vom technischen Sachzwang der Großcomputer dienen sollte. Mit dem Übergang zur industriellen Produktion für einen Massenmarkt wurde die *PC-Herstellung jedoch aus dem sozialen Kontext der Computerfreaks und Hobbybastler herausgelöst*. Damit verlor die ursprüngliche Vision sowohl für die Herstellung als auch für die Nutzung der neuen Technologie schnell an Bedeutung - ohne allerdings vollkommen wirkungslos zu werden. Vielmehr ermöglichte die als sozio-technischer Kern in den PC eingeschriebene Designentscheidung die rasche kommerzielle und technologische Entwicklung der vertikal desintegrierten PC-Industrie, in der organisational unabhängige, aber aufeinander angewiesene Entwicklungen im Hard- und Softwarebereich sich wechselseitig stimulierten. Auf diese Weise wurde ein Prozeß der Standardisierung in Gang gesetzt, der immer stärker von Marktmechanismen getragen wurde und von einzelnen organisationalen Akteuren nicht mehr kontrolliert bzw. aufgehalten werden konnte.

Dies galt auch für den Großkonzern IBM, dessen interne Organisationsstruktur mit der Dynamik der PC-Entwicklung weitgehend inkompatibel war. Nur durch die Übernahme der Idee der offenen Architektur konnte IBM ein konkurrenzfähiges Produkt entwickeln. Der Versuch, durch den Einsatz ökonomischer Macht eine geschlossene Architektur durchzusetzen und so den Standard zu definieren, schlug hingegen fehl. Erst die massenhafte Entwicklung von Hard- und Softwarekomponenten durch Dritthersteller auf der Basis einer wachsenden Nachfrage nach PCs aus dem professionellen Bereich führte zur Etablierung der *IBM-PC-Konfiguration als dominantem Design*. Mit der Klonierung des IBM-PC erfolgte schließlich eine endgültige Abkopplung der Entwicklungsdynamik von den Netzwerkstrukturen, welche die PC-Entwicklung ursprünglich getragen hatten, und eine weitgehende Steuerung durch den Markt.

5.7 Zusammenfassung

Trotz der aufgezeigten Brüche, die als Re- bzw. Neukonfigurationen der die Technologie tragenden Netzwerke beschrieben werden können, gab es einige Konstanten in der Entwicklungsgeschichte des PC.

Entstehungsphase (1974-1977): Die Wurzeln der PC-Entstehung lagen in der allgemeinen Entwicklung der Halbleitertechnologie selbst begründet. Er-

innert sei hier v.a. an die industrielle Serienfertigung integrierter Schaltkreise und die Erfindung des individuell programmierbaren Mikroprozessors. Damit wurde Anfang der siebziger Jahre technisch möglich, was von *Außenseitern* der Computer-Community schon in den sechziger Jahren als *Vision* angestrebt wurde: Der persönliche, d.h. individuell nutzbare Computer, der eine Unabhängigkeit von den Großcomputern ermöglichen sollte. Die Entwicklung der ersten funktionsfähigen PCs wurde jedoch nicht von etablierten Computerherstellern geleistet, denn diese sahen keine Anwendungsperspektive für individuell nutzbare, in Serie hergestellte Computer. Ein größerer Markt für derartige Produkte war nicht abzusehen, insbesondere da die Nutzer zu diesem Zeitpunkt über eine relativ hohe technische Kompetenz verfügen mußten, um die Geräte betreiben zu können. Auch waren die Unternehmen aufgrund ihrer internen Strukturierung nicht in der Lage, die mit der Einführung des Mikroprozessors als zentraler Komponente der neuen Technologie verbundene Veränderung des Architekturwissens rasch in organisationales Handeln umzusetzen. So fand die erste Entwicklung der PC-Technologie in *dezentralen Informationsnetzwerken* jenseits der etablierten Computercommunity statt, die wesentlich auf persönlichen Beziehungen basierten und einen offenen und intensiven Austausch von Erfahrungen mit der neuen Technologie ermöglichten. Die enge *informationelle Kopplung* von Herstellern und Nutzern ermöglichte einen erstaunlich schnellen Lernprozeß; unfertige Geräte luden zu Weiterentwicklungen durch die Nutzer ein, die dadurch selbst zu Produzenten wurden. In diesem sozialen Kontext bildete sich der *sozio-technische Kern* der neuen Technologie heraus, der durch eine offene Architektur und eine (vertikale) Desintegration der Hersteller der verschiedenen Komponenten der PC-Technologie geprägt ist. Der Versuch von MITS, dem ersten PC-Hersteller, durch die enge Kopplung von Hard- und Software (Altair und BASIC) eine geschlossene Architektur zu etablieren, scheiterte; als Gründe für dieses Scheitern lassen sich technische Unzulänglichkeiten auf Seiten des Herstellers einerseits, die starke Vernetzung innerhalb der entstehenden PC-Community andererseits benennen.

Stabilisierungsphase (1977-1980): Die in der Entstehungsphase gegründeten Kleinunternehmen waren weder ökonomisch orientiert noch dementsprechend innerorganisatorisch strukturiert. Dies ermöglichte einerseits eine experimentelle Produktion, wie sie für die Frühphase einer technischen Entwicklung fast zwangsläufig ist. Andererseits war aber eine Stabilisierung der PC-Technik und eine Verbreitung des PC über den Kreis der Computerbastler hinaus nur möglich durch eine *organisationale Kopplung von Technologie und Ökonomie*. Der Bruch mit der ursprünglich technisch-visionären Orientierung der ersten PC-Unternehmen wurde durch Apple vollzogen. Dieses Unternehmen schuf erst-

mals eine Kopplung von Technik, Ökonomie, Kapitalmarkt und Vertrieb und produzierte PCs auch ökonomisch erfolgreich. Apple stellte dabei aber nur das Kernunternehmen in einem *geschlossenen, exklusiven Netzwerk korporativer, strategiefähiger Akteure* dar, die allesamt eine kommerzielle Orientierung besaßen. Apple betrieb eine offene Informationspolitik und konzentrierte sich angesichts fehlender eigener Forschungs- und Produktionskapazitäten auf die Herstellung einer begrenzten Zahl von Hardwarekomponenten. Auf diese Weise wurde der sozio-technische Kern des PC tradiert und ein vertikal desintegriertes Netzwerk voneinander abhängiger Akteure konstituiert, welches eine wechselseitige Stimulierung der (Weiter-)Entwicklung der PC-Komponenten ermöglichte. Die Bedeutung dieses Prozesses für die Stabilisierung des PC wird daran sichtbar, daß zur gleichen Zeit mehrere Versuche wirtschaftlich erfolgreicher Unternehmen (Tandy, Commodore) scheiterten, eine geschlossene Architektur des PC zu etablieren und die PC-Technologie rein intraorganisational zu stabilisieren.

Durchsetzungsphase (1981-1985): Zur Durchsetzung des PC zu einem Massenprodukt, das aus dem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken ist, bedurfte es allerdings eines weiteren Schrittes: Der *Öffnung des Marktes der professionellen Büro-Anwendung*. Entscheidend für diese Entwicklung war der Eintritt des Computerriesen IBM in die PC-Produktion im Sommer 1981. IBM verzichtete weitgehend auf eine Eigenentwicklung und griff statt dessen auf Komponenten verschiedener Hersteller zurück, um schnell auf den lukrativen PC-Markt zu gelangen und die Wiederholung negativer Erfahrungen mit Eigenentwicklungen im Bereich kleinerer Computer zu vermeiden. Damit übernahm IBM den sozio-technischen Kern des PC. Das von IBM zugrundegelegte Design (insb. Intel-Prozessor und DOS-Betriebssystem) entwickelte sich dann rasch zum *inoffiziellen Industriestandard*. Die Gründe für diese Entwicklung sind allerdings weder allein in der ökonomischen Stärke von IBM noch gar in den technologischen Qualitäten des IBM-PC zu suchen. Entscheidend waren vielmehr das Renommee von IBM in Wirtschaftskreisen (als dem neuen Marktsegment des PC) und das sich neu konfigurierende Netzwerk von Hard- und Softwareherstellern: In Erwartung hoher Verkaufszahlen legten eine große Zahl von Herstellern sehr frühzeitig Anwendungsprogramme für den IBM-PC vor, was den Kauf eines IBM-PC attraktiv machte. Die dadurch in Gang gesetzte *Eigendynamik* führte allerdings bereits nach wenigen Jahren zur Klonierung des IBM-PC; damit löste sich das um IBM zentrierte Netzwerk auf und der *Markt wurde zum bestimmenden Faktor* der weiteren Entwicklung.

Blickt man auf die Gesamtentwicklung, so zeigt sich, daß der in der Anfangsphase begründete sozio-technische Kern des PC durch alle Phasen und

damit auch über den Wechsel der Akteurkonstellationen hinaus konstant geblieben ist, ja die Entwicklung in ihrer Dynamik überhaupt erst ermöglicht hat. Die *wechselseitige Stimulation von Hard- und Softwareentwicklung*, die durch die vertikale Desintegration der Herstellerindustrie und die weitgehend offene Architektur ermöglicht wurde, läßt sich beim Altair, beim Apple und beim IBM-PC beobachten. Genauso regelmäßig finden sich aber auch die Versuche der Konstruktion geschlossener Architekturen, die aber allesamt mehr oder weniger schnell scheitern, wie die Beispiele Altair, Apple III, TRS-80 und tendenziell auch der IBM-PC-AT zeigen. Die mit der geschlossenen Architektur verbundene *organisationale Schließung führt in der Regel zu technologisch defizitären Produkten* bzw. überlangen Entwicklungszeiten. Zudem besitzen etablierte Organisationen Strukturen, die sich bei hochdynamischen technologischen Innovationen als nachteilig erweisen.

Die Beispiele Apple und IBM machen zudem deutlich, daß die Dynamik, die Netzwerke korporativer Akteure entfalten, selbst von ihren Schlüsselakteuren nicht kontrolliert, geschweige denn stillgelegt werden kann. Im Falle IBM zeigt sich, daß die Einbindung in ein *eigendynamisches Netzwerk* für das Erreichen eines vom dominanten Akteur angestrebten Ziels (hier: der Etablierung eines dominanten Designs) zwar zwingend nötig ist; sie führt jedoch dazu, daß der vom Netzwerk eingeschlagene Kurs den Interessen des Einzelakteurs tendenziell zuwiderläuft, so daß er nicht exklusiv von der Zielerreichung profitieren kann. Ähnlich wie die Visionäre der Entstehungsphase nach der Überführung in stabile organisationale Kontexte aus der Entwicklung ausstiegen, so wurden auch die zentralen Akteure der Stabilisierungs- und Durchsetzungsphase durch die Eigendynamik der Entwicklung zunehmend marginalisiert.

Zuletzt soll auch die Bedeutung des Faktors *Zufall* im Rahmen der aufgezeigten Entwicklung des PC nicht verschwiegen werden: Daß Microsoft zunächst mit MITS kooperierte und so den Grundstein für das spätere Weltunternehmen legte, kann ebenso nur partiell erklärt werden wie die Tatsache, daß IBM später auf Microsoft (und nicht auf Digital Research) zurückgriff und so die Dominanz von Microsoft in den achtziger und neunziger Jahren ermöglichte. Auch die bi-polare Akteurkonstellation der Netzwerke um Apple/Motorola einerseits und IBM/Intel/Microsoft andererseits, deren Wurzeln auf die Wahl des MOS-Tech-Prozessors durch Apple-Gründer Wozniak zugerechnet werden können, verdankt sich dem Zufall. Nachhaltige Wirkung konnten solche zufälligen Ereignisse allerdings erst entfalten durch die erfolgreiche Überführung in strukturierte Konstellationen.