
Enter!

Das Persönliche im Computer

„Tübinger Kataloge“

Herausgegeben vom Kulturamt der Universitätsstadt Tübingen

Nr. 75

Redaktion: Wilfried Setzler, Udo Rauch und Karlheinz Wiegmann

Diese Publikation erscheint anlässlich der Ausstellung

Enter!

Das Persönliche im Computer

Stadtmuseum Tübingen

23. September – 26. November 2006

Projektleitung: Karlheinz Wiegmann

© 2006

Universitätsstadt Tübingen · Kulturamt · Stadtmuseum

Satz: Christopher Blum

Druck: TCDruck, Tübingen

ISBN 3-910090-71-0

(ab 1.1.2007: ISBN 978-3-910090-71-2)

Titelbild:

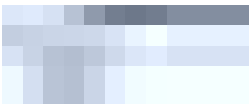
Gettyimages

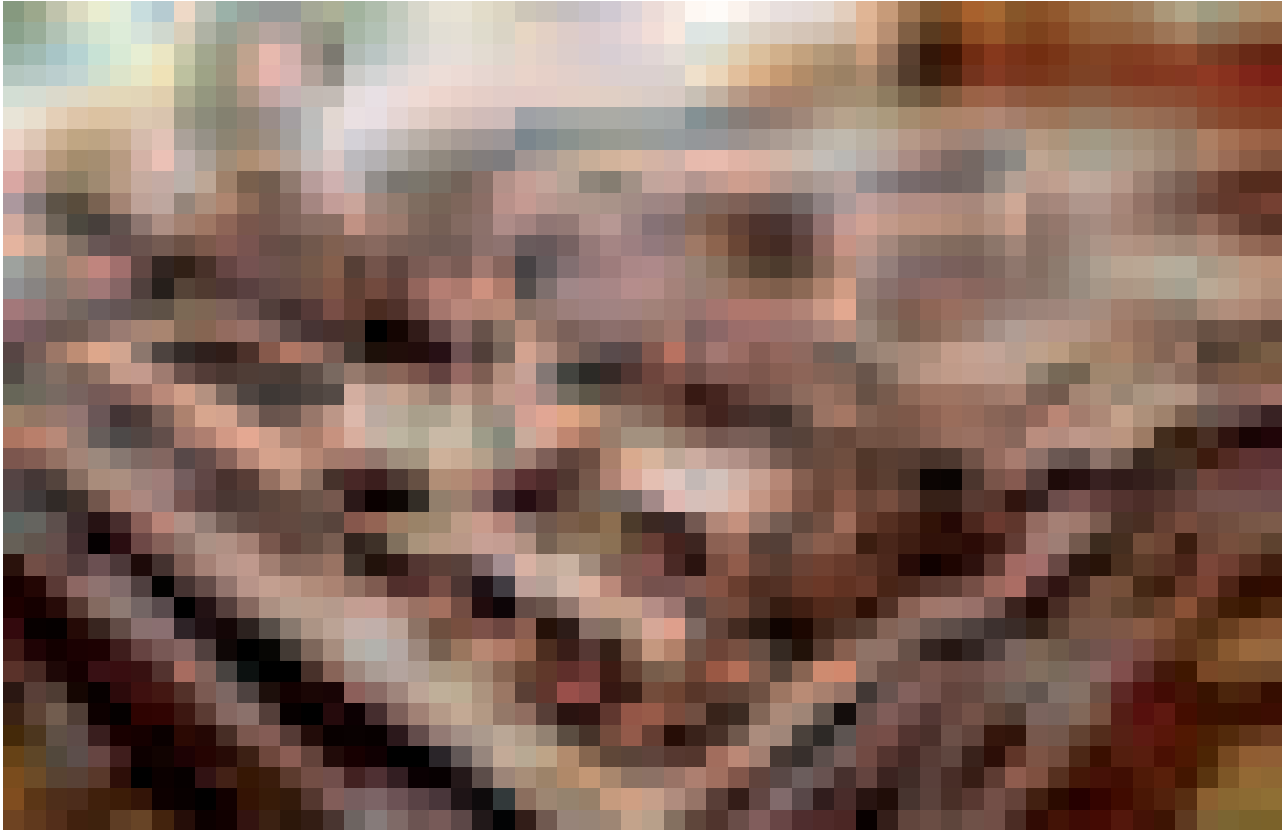
Enter!

Das Persönliche im Computer

Herausgegeben von
Karlheinz Wiegmann

Mit Beiträgen von
Gaby Chaudry
Bruno Baron von Freytag gen. Löringhoff †
Herbert Klaeren
Roland Kocher
Stefan Stein
Karlheinz Wiegmann

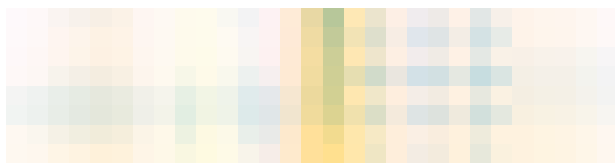




Der erste Schritt auf dem Weg zum Computer war zugleich ein sehr persönlicher: Konrad Zuse entwickelte aus Überdruß, endlose Statikberechnungen durchzuführen, seinen Z 1. Die Maschine war jedoch noch nicht voll funktionsfähig. Das Nachfolgemodell Z 3 von 1941 gilt als erster Computer der Welt.

Inhalt

Brigitte Russ-Scherer Grußwort	7
Karlheinz Wiegmann Enter! Das Persönliche im Computer Eine Einführung	9
Bruno Baron von Freytag gen. Löringhoff † Wilhelm Schickards Tübinger Rechenmaschine von 1623	13
Stefan Stein Denker, Rechner und Erfinder Die Entwicklung der mechanischen Rechenmaschinen	25
Karlheinz Wiegmann Von der Lochkarte zum Großrechner Datenverarbeitung und Computertechnik von Herman Hollerith bis 1970	39
Herbert Klaeren Die Welt vor Erfindung des PC	51
Karlheinz Wiegmann Bastler, Tüftler, Technikfreaks Die Entstehung des Personal Computers	59
Gaby Chaudry Windows' „Großvater“ CP/M – Das Mikrocomputer-Betriebssystem der frühen Jahre	75
Karlheinz Wiegmann Von IBM zu Microsoft Der Siegeszug des Personal Computers	81
Roland Kocher Der IBM PC Ein Standard für die Computerwelt	103
Herbert Klaeren „Das Netz ist der Computer“	115
Abbildungsverzeichnis	123
Dank, Leihgeber	127



„Enter! Das Persönliche im Computer“ entstand in Kooperation mit dem Wilhelm-Schickard-Institut der Eberhard Karls Universität Tübingen und dem Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn.

Grußwort

Schwaben genießt seit jeher den Ruf eines Landes der Bastler und Tüftler. In Tübingen ist eine der renommiertesten deutschen Universitäten zu Hause. Mit Wilhelm Schickard brachte einer der hervorragendsten Gelehrten seiner Zeit wissenschaftliche Brillanz und traditionell schwäbisch-handwerkliches Geschick zusammen. Ein Resultat seines vielfältigen Werkes war die Erfindung und der Bau der ersten Rechenmaschine der Welt 1629 in Tübingen. In dieser Traditionslinie machte sich ein weiterer bekannter Schwabe, Philipp Matthäus Hahn aus Kornwestheim, ab 1770 daran, mit dem Bau seiner Rechenmaschine neue Maßstäbe in der Rechentechnik zu setzen. Beide sind in gleich zweifacher Hinsicht als Vorläufer der heutigen Computer zu betrachten. Nicht nur, dass die Rechentechnik direkt in die Computertechnik einmündete – auch daran zu erkennen, dass man bis heute von Rechnern spricht, wenn man Computer meint. Darüber hinaus waren jene Bastler und Tüftler, die in den 1970er Jahren die ersten PCs konstruierten, durchaus wesensverwandt mit Schickard und Hahn in ihrer pragmatischen Art, für wissenschaftlich-abstrakte Fragen technische Lösungen zu entwickeln. Heute befinden sich mit IBM und Hewlett Packard bedeutende Niederlassungen von zwei der wichtigsten Unternehmen der Computerbranche in der Metropolregion Stuttgart, zu der auch Tübingen gehört. Tübingen selbst besitzt eine kleine, aber sehr lebendige Computerszene, häufig in enger Anbindung an den universitären Bereich - ganz wie zu Schickards Zeiten.

Vor genau 25 Jahren brachte IBM seinen PC heraus, ausgestattet mit einem Betriebssystem von Microsoft, der die grundlegenden technischen Standards der Branche bis heute prägt. „Enter! Das Persönliche im Computer“ zeigt die wichtigsten Entwicklungslinien der noch jungen PC-Geschichte auf. Danken möchte ich an dieser Stelle all denen, die zum Gelingen der Ausstellung und der Verwirklichung des Begleitbandes beigetragen haben. Hervorheben möchte ich die gute Kooperation mit dem Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik der Eberhard Karls Universität Tübingen und dem Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn. In besonderem Maße sei auch dem Team vom Stadtmuseum gedankt, welches mit „Enter! Das Persönliche im Computer“ nicht zuletzt ein Stück Tübinger bzw. schwäbischer Geschichte in seiner Bedeutung für unseren heutigen Alltag aufgezeigt hat.

Brigitte Russ-Scherer
Oberbürgermeisterin der Universitätsstadt Tübingen



Enter! Das Persönliche im Computer

Eine Einführung

Computer sind in vielfältiger Art und Weise unverzichtbarer Teil unseres Alltags geworden. Sie prägen Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung, Freizeit, Technik oder Medizin. Man könnte diese Aufzählung fast beliebig fortsetzen, kaum ein Lebensbereich lässt sich heute mehr ohne digitale Technik vorstellen. Dabei liegen die Zeiten, in denen Computer für die meisten noch geheimnisvolle „Elektronengehirne“ waren, zu denen einzig eine Kiste von Eingeweihten Zugang hatte, erst wenige Jahrzehnte zurück. Beherrscht wurde diese Welt vom Branchenriesen IBM, der seine großen, Hallen füllenden Rechenanlagen zu eindrucksvollen Preisen weltweit zum Einsatz brachte. Kunden von „Big Blue“, wie man IBM auch nannte, waren allesamt Institutionen, also Unternehmen, Universitäten, Verwaltungen, das Militär usw. Die Idee, einen eigenen, einen „Persönlichen Computer“ zu besitzen, war vor diesem Hintergrund fast aberwitzig zu nennen – nicht nur wegen der horrenden finanziellen Auswirkungen, sondern auch angesichts der Frage, was ein Privatmann mit einem Computer, den wir heute eher als Rechenzentrum bezeichnen würden, anfangen sollte. Und so wird heute gern Kenneth Olsen zitiert, Chef der Digital Equipment Corporation, kurz DEC, eines der bedeutendsten Computerunternehmen jener Zeit, der die Sicht der Computerbranche damals treffend wiedergab: „Es gibt keinen Grund, warum ein Privatmann einen Computer besitzen sollte.“

Aber genau hier lag der entscheidende Anstoß für die Entwicklung des persönlichen Computers. Zahlreiche Bastler, Tüftler und Hobbyelektroniker wollten einfach nur eines: das Unmögliche versuchen und sich den unvorstellbaren Wunsch, einen Computer zu besitzen, erfüllen. Man darf sich an dieser Stelle keine einheitliche Gruppe vorstellen, vielmehr waren verschiedenste Personen an unterschiedlichen Orten, vornehmlich in den USA, und hier vor allem im Silicon Valley, von diesem Traum erfüllt. Sie tauschten sich in Clubs, Mitteilungsblättern und Zeitschriften aus. Im Januar 1975 war es soweit, das Elektronikblatt „Popular Electronics“ kündigte in seiner Titelstory den Altair 8800 an, der heute als erster PC der Welt gilt. Innerhalb kurzer Zeit wurden Tausende von Altairs verkauft, und das zum Preis von knapp \$ 400. Hersteller war Ed Roberts mit seiner Firma MITS, ein kleiner Händler aus Albuquerque, New Mexico.

Der Altair 8800 konnte im Grunde nichts von dem, was wir heute als selbstverständlich erachten. Man musste jede Eingabe Bit für Bit über Kippschalter tätigen, das Ergebnis blinkte dann in Form von kleinen Lämpchen (ebenfalls im digitalen Binärcode) auf. Also keine Tastatur, kein Monitor, keine Laufwerke, keine Programme, nicht einmal ein Betriebssystem oder eine Programmiersprache existierten anfangs für das Gerät. Im Grunde konnte man kaum etwas Sinnvolles damit anfangen, und es wusste niemand, wozu der Altair eigentlich gut sein sollte. Der Rechner war letztlich ein Spielzeug für enthusiastische Bastler mit viel Elektronik-Know-how. Aber er war ein richtiger, ein Persönlicher Computer, und nur das zählte. Der PC revolutionierte die Computerbranche. Garagenunternehmen wie Apple erlebten einen kometenhaften Aufstieg. Bill Gates gründete 1975 Microsoft, um Software für den Altair zu produzieren und legte den Grundstein für das wohl bedeutendste Unternehmen der PC-Welt. Eine ganze Branche entstand mit ungeheurer Dynamik, und heute steht ein PC auf fast jedem Schreibtisch, ob im Büro oder zu Hause.

Doch längst ist die Entwicklung weiter vorangeschritten. Der PC ist kein isolierter Rechner

Gegenüber:

Was aussieht wie seelenlose Technik, könnte persönlicher kaum sein. Der Retina-Chip, entwickelt unter starker Beteiligung der Universität Tübingen, kann erblindeten Menschen unter bestimmten Voraussetzungen wieder zu Sehkraft verhelfen.

Gegenüber:

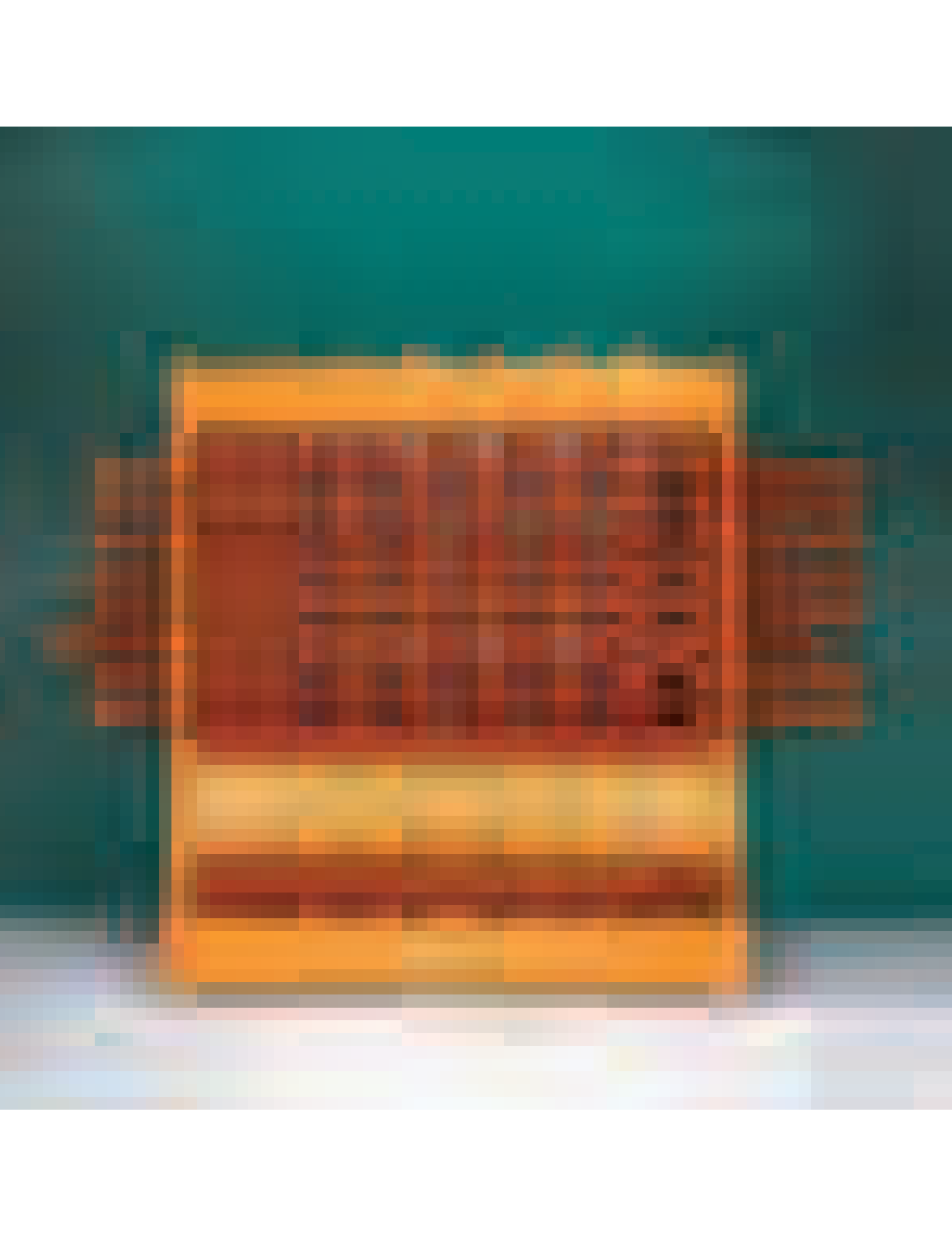
Protokoll der ersten Verbindung zweier Computer über einen IMP („Interface Message Processor“) vom 29. Oktober 1969, 21.00 Uhr – die Geburtsstunde des Internet.

mehr, definiert durch den persönlichen Zugang bzw. Besitz eines Einzelnen. Der Computer hat Einzug in zahlreiche Lebensbereiche erhalten und ist mit anderen Technologien verschmolzen. Es ist nicht nur die Kommunikationstechnik, die Fotografie, die Musik, das Fernsehen oder der Film, die unmittelbar in den Blickpunkt rücken. Von der Waschmaschine über das Auto bis zur Medizintechnik kommt heute praktisch kein Bereich mehr ohne die digitalen Rechner aus. Selbst in der Bekleidung findet er mittlerweile seinen Einsatz. Daneben hat sich ein zweiter wichtiger Trend vollzogen. Der PC dient vielfach, oft sogar in erster Linie, als Zugang zum weltweiten Netz, dem Internet, ähnlich wie früher das Terminal zum Großrechner oder Netzwerk. Der PC selbst stellt dabei nur ein kleines technisches Mosaiksteinchen im umfassenden Computernetz dar. Wer E-Mails verschickt, sich eine Website anschaut oder online eine Überweisung tätigt, greift auf ein ganzes System von Servern, Software, Vernetzung und Telekommunikation zurück. Das Netz ist der Computer, wie es die Firma SUN schon früh in den 1980er Jahren formulierte.

Die Frage nach dem Persönlichen im Computer stellt sich dadurch neu. War der Großrechner zweifelsfrei Institutionen zuzuordnen, der klassische PC dem Besitzer auf seinem Schreibtisch, so ist diese Trennung heute nur noch wenig ergiebig. Sicherlich findet der Schreibtisch-Rechner nach wie vor seine isolierte Verwendung als Persönlicher Computer. Doch die vielen anderen Computer, die wir besitzen und nutzen – häufig ohne es zu wissen – machen nur Sinn, weil sie in einem größeren digitalen Verbund stehen. Computertechnologie im privaten Fahrzeug beispielsweise ist nur denkbar bzw. erforderlich, weil sie von der Automobil- und Zuliefererindustrie bis hin zur Autowerkstatt eingesetzt wird. Und im Zugang zum World Wide Web ist, wie eben dargelegt, der eigene PC nur ein winziges Mosaiksteinchen. Vermutlich beschreibt es die heutige Situation treffender, wenn man das Persönliche im Computer stärker darauf bezieht, dass er sich in unserem Leben fest etabliert hat und dem Einzelnen eine persönliche Nutzung der digitalen Technologie jederzeit ganz nach seinen Erfordernissen ermöglicht.

„Enter! Das Persönliche im Computer“ arbeitet dieses noch junge Themengebiet in Ausstellungsform auf. Der Blick geht zurück auf Wilhelm Schickard, der 1623 in Tübingen die Rechenmaschine erfand, und die weitere Entwicklung der Rechentechnik. Er fällt auf die bis in die 1970er Jahre durch Großrechner geprägte Computerwelt, ehe der PC hier grundlegende Änderungen herbeiführte. Um all dies zu zeigen, bedurfte es mannigfaltiger Unterstützung. Allen voran sei hier dem Wilhelm-Schickard-Institut der Universität Tübingen und dem Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn gedankt, ohne deren Kooperation die Ausstellung nicht machbar gewesen wäre. Der Dank geht darüber hinaus an die Leihgeber der Ausstellung, die Katalogautoren, die Förderer und all diejenigen, die das Projekt mit Rat und Tat unterstützt haben. Sie alle haben zum Gelingen der Ausstellung beigetragen.





Wilhelm Schickards

Tübinger Rechenmaschine von 1623

Die Wiederentdeckung der Rechenmaschine von Wilhelm Schickard ist vor allem dem verdienstvollen Keplerforscher Franz Hammer zu verdanken. Als jüngerer Mitarbeiter des allbekannten Keplerforschers Max Caspar fand er, vermutlich im Jahre 1935, in Keplers in St. Petersburg (früher in der nahegelegenen Sternwarte Pulkowo) bewahrtm Nachlass eine kleine Federzeichnung und erkannte, dass sie zu einem Brief des Tübinger Professors Wilhelm Schickard an den Astronomen Kepler gehört, den dieser am 25. Februar 1624 verfasst hatte. Schon zuvor, am 20. September 1623, hatte Schickard an Kepler folgendes geschrieben:

„Ferner habe ich dasselbe, was du rechnerisch machst, kürzlich mechanisch versucht und eine Maschine konstruiert, die aus 11 vollständigen und 6 verstümmelten Rädchen besteht und mit gegebenen Zahlen sofort selbsttätig rechnet, sie addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert. Du würdest laut lachen, wenn du hier wärest und sehen könntest, wie sie die linken Stellen bei Überschreitung des Zehners oder Hunderters von selbst erhöht oder bei der Subtraktion ihnen etwas fortnimmt.“

In Wilhelm Schickards Nachlass, der in der Württembergischen Landesbibliothek in Stuttgart aufbewahrt wird, fand Dr. Hammer eine weitere, offenbar frühere Skizze dieser Rechenmaschine sowie einen Notizzettel mit Anweisungen für den die Maschine bauenden Mechaniker. Als Dr. Hammer diese Funde 1957 einem Kongress von Mathematikhistorikern vorlegte, gelang es zwei Tage später einem seiner Zuhörer, dem Tübinger Philosophieprofessor Bruno Baron v. Freytag Löringhoff, den inneren Aufbau und die Funktionsweise der Maschine zu erschließen. Seine erste Veröffentlichung darüber erschien im Juli 1957 in den Heimatkundlichen Blättern für den Kreis Tübingen. Sie erregte einiges Aufsehen, hatte man doch bis dahin allgemein die vom großen Blaise Pascal 1642 erbaute Rechenmaschine für die erste gehalten. Zudem war die Tübinger Maschine von 1623 offenbar weit vollkommener als die Pascals.

Im Auftrag der Stadt Tübingen entstand nun ein Modell, welches Professor v. Freytag in ei-

Gegenüber:

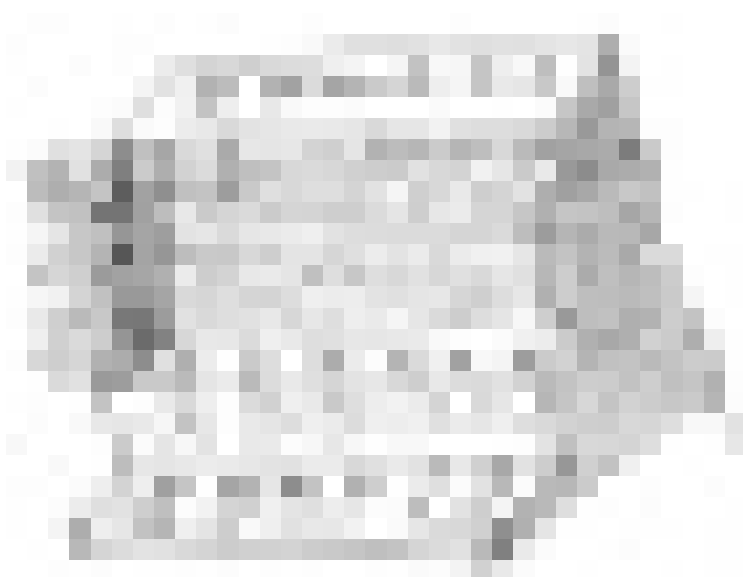
Nachbau der Rechenmaschine Wilhelm Schickards von Bruno Baron von Freytag gen. Löringhoff, Tübingen 1957–1960.

Unten links:

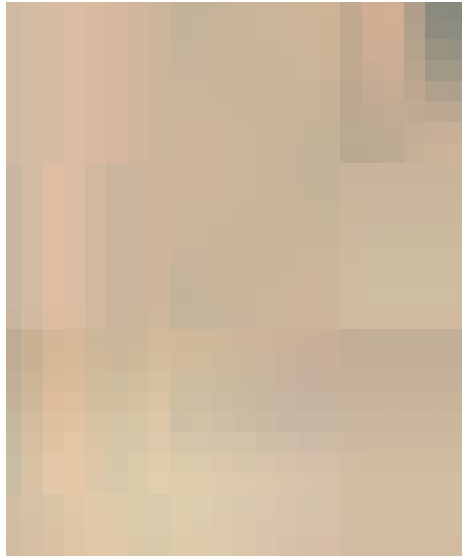
Die im Nachlass Keplers gefundene Skizze der Rechenmaschine.

Unten rechts:

Skizze aus dem Nachlass Schickards. Einige flüchtige Striche und kurze Anmerkungen reichten ihm, um seine bahnbrechende Erfindung, eingestreut zwischen anderen Ideen und Skizzen, fest-



Ein Teil der knappen Anweisungen
an den Mechaniker, welche die
Stuttgarter Skizze ergänzen.
Rechts die Transkription.



- Rechen Uhr betreffs.
1. Die zän seind gar vngleich vnd vnfleißig. Drumb treibts bißweil mehr als den zehenden theil, bißweilen minder. (were besser 20 zän)
 2. die vordere glatte scheinlin excentrisch, tregt auch etwas aus, sollten dran geträht worden sein.
 - NB.3. Die einzehte zän sollen nit in die mitt zwischen zween andere: sonder just auff ain ordinarj zahn kommen, denn sonstn treibt es
 - NB. zweymal an einer ziffer.
 4. Muß nit die null simpliciter, auch nit das 9 simpliciter, sondern jene im Subtrahieren, dieses im Ad-

nem öffentlichen Vortrag am 11. Mai 1960 vorführen und der Stadt übergeben konnte. Betrachten wir die Rekonstruktion genauer: In der Rückansicht sehen wir die drehbaren senkrechten Zylinder. Auf jedem steht in Neperscher Schreibweise, die Schickard von Nepers Rechenstäbchen her gekannt haben wird, das ganze Einmaleins so, wie es die Abrollung eines Zylindermantels zeigt.

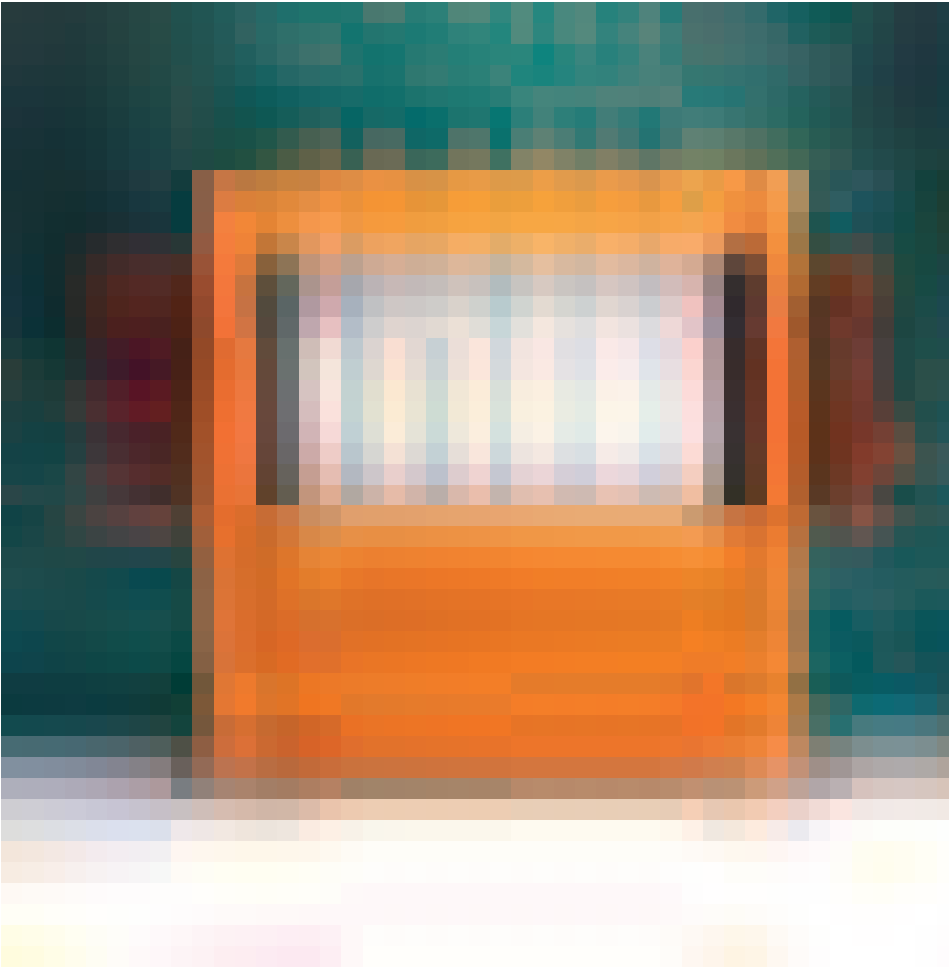
Diese Zahlen, außer den obersten, sind vorn durch die Schieber verdeckt. Bringt man nun durch geeignetes Drehen an den oberen Wirbeln eine Zahl, z.B. 2427 in die obersten Fenster, so dass dort 002427 steht, und zieht man dann etwa den siebten Schieber, so erscheint in dessen Fenstern das Siebenfache der eingestellten Zahl in Neperscher Schreibweise

```
0 0 1 2 1 4
0 0 4 8 4 9
```

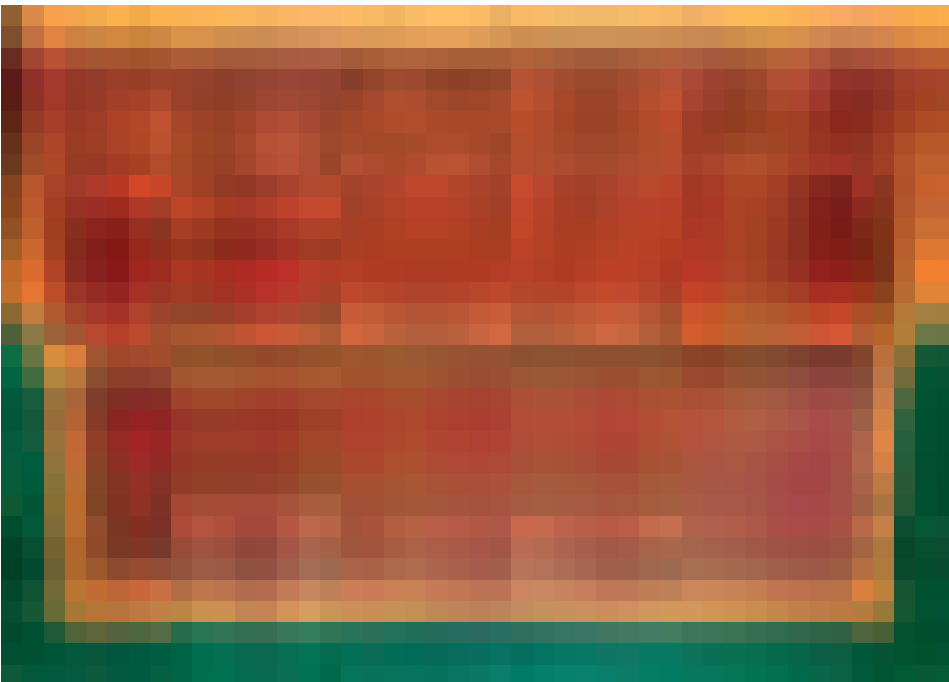
das ist $1 \times 49 + 10 \times 14 + 100 \times 28 + 1000 \times 14$. Dreht man nun mit Hilfe des Bedienungsstiftes diese Ziffern addierend, d.h. bei der 0 einsetzend, rechts herum bis zu der betreffenden Ziffer in die Drehscheiben des zuvor auf lauter Nullen eingestellten Rechenwerkes derart hinein, dass man für die hochgestellten Ziffern die jeweils links folgende Drehscheibe wählt, so zeigen zuletzt die Fenster über dem Rechenwerk das Ergebnis der Multiplikation mit 7 in normaler Schreibweise 0 1 6 9 8 9. Um das deutlicher zu machen, notiert man die Nummer des Schiebers 7 durch Drehen am Wirbel der rechten unteren Merkscheibe, so dass an deren Fenster eine 7 erscheint. Es stehen also oben und unten die Faktoren und in der Mitte das Produkt. Will man die oben eingestellte Zahl mit 37 multiplizieren, so stellt man nun unten links neben der 7 eine 3 ein, schließt den Schieber 7, zieht statt dessen den Schieber 3 und dreht die jetzt sichtbar gewordenen Ziffern

```
0 0 0 1 0 2
0 0 6 2 6 1
```

zusätzlich in das Rechenwerk, beginnt aber dabei rechts an der Drehscheibe über der 3 und



Die Rückansicht der Tübinger Rekonstruktion offenbart die sechs Walzen, die jeweils mit dem Einmal-eins beschriftet sind.



Die Tübinger Rekonstruktion, Schrägaufsicht. In der Mitte das Additionswerk, unten die Merkräder. Die Fenster über dem Additionswerk zeigen das Ergebnis an.

schreitet nach links fort. Man verfährt also ebenso wie bei der heutigen schriftlichen Multiplikation. Sind alle Ziffern hineingedreht, so zeigen die Fenster des Rechenwerkes das Ergebnis der Multiplikation mit 37, nämlich 0 8 9 7 9 9. In dieser Weise sind alle Multiplikationen durchführbar, deren Ergebnis unter einer Million bleibt.

Die Division verläuft ganz entsprechend. Bei einiger Übung können diese Rechnungen sehr schnell und ohne jedes Nachdenken durchgeführt werden. Der Rechner braucht nur Ziffern richtig zu übertragen und – beim Dividieren – hinsichtlich ihrer Größe zu vergleichen. Natürlich vermag die Maschine mit Hilfe geeigneter Bedienungsvorschriften auch Potenzen, Wurzeln und anderes zu berechnen.

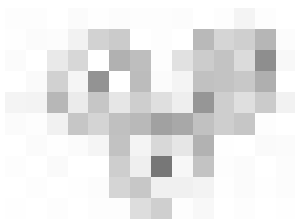
Ihr eigentliches Geheimnis aber ist das Rechenwerk. Wie hat Schickard mit nur elf ganzen und sechs „verstümmelten“ Zahnrädern diese automatische Zehnerübertragung über sechs Stellen zustande gebracht? Lösen wir die beiden Rändelschrauben am Brettchen mit den Fenstern des Rechenwerkes und heben wir es ab, so wird der Mechanismus sichtbar.

Auf der Achse jeder der sechs Drehscheiben sitzt fest ein Rad mit zehn Zähnen und eines, dem neun Zähne ganz abgefeilt worden sind und nur noch einer belassen ist. Rastfedern sorgen dafür, dass die Drehscheibenachsen sauber ihre zehn Stellungen einnehmen. Die genaue Stellung und Kraft dieser Rastfedern ist für das richtige Funktionieren des Gesamtmechanismus sehr wichtig. Zwischen den sechs Drehscheiben und im rechten Winkel dagegen nach unten versetzt befinden sich auf je einer eigenen Achse fünf wieder zehnzählige Räder, jeweils in festem Eingriff mit dem vollständigen Rad der nach links folgenden Drehscheibe.

In dieses Zwischenrad soll nun der einzelne Zahn der rechts anschließenden Drehscheibe bei der Zehnerübertragung eingreifen und es um genau einen Zahn vorwärts bzw. (beim Subtrahieren) rückwärts bewegen. Er kann nicht direkt in den Zahnkranz des Zwischenrades eingegriffen haben, weil er bei seinem Weg von unter Umständen nur einer Zehntel-Umdrehung dabei den Zahnkranz nicht wieder verlassen könnte und daraufhin unstatthafte Rückübertragungen von einer linken zur rechten Stelle auftreten würden. Deshalb muss er an etwas anderem an diesem Zwischenrad angegriffen haben, etwa an geeignet gesetzten Stiften an seiner Flanke. In der Rekonstruktion wurden die Zwischenräder dicker als die anderen ausgeführt und dort, wo der Übertragungszahn eingreift, alle Zähne im gleichen, richtigen Maße verkürzt. Aus dieser geometrischen Notwendigkeit wird klar, warum die Zwischenräder als „ganz ähnlich“, nicht als „ebensolche“ bezeichnet wurden! In solcher Weise hat die Ausführung des Modells immer wieder zum Verständnis des Textes beigetragen.

Der aufmerksame Leser wird schon bemerkt haben, dass der einzelne Zahn auf der äußerst linken Achse nutzlos erscheint, weil kein Zwischenrad links folgt. Dass er da war, ist nicht zu bezweifeln, und man kann daher annehmen, dass er irgendein Signal betätigt hat, das erklang, wenn die Million erreicht oder die Null unterschritten wurde. Derartige tritt an Rechenmaschinen erst im 19. Jahrhundert wieder auf.

Zusammenfassend kann man also sagen: Addition und Subtraktion sind in dieser Maschine dank der perfekten Zehnerübertragung über alle sechs Stellen voll automatisiert. Die Multiplikation erfordert die Mitwirkung des Bedieners insoweit, dass er in den oberen Fenstern abgelesene Ziffern richtig in die richtigen Drehscheiben abschreiben können muss. Rechnen muss er dabei in keiner Weise. Bei der Division wird zusätzlich verlangt, dass er bei bis zu sechsstelligen Zahlen einigermaßen sicher entscheiden kann, welches die größere ist. Irrt er sich dabei nach oben, so ist das nicht irreparabel. Er bekommt dann durch das Überschreitungssignal einen negativen Rest angezeigt und kann durch Addition des Divisors und



Die Zahnräder
in Schickards Zeichnung.



Das Rechenwerk (Rückansicht).



Das Rechenwerk (Aufsicht, Detail).

Verminderung der Schieberrnummer um Eins die Sache schnell in Ordnung bringen.

Die Maschine war also eine ganz echte Zweispeziesmaschine und fast eine Vierspeziesmaschine für alle vier Grundrechenarten. Das bedeutet allerlei, wenn man sie in großen Zügen mit den anderen alten Maschinen in solcher Hinsicht vergleicht.

Zunächst ist die Maschine Blaise Pascals ins Auge zu fassen, mit der dieser als Neunzehnjähriger 1642 in Paris Sensation machte. Ihr Mechanismus für die Zehnerübertragung war viel komplizierter als der Schickards, war nicht ganz zuverlässig und konnte nur eine Umdrehungsrichtung der Räder ausnutzen. Deshalb war das eigentlich nur eine Additionsmaschine. Für Subtraktionen musste auf Skalen mit komplementären Zahlen umgeschaltet und

komplizierter gerechnet werden. An Multiplikation oder Division war nicht zu denken. Das war also eine Ein-, zur Not eine Zweispeziesmaschine.

Als nächste kommt die Maschine von Leibniz (1672/73). Sie beruht auf einer großartigen Erfindung Leibnizens, der Staffelwalze: Ein axial auf einer vierkantigen Achse verschiebbares Zahnrad mit in axialer Richtung verschieden breiten Zähnen, durch dessen Verschiebung sich einfach regeln lässt, um wie viel Zähne ein Rad, in die dieses eingreift, weiter gedreht werden soll. So konnten alle Stellen eines Multiplikanden oder eines Divisors auf einmal in das Rechenwerk hinein addiert bzw. subtrahiert werden, und zwar durch eine einzige Umdrehung einer Kurbel, rechts bzw. links herum. Damit wurde die Multiplikation mit einer einstelligen Zahl zu einer solchen Anzahl von Kurbelumdrehungen, die ihrerseits in einem Zählwerk angezeigt wurde.

Im Großen stimmte also der Aufbau der Maschine mit dem der Schickards überein: Einstellwerk, Rechenwerk, Merkwert, ein Aufbau, der bis in neueste Zeit allen Rechenmaschinen gemeinsam blieb. Das Merkwert wurde hier durch das Umdrehungszählwerk ersetzt. Für die Multiplikation wie für die Division war die mechanische Kopplung zwischen diesen drei Teilen ein großer Vorteil. Dafür nahm Leibniz aber vorerst Nachteile bei der Addition und Subtraktion in Kauf: Die automatische Zehnerübertragung erfolgte nur bis zur jeweils nächsten Stelle. Zweite und höhere Übertragungen unterblieben, wurden nur angemerkt und mussten von Hand nachgeholt werden. Im Lichte dieser sehr erweiterungsbedürftigen Vergleiche erscheint also Schickards Maschine noch deutlicher als ein Geniestreich par excellence. Über sein Leben und Gesamtwerk soll noch kurz berichtet werden. Wilhelm Schickard wurde am 22. April 1592 in Herrenberg geboren. Sein Vater war Schreiner und Werkmeister, sein Urgroßvater Bildschnitzer daselbst, von dessen Kunst das schöne Chorgestühl in der Herrenberger Stiftskirche noch heute zeugt. Sein Onkel war der berühmte Baumeister

Heinrich Schickhardt, seine Mutter war eine geborene Gmelin, Pfarrerstochter aus Gärtringen. Schickard besuchte die Lateinschule in Herrenberg, kam dann in die Klosterschule Bebenhausen und dann in das Theologische Stift und die Universität Tübingen. Im Juli 1611 wird er Magister, im Februar 1613 macht er seine erste theologische Dienstprüfung. Nach Vikariaten in Herrenberg und Kirchheim unter Teck kehrt er für einige Monate als Repetent für Hebräisch an das Tübinger Stift zurück und entwickelt früh ein ausgeprägtes Lehrtalent. Im September 1614, also im Alter von 22 Jahren, wird er Diakon (d. i. nach heutigen Begriffen zweiter Pfarrer) in Nürtingen, wo er im Januar des folgenden Jahres heiratet. 1617 begegnet er zum ersten Mal Kepler, der seine hohe Begabung erkennt und ihn zeitlebens insbesondere als erfindungsreichen Mechanicus und ausgezeichneten Zeichner und Kupferstecher schätzt. Er regt den jungen Mann zur Fortsetzung mathematischer Studien an. 1619 wird Schickard als Professor für Hebräisch an die Universität Tübingen berufen. In dieser Eigenschaft wird er einer der bedeutendsten Männer seines Faches. Er lehrte das Hebräische nach einer eigenen Methode, ferner Rabbinisch, Chaldäisch,

Wilhelm Schickard (1592–1635), Professor für orientalische Sprachen und Astronomie an der Universität Tübingen, Erfinder der Rechenmaschine. Professorengalerie der Universität Tübingen.



Syrisch. An Hand eines Korans erlernte er selbstständig Arabisch, auch versuchte er Türkisch zu lernen. Als er für die Drucklegung seiner Werke arabische Lettern brauchte, schnitt er dazu die nötigen Formen selbst. Eine seiner Arbeiten ist für die Chronologie der persischen Könige sehr wichtig gewesen. Lessing hat sich mit ihr beschäftigt und sie in einer Besprechung sehr gelobt. Die Liste seiner Veröffentlichungen und nachgelassenen Werke in diesem Fach kann hier nicht gebracht werden.

Das ist aber nur eine Seite der vielseitigen Tübinger Wirksamkeit Schickards. Er stand in regem Austausch mit Kepler über mathematische, physikalische und astronomische Probleme und hielt Privatvorlesungen über angewandte Mathematik. Als sein und Keplers Lehrer, der Professor der Mathematik Michael Mästlin, 1631 hochbetagt starb, sah man in Schickard den einzig in Frage kommenden Nachfolger, da auch Kepler inzwischen verstorben war. Nun lehrte Schickard auch noch Astronomie, Mathematik und Geodäsie. Auf diesen Gebieten hatte er bereits bedeutende Leistungen und Publikationen aufzuweisen.

Einen großen Teil seiner Lebensarbeit bildet die erste geodätische Landesaufnahme von Württemberg. Als Schulinspektor, der ohnehin das halbe Land zu bereisen hatte, nahm er jede Gelegenheit wahr, um zugleich nach von ihm entwickelten neuen kartographischen Methoden allenthalben die Ortskoordinaten genauer zu ermitteln. Es kam ihm zugute, dass er ein glänzender Schnitzer, Maler und Kupferstecher war. So wurde diese Landesaufnahme vorbildlich für lange Zeit, und sein kleines Werk über die neuen Methoden wurde noch lange nach seinem Tod mehrfach aufgelegt. Kupferstiche in Keplers „*Harmonice mundi*“ sind von seiner Hand. Ein Ölgemälde, ein Porträt des Großvaters Wilhelm Gmelin, hängt, wenig beachtet, in der Kirche von Gärtringen. Nach den letzten Worten der Inschrift auf diesem Epitaph ist Schickard der Maler. Jedenfalls kein schlechter.

Dass er auch das erste kopernikanische Planetarium gebaut hat, ist erst seit 1977 bekannt. Ludolf v. Mackensen ist es gelungen, das Gerät, das Schickard auf seinem Porträt der Tübinger Professorengalerie in der Hand hält, richtig zu deuten und nachzubauen. Ferner hat der Tübinger Naturwissenschaftshistoriker Matthias Schramm nachgewiesen, dass Schickard das Lichtbrechungsgesetz von Snellius schon im Wesentlichen gefunden hat. Schließlich hat Prof. Schramm den Verfasser auf einen Notizzettel aus dem Nachlass Schickards mit einem Entwurf zu astronomischen Stäbchen hingewiesen. Gemeinsam mit Schramm konnte

Oben:

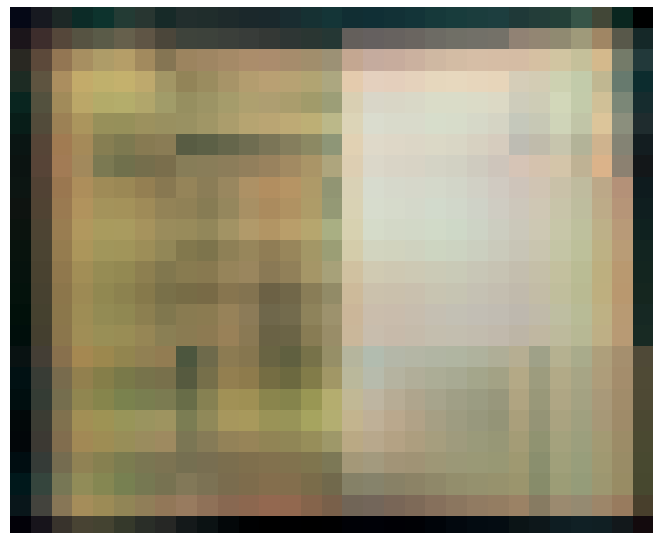
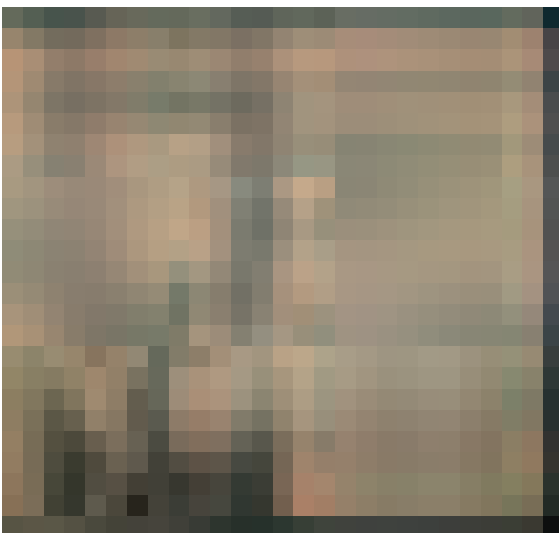
Die Kupferstiche in Keplers „*Harmonice mundi*“ stammen von Schickard.

Unten links:

Unsere heutige Trennung von Astronomie und Astrologie war zu Schickards Zeiten unbekannt.

Unten rechts:

Schickard lehrte Hebräisch nach





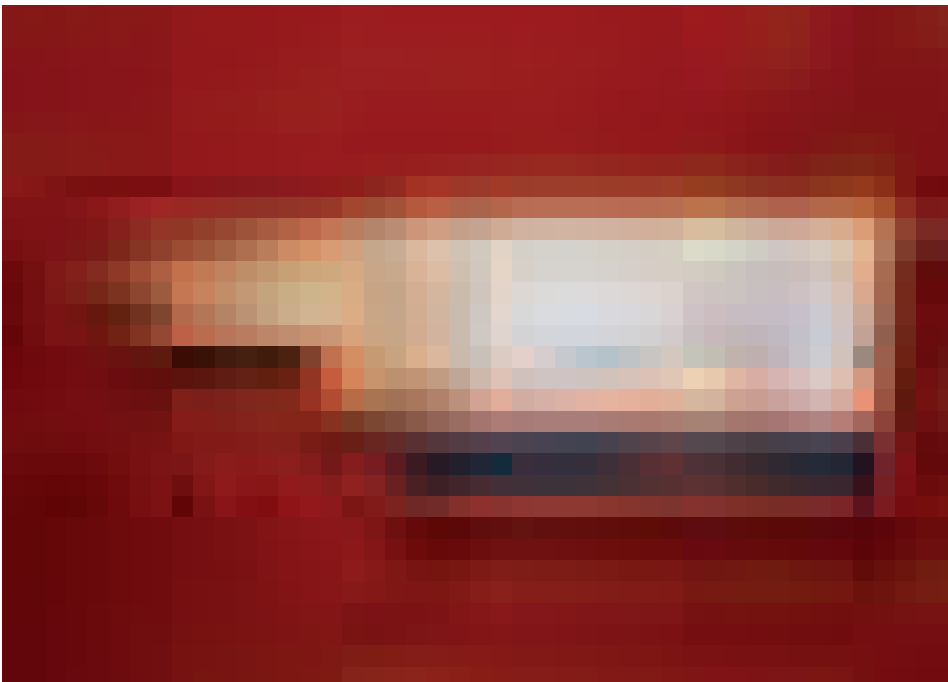
Die geodätische Landesaufnahme Württembergs gehörte zu den Aufgaben, denen Schickard besonderes Augenmerk schenkte.

der Verfasser das von Schickard entworfene und fast mit allen Einzelheiten, die eine Bauanweisung brauchen würde, beschriebene Gerät ohne Schwierigkeiten bauen. Ob Schickard das jemals tatsächlich getan hat, muss offen bleiben. Mit dieser verstellbaren Tabelle können die ekliptikalen Längen für die mittleren Bewegungen von Sonne, Mond, Knoten, das heißt Schnittpunkt der Mondbahn mit der Ekliptik, und Apogäum, erdferntem Punkt der Mondbahnellipse, berechnet werden. Eine Einstellung der zwölf Stäbchen nach Datum und Uhrzeit genügt, um jede dieser vier Größen durch eine einzige Addition zu ermitteln. Vorbei ist das lästige, Fehlern Zugang gewährende Herausschreiben der Werte aus astronomischen Tafeln, ja, die Schickardschen Stäbchen treten an deren Stelle. Ein höchst praktisches Instrumentchen also, das auch heutigen Astronomen nützlich sein könnte, gäbe es nicht inzwischen die Computer. Vor allem steckte Schickard voller Erfindungen und technischer Ideen; in seinem Nachlass, der noch wenig erforscht ist, stößt man allenthalben darauf. Eine weltweite Korrespondenz verband ihn mit großen Geistern seiner Zeit. So wurde er auch einer der ersten, welche die Bedeutung der Neperschen Logarithmen erkannten. Aber sein Leben stand im Schatten des Dreißigjährigen Krieges und endete darin leidvoll. Vor der Schlacht bei Tübingen 1631 floh er mit ganzer Familie in das nahe Vorderösterreich, 1632 nochmals. 1634 kaufte er in Tübingen ein Haus, das für astronomische Beobachtungen günstig lag, und hoffte auf ruhigere Zeiten. Doch nach der Schlacht bei Nördlingen 1634 kamen die katholischen Truppen über Tübingen und brachten die Pest mit. Schickard sah seine ganze Familie bis auf einen neunjährigen Sohn sterben: die Frau, drei Töchter, zwei Mägde und ein Student wurden in diesem Hause in kurzer Zeit dahingerafft. Zuvor war seine

Mutter in Herrenberg von Kriegsvolk erschlagen worden. Schickard entwich mit seinem nun einzigen Kind für kurze Zeit nach Dußlingen, bekam aber Heimweh nach Haus und Bibliothek, kehrte zurück und starb am 23. Oktober 1635 gleichfalls an der Pest. Sein kleiner Sohn folgte ihm nach einigen Tagen. Im Dezember 1634 hatte er in einem Brief an Bernegger tief bedrückt geschrieben: „Wie dauern mich meine vielen Versuche, meine vielen durchwachten Nächte, meine halb vollendeten Meditationen! Unter meinen Schülern habe ich keinen, der sie nach meinem Tode herausgeben könnte.“

Dieser Mann aber war lange so gut wie vergessen. Erst die Rekonstruktion jener Rechenmaschine, die ihn nur in wenigen, ohnehin besonders arbeitsreichen Monaten seines Lebens beschäftigt hat, machte wieder auf ihn aufmerksam, so dass er neuerdings in vielen Seiten seiner Persönlichkeit und seines wissenschaftlichen Werkes wieder gewürdigt wird. Warum aber diese Maschine so lange und so gründlich vergessen wurde, das lässt sich nur vermuten. Knapp zwei Jahre zuvor war der Hexenprozess gegen Keplers Mutter gerade noch glimpflich ausgegangen, und in Stuttgart saß ein gestrenges Konsistorium. In dieser Atmosphäre hat Schickard vielleicht klugerweise davon abgesehen, ein solches Teufelswerk wie die Rechenmaschine allzu publik zu machen. Als die Wirren des Dreißigjährigen Krieges und schließlich die Pest Tübingen erreichten und Schickard mit seinem ganzen Hausstand daran starb, da starb sozusagen auch die Maschine. Seit Michael Gottlieb Hansch in seiner Ausgabe von Keplers Briefwechsel auf die Rechenmaschine hingewiesen hatte, gab es seltene, versprengte Notizen darüber in der Literatur. Dennoch hielt sich hartnäckig die Meinung, Pascal sei Erfinder der Rechenmaschine.

Ausführlich und mit Abbildungen einiger der obigen Quellen (jedoch nicht der erst von Hammer entdeckten Skizze aus St. Petersburg) handelte ein Artikel von A. Georgi von Schickards Maschine in den nur kurze Zeit existierenden Nachrichten des Württembergischen Vermessungstechnischen Vereins. Georgi hatte sich dabei unglücklicherweise zu der unhaltbaren These verstiegen, die Maschine Leibnizens sei ein Plagiat der Schickards gewe-



Nachbau der astronomischen Rechenstäbchen Schickards.

Gegenüber:
Eine der vielen Ideen aus
Schickards Skizzenbuch: ein Wäh-
rungsrechner. Die Beschriftung
lautet:
Abacus. Tabula pro additione et

sen, und wirkte daher recht unglaublich. Der bald darauf ausbrechende Erste Weltkrieg verhinderte wohl vollends eine weitere Verbreitung dieser Kunde.

Als Dr. Franz Hammer etwa 1935 eine Fotokopie der Zeichnung aus Pulkowo in die Hand bekam, hatte er wenig Zeit dafür, und der Zweite Weltkrieg stand vor der Tür, den er nur mit schweren gesundheitlichen Schäden überstand. So erklärt sich, dass er diesen Fund erst 1957 in jenem Vortrag vorlegte. Auch die Fertigstellung unseres ersten Modells wurde durch tückische Zufälle bis zum Januar 1960 verzögert.

Bemerkungen zu anderen Modellen: Angeregt durch Hammers Aufsatz haben Prof. Jean-Paul Flad, Paris, und Paul Lefèbvre, Brüssel, eine andere Rekonstruktion versucht, von der Tübingen auch ein Exemplar besitzt. Auf deren Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden. In Anlehnung an unser Modell hat die Firma IBM ein etwas modernisiertes, linear etwa halb so großes Modell entwickelt, das sie als Geschenk verwendet. Dabei hat sich unsere Meinung, dass das Original etwa die Größe unseres Modells gehabt haben muss, indirekt bestätigt.

Bruno Baron von Freytag gen. Löringhoff †
Bearbeitet von Friedrich Seck

Originaltext:

Freytag gen. Löringhoff, Bruno Baron von, Wilhelm Schickards Tübinger Rechenmaschine von 1623, 5. erweiterte Auflage, bearbeitet von Friedrich Seck, Tübingen 2002.

Der vollständige Text dieses Beitrages von Prof. Dr. Bruno Baron von Freytag gen. Löringhoff erschien in erster Auflage 1961. Bearbeiter der mittlerweile fünften, erweiterten Auflage 2002 war Dr. Friedrich Seck. Wir danken Frau Prof. Dr. Bettina Baronesse von Freytag gen. Löringhoff und Herrn Dr. Friedrich Seck für die freundliche Genehmigung des Abdrucks dieser gekürzten Fassung.

Weiterführende Literatur:

Seck, Friedrich (Hg.), Wilhelm Schickard 1592–1635. Astronom, Geograph, Orientalist, Erfinder der Rechenmaschine, Tübingen 1978.

Seck, Friedrich (Hg.), Zum 400. Geburtstag von Wilhelm Schickard. Zweites Tübinger Schickard-Symposium, 25.-27. Juni 1992, Sigmaringen 1995.





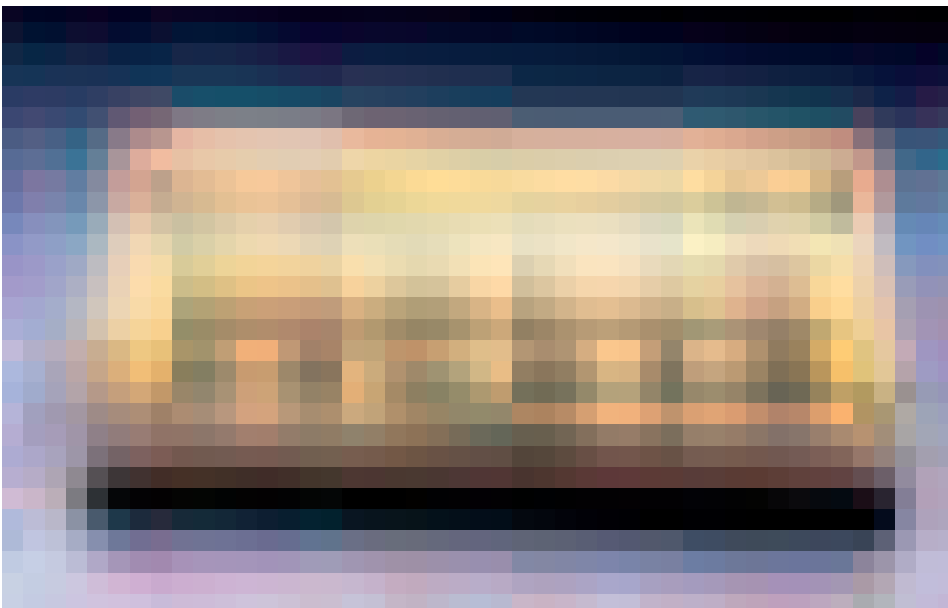
Denker, Rechner und Erfinder

Die Entwicklung der mechanischen Rechenmaschinen

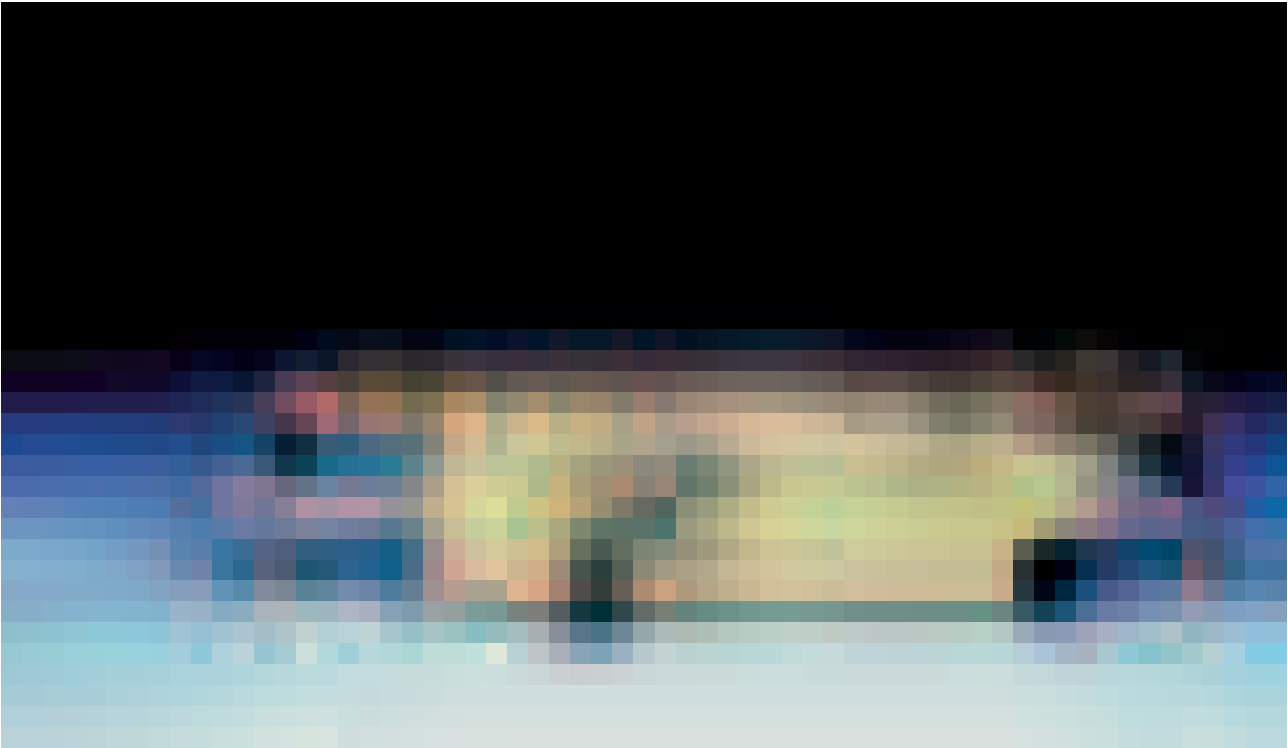
Die Erfindung der ersten mechanischen Rechenmaschine durch Wilhelm Schickard im Jahre 1623 war ein Startschuss, der ungehört verhallte und zunächst keine weiteren Auswirkungen hatte. Bis zur Wiederentdeckung der genialen Leistung Schickards galt Blaise Pascal (1623–1662) als Erfinder der mechanischen Rechenmaschine. Pascal, der uns im Alltag vor allem durch die Maßeinheit „Hektopascal“ entgegentritt, mit der z.B. der Luftdruck gemessen wird, galt schon früh als mathematisches Wunderkind, das in den Pariser Salons herumgereicht wurde. Der Sohn eines Steuereintnehmers entwickelte im Alter von nur 19 Jahren eine Additionsmaschine, um seinem Vater bei dessen Steuerberechnungen zu helfen. Dem ersten Modell im Jahre 1642 folgten zwei weitere Versionen, ehe er das verbesserte Modell dann 1645 erneut der Öffentlichkeit vorstellte. Durch Pascals eigene, selbstbewusste schriftliche Darstellungen seiner Maschine und insbesondere durch die Tatsache, dass sich einige Exemplare erhalten haben, sind wir sehr gut über die sogenannte „Pascaline“ unterrichtet. Sie besteht aus einer Art kleinem Messingkästchen, an dem Einstellscheiben mit einem kleinen Stift bewegt werden, um die gewünschten Zahlen einzustellen bzw. zu addieren. Der Zehnerübertrag bei der Addition wird im Gegensatz zur Schickard'schen Rechenmaschine nicht durch Zahnräder, sondern durch das Anheben eines Fallhebels bewirkt. Dieser komplizierte Mechanismus war leicht zu stören – z. B. schon dann, wenn die Maschine auf einer nicht völlig planen Oberfläche stand – und er funktionierte nur bei der Addition. Die Subtraktion konnte lediglich mit einer Art mathematischem Trick bewirkt werden: Man addierte das Neunerkomplement der zu subtrahierenden Zahlen und erhielt dann das Ergebnis der Subtraktion – allerdings ohne unmittelbares mechanisches Zutun der Maschine. Ein dauerhafter Verkaufserfolg stellte sich nicht ein, und Pascal wandte sich bald anderen, vor allem theologischen Fragestellungen zu.

Von größerer Ausstrahlungskraft war die Erfindung einer Rechenmaschine durch den Phi-

Gegenüber:
Rechenmaschine des
schwäbischen Pfarrers und Tüftlers
Philipp Matthäus Hahn.



Rechenmaschine von Blaise Pascal,
die sogenannte „Pascaline“.



Nachbau der Leibniz-Maschine aus der Werkstatt des Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn.

stieß: Der Zehnerübertrag ist nur mit hohem Kraftaufwand möglich, und die Maschine neigt beim Betrieb zu Beschädigungen.

Leibniz errang aber in der Vorgeschichte des Computers nicht allein durch seine Staffelwalzen-Rechenmaschine Bedeutung: Er erfand ein weiteres Funktionsprinzip des mechanischen Rechnens, das Sprossenrad. Dies ist ein Zahnrad mit einer veränderbaren Anzahl von Zähnen: Entsprechend den Zahlen 0 bis 9 werden aus einer Scheibe gleich viele verdeckte Zähne ausgefahren und bewirken bei Umdrehung der Scheibe die richtige Zahlenübertragung. Gebaut hat Leibniz dieses Funktionsprinzip ebenso wenig wie seine Idee einer auf dem Dualsystem („dyadisches Rechnen“) basierenden Rechenmaschine. Nicht allein der Dualrechner, vielmehr die Idee des Dualsystems, also des Rechnens mit Null und Eins überhaupt, waren bahnbrechend. Sein „dyadisches System“ wurde zur Grundlage des modernen digitalen Rechnens, da die Zustände Null und Eins in Maschinen gut dargestellt werden können.

Die Konstruktion einer mechanischen Vier-Spezies-Rechenmaschine auf der Basis der Sprossenradtechnik veröffentlichte dann 1709 der paduanische Mathematikprofessor Giovanni Poleni (1685–1761) – nach seinem eigenen Bekunden, ohne von der Leibniz’schen Entwicklung genaue Kenntnis zu haben. Wütend über die mangelnde Funktionsfähigkeit eines ersten Modells zerstörte er dieses. Erst eine zweite Maschine soll – so Poleni selbst – später perfekt funktioniert haben. Seine Konstruktion sah äußerlich einer Wanduhr ähnlich, war größtenteils aus Holz gebaut mit Funktionsteilen aus Messing und Eisen und nutzte wie Großuhren der damaligen Zeit die Schwerkraft als Antrieb.

18 Jahre später (1727) baute der schwäbische Uhrmacher Anton Braun d. Ä. (1686–1728) eine Sprossenradmaschine für die vier Grundrechenarten. Der aus einer alten schwäbischen Uhrmacherfamilie in Möhringen bei Tuttlingen stammende Braun stand als Optiker und Mathematiker, ab 1727 als Instrumentenmacher im Dienste Kaiser Karls VI. in Wien. Seine

losophen, Mathematiker, Juristen, Historiker und Sprachwissenschaftler Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716). Er entwickelte die erste wirkliche Vier-Spezies-Maschine, eine mechanische Rechenmaschine also, die alle vier Grundrechenarten auf direktem Wege ausführen konnte. Leibniz ging von der Grundidee aus, dass Multiplikation und Division auf sukzessive Addition bzw. Subtraktion zurückführbar sind. Dementsprechend musste die Maschine in der Lage sein, diese Grundrechenvorgänge oft und schnell zu wiederholen.

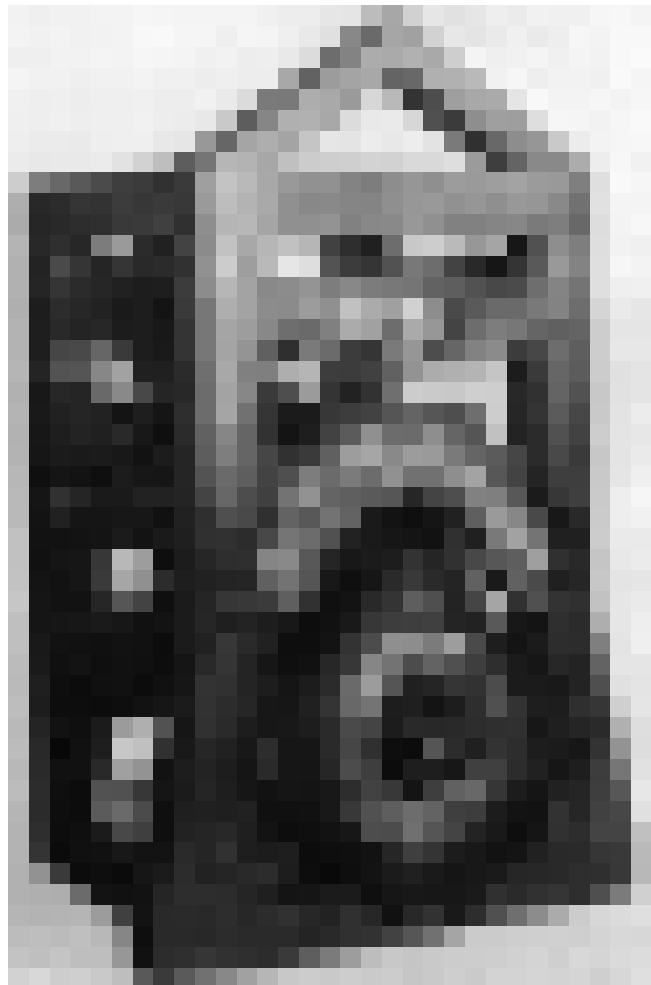
Wichtigste Funktionseinheiten sind das beweglich angeordnete achtstellige Einstellwerk und das unbewegliche zwölfstellige Zähl- bzw. Resultatwerk. Eine seitlich angebrachte Kurbel dient zum Verstellen des Einstellwerks, mittels des Haupttriebrades werden alle Rechenoperationen bewegt, und eine auf der Oberseite des kastenartigen Geräts angebrachte Scheibe zeigt die Anzahl der Umdrehungen.

Entscheidendes Element der Erfindung waren die sogenannten Staffelwalzen: Auf einem kleinen metallischen Zylinder sind neun achsenparallele Zahnrippen von stetig ansteigender Länge aufgetragen. Jede Staffelwalze repräsentiert damit durch mechanische Äquivalente die Zahlen 0 bis 9 und greift in je ein verschiebbar angeordnetes kleines Übertragungszahnrad. Werden die Staffelwalzen nun in der Maschine bewegt, so wird je nach Einstellung des jeweiligen abgreifenden Übertragungszahnrades zur Staffelwalze eine bestimmte Zahl ins Hauptzählwerk der Maschine übermittelt. Von Leibniz ausgehend wurden solche Staffelwalzen für Jahrhunderte zu einem der wichtigsten Funktionselemente bei der Konstruktion mechanischer Rechenmaschinen. Auch andere Konstruktionsmerkmale dieser Maschine wurden später wieder aufgegriffen, so die Vereinfachung der Multiplikation durch Verschieben des Einstellwerks gegenüber dem Hauptzählwerk: Statt für eine Multiplikation zwanzigmal zu kurbeln, genügte nach einer Verschiebung um eine Stelle zwei Umdrehungen.

Leibniz stellte den ersten, noch hölzernen Entwurf seiner Maschine 1673 der Royal Society in London vor. Zwei Jahre später führte er der königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris ein bereits in Messing gefertigtes Modell vor und entwickelte dann weitere Modelle. Die sogenannte „jüngere“ Leibniz-Maschine wurde erst 1880 auf einem Dachboden der Universität Göttingen wiederentdeckt und restauriert. Veröffentlicht hat Leibniz seine sich über Jahrzehnte erstreckenden Konstruktionsarbeiten erst 1709 – aus Furcht vor Nachahmern in nur knapper Form.

Die Leibniz-Maschine wurde im 20. Jahrhundert mehrfach nachgebaut. Auch das Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn hat in seiner Restaurierungswerkstatt einen eigenen, mit dem Original identischen Nachbau angefertigt. Dabei wurde nur zu deutlich, dass Leibniz' Konstruktion zwar in ihrer Art genial war, aber zugleich an die Grenzen der mechanischen Möglichkeiten ihrer Zeit

Rechenmaschine des italienischen Mathematikprofessors Giovanni Poleni.





Rechenmaschine von
Johann Christoph Schuster.

Maschine hatte die Form einer großen, flachen, runden Dose mit einer zentral angeordneten Kurbel. Das erste Braunsche Modell hat sich in Wien erhalten, eine von Braun später gebaute, vom lothringischen Feinmechaniker Philippe Vayringe Jahre nach dem Tode Brauns verbesserte bzw. zu Ende geführte Maschine befindet sich heute im Deutschen Museum München. Von noch größerer Bedeutung und Ausstrahlungskraft in der Entwicklung des mechanischen Rechnens war jedoch ein anderer schwäbischer Rechenmaschinen-Erfinder: Der Pfarrer, Astronom und Unternehmer Philipp Matthäus Hahn (1739–1790) aus Kornwestheim. Er begann 1770 mit dem Bau eines ersten Rechenmaschinen-Modells. Nach anfänglichen Experimenten mit einer kastenartigen Bauweise seiner Maschine (wie sie die Leibniz-Maschine aufweist) entschied er sich bald bei allen seinen Ausführungen für die Dosenform – wie vor ihm schon Leupold und Braun und nach ihm weitere Erfinder und Konstrukteure, so z.B. sein Kontrahent Johann Helfrich Müller, Roth und, bis spät ins 20. Jahrhundert hinein, Curt Herzstark. Die Dosenform bot die Möglichkeit, Bedienelemente zentral um die Mittelachse anzuordnen und damit sehr kompakt, wenn auch nicht immer bedienungsfreundlich zu bauen. Durch seine feinmechanischen Produkte (Taschenuhren, astronomische Tisch- und Stand-

uhren, Sonnenuhren, Waagen, insbesondere auch die Rechenmaschinen selbst) war Hahn weithin berühmt. Theodor Heuß, erster Bundespräsident der Bundesrepublik Deutschland und Historiker, widmete dem württembergischen Pfarrer in seinen „Schattenbeschwörungen“ sogar ein eigenes Kapitel. Dennoch stellte ihn die Konstruktion der Maschine vor unvorhergesehene Schwierigkeiten; es dauerte sieben Jahre, bis er alle Probleme ausgeräumt hatte. Zwei der Schüler Hahns wurden ebenfalls durch den Bau von Rechenmaschinen bekannt: Sein Schwager Johann Christoph Schuster (1759–1823), der in der Nachfolge Hahns ab 1789 mindestens drei Vierspezies-Rechenmaschinen fertigte, und Jacob Auch (1765–1842), der mindestens drei Addiermaschinen herstellte.

Der bereits kurz erwähnte hessisch-darmstädtische Landbaumeister Johann Helfrich Müller (1746–1830) eignete sich durch Studium der Publikation Hahns Kenntnisse über dessen Konstruktion an, verbesserte sie aber auch in einigen Punkten: Die liegend angeordneten Staffelwalzen, der neuartige Zehnerübertrag, Sicherungseinrichtungen und die Möglichkeit, für Währungsaufgaben nichtdezimal zu rechnen sind seine originären Beiträge. Hahns Plagiatsvorwurf gegen ihn trifft also nicht zu. Müller war der erste, der 1788 eine der damals als Rechenhilfsmittel verbreiteten gedruckten Tabellen – in diesem Falle für die Berechnung von Rauminhalten bei Stamm- und Schnittholz – mittels einer Maschine erstellte.

Mit Müller verlassen wir ausgangs des 18. Jahrhunderts den Bereich der vorindustriellen Erfindungen. Halten wir einen Moment fest, zu welchen Zwecken mechanische Rechenmaschinen konstruiert worden waren: Schickard nutzte die Maschine für seine eigenen, vielfältigen Berechnungen, u.a. als Landvermesser. Außerdem wollte er seinem Freund Kepler bei dessen astronomischen Berechnungen helfen. Hahn war unter nächtelangen astronomischen Berechnungen ermüdet und suchte nach maschineller Hilfe. Blaise Pascal hingegen wollte mit seiner Addier- und Subtrahiermaschine seinem Vater die Steuerberechnungen erleichtern. Leibniz versuchte den Nachweis zu erbringen, dass die Grundrechenarten durch einen geistlosen Apparat ausgeführt werden könnten, sah aber Absatzmöglichkeiten in allen „rechenintensiven“ Bereichen: bei Steuerbeamten, Kaufleuten, Geodäten, Seeleuten



Nachbau der Rechenmaschine von Johann Helfrich Müller.

und Astronomen. Für mehrere Jahrhunderte sind damit die wichtigsten Anwendungsgebiete umrissen: Neben kaufmännischem Rechnen waren nautische Berechnungen, außerdem Geodäsie bzw. Landvermessung von Bedeutung; dazu wissenschaftliches Rechnen, insbesondere in der Astronomie. Dabei dürfen wir aber nicht vergessen, dass solche Geräte bis weit ins 19. Jahrhundert exotische Einzelobjekte oder bestenfalls in Kleinserie manuell gefertigte Raritäten waren – und damit nahezu unerschwinglich. Die Masse des rechnenden Volkes behalf sich mit Papier und Bleistift, benutzte Rechenhilfsmittel wie Abakus, Napierische Stäbchen (ein geschickt auf Stäben angeordnetes Einmaleins), Proportionalzirkel (zwei in der Art eines Zirkels miteinander verbundene symmetrisch aufgebaute Lineale, bei denen mittels eines Stechzirkels Werte abgegriffen werden können), Tabellenwerke oder vor allem ab dem frühen 19. Jahrhundert eine Form der Rechenschieber.

Charles Xavier Thomas (1785–1870), französischer Versicherungskaufmann aus Colmar im Elsass, war es, der ab 1820 sein „Arithmomètre“ baute und vertrieb. Seine patentgeschützte Maschine orientierte sich an der Leibniz’schen: Sie war quaderförmig mit parallel nebeneinander angeordneten Staffelwalzen und gegenüber dem Einstellwerk verschiebbarem Resultatwerk gebaut. Ein Holzkasten umgab sie. Die Zahleneinstellungen wurden mittels Schiebern vorgenommen; mit einer kleinen Kurbel wurde der Rechenvorgang durchgeführt. Beim Subtrahieren und Dividieren musste das Getriebe mit einem Einstellhebel umgestellt werden.

Thomas verbesserte seine Maschine noch mehrfach, begann aber erst ab 1850 in größerem Umfang mit deren Herstellung. Im Gebäude seiner Pariser Versicherung „Le Soleil“ wurden bis zu seinem Tode 1870 insgesamt 800 (nach anderer Lesart 1500) Exemplare gefertigt. Die Forschung ist sich darin einig, dass die industrielle Rechenmaschinenfabrikation mit Thomas beginnt, auch wenn sein Produkt eher manufakturrell als in wirklich industrieller Serienfabrikation entstand. Der Vertrieb war exportorientiert und zielte von Anfang an auf kaufmännisches Rechnen in Banken, Kontoren, Versicherungen usw. Zwar entstand 1849

Rechenmaschine von
Charles Xavier Thomas,
sogenanntes „Arithmomètre“.



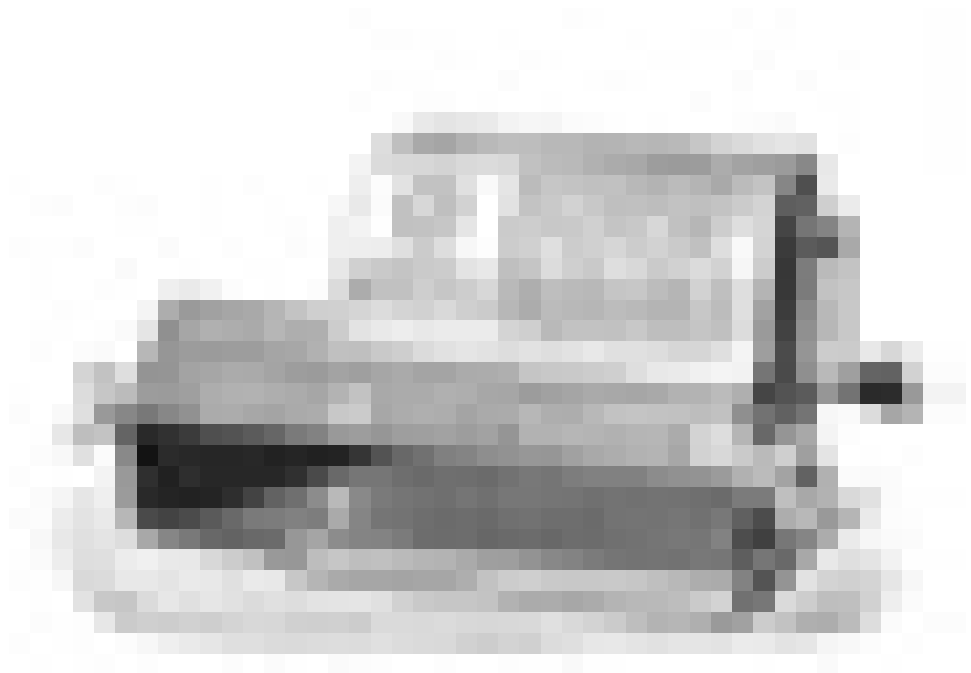
mit der von den französischen Uhrmachern Maurel und Jayet gefertigten „Arithmaurel“, einer ungewöhnlichen Staffelwalzenmaschine, kurzzeitig ein Konkurrenzprodukt; es setzte sich aber mit nur sehr geringen Stückzahlen auf dem Markt nicht durch.

Der wirtschaftliche Erfolg des Thomas-Arithmomètre zeigte sich nicht nur in Thomas' Erhebung in den Adelsstand, sondern vor allem an den verschiedenen konkurrierenden Nachbauten, insbesondere in Deutschland. Nach Ablauf des Patentschutzes 1879 begann in Glashütte (Sachsen) Arthur Burkhardt (1857–1918) Thomas' Rechenmaschine anfangs in nur leicht veränderter Form zu kopieren. Über zehn Jahre lang war diese Fabrik die einzige Rechenmaschinenfertigungsstätte in Deutschland. Dann machten sich mehrere Mitarbeiter Burkhardts selbstständig und gründeten eigene Fabriken. Mit Firmen wie Saxonia und Archimedes wurde Glashütte ein Standort der deutschen Rechenmaschinenfertigung. Andere Staffelwalzenmaschinen wurden vor allem nach der Jahrhundertwende im Schwarzwald (Badenia), Dresden, Berlin, aber auch in der Schweiz, Österreich und England gefertigt.

Das schon von Leibniz erdachte Sprossenrad entwickelte sich nun zum konkurrierenden System der Staffelwalzenmaschinen. Besondere Bedeutung erlangten die Patente des in Russland arbeitenden Schweden Willgodt T. Odhner (1845–1905). Er betrieb eine eigene Fabrik in Petersburg, vergab aber schon früh auch Lizenzen ins Ausland. Die Braunschweiger Nähmaschinenfabrik Grimme, Natalis & Co. erwarb 1892 die Patent- und Vertriebsrechte für Deutschland, Belgien und die Schweiz. Mit diesen Patenten wurde die Fabrik, die in ihrer frühen Phase eher als ein „maschinenbautechnischer Gemischtwarenladen“ anmutete, von ihrem Ingenieur und Gesellschafter Franz Trinks aus einer schwierigen Geschäftslage heraus zu beachtlichen Erfolgen geführt: Unter dem Namen Brunsviga wurden bis 1912 in Braunschweig 20.000 Stück, bis 1957 dann 500.000 Maschinen gefertigt – und das, obwohl eine Reihe anderer Unternehmen (Triumphator, Melitta, Walther, Hannovera, Monopol) ähnliche Maschinen auf den Markt brachten. Trinks nutzte allerdings nicht nur Odhners Patente, er verbesserte seine Brunsviga-Maschinen stetig und machte sie im Gebrauch quasi narrensicher. Neben praktischen Merkmalen wie kompakter Form und Wendeläufigkeit (einfaches Vor- oder Zurückdrehen der Kurbel für Addition bzw. Subtraktion statt Umstellen per Hebel) war vor allem der Preis ein schlagendes Argument: eine Brunsviga kostete nur rund ein Drittel eines Burkhard-Arithmometers.

Das ausgehende 19. Jahrhundert bot aus verschiedenen Gründen gute Voraussetzungen für das Entstehen einer Büromaschinen- bzw. Rechenmaschinenfabrikation: Die feinmechanischen Fertigungsmöglichkeiten waren so weit gediehen, dass auch große Stückzahlen präziser Bauteile preiswert hergestellt werden konnten. Der Organisationsgrad bei Behörden und Privatunternehmen stieg stetig an; in den USA mit ihrem beachtlichen wirtschaftlichen Wachstum und im Deutschen Reich mit den allmählich ausgeweiteten Sozialversicherungen wurde der Rechenbedarf immer größer. Auch Ingenieurwesen und Geodäsie erforderten immer bessere, alltagstaugliche Rechenmaschinen.

Dennoch waren mechanische Rechenmaschinen keineswegs von Anfang an ein marktgängiges Produkt, das sich quasi von alleine verkaufte. Brunsviga und später auch andere deutsche Hersteller setzten daher von vornherein auf Reisevertreter, die vor Aufnahme ihrer Tätigkeit intensiv geschult wurden, um bei potentiellen Kunden möglichst schnell und effizient Proberechnungen vorführen zu können. Außerdem wurde ein Netz aus Verkaufsbüros und Generalvertretungen eingerichtet. Dies diente nicht allein dem Verkauf, sondern auch der Wartung und der Reparatur, was bei allen mechanischen Bürogeräten eine große Be-



Brunsviga-Rechenmaschine,
massenhaft industriell gefertigt.

deutung besaß.

In den Büros und Kontoren des späten 19. Jahrhunderts waren indes vor allem Additionsaufgaben zu lösen. Dafür wurden spezielle Addiermaschinen entwickelt, die für die anderen Grundrechenarten nur untergeordnet verwendbar waren. Besonders bekannt und verbreitet war die Addiermaschine „Comptometer“, für die Dorr E. Felt 1887 in Chicago das Patent erhielt. Seine Maschine besaß ein langgestrecktes, kastenartiges Blechgehäuse mit Volltastatur (also mit Tasten von 1 bis 9 für jeden Stellenwert). Technisch wich sie von den bekannten Staffelwalzen- und Sprossenradsystemen völlig ab: Segmenthebel, Zahnstangensegmente, Treibräder und Schaltklinken waren ihre Funktionsteile; der Zehnerübertrag wurde durch Federspannung mittels Tastenanschlag bewirkt. Verschiedene eingebaute Sicherungen verhinderten Fehlbedienungen. Mit dem „Comptometer“ war eine sehr hohe Rechengeschwindigkeit beim Addieren, mit etwas Übung auch beim Multiplizieren und Dividieren möglich. Felt & Tarrant Mfg. Co. bot daher spezielle Rechenkurse an, in denen das Büropersonal der Käufer geschult wurde. Bis heute gilt das Felt'sche „Comptometer“ als schnellste Addiermaschine der Welt.

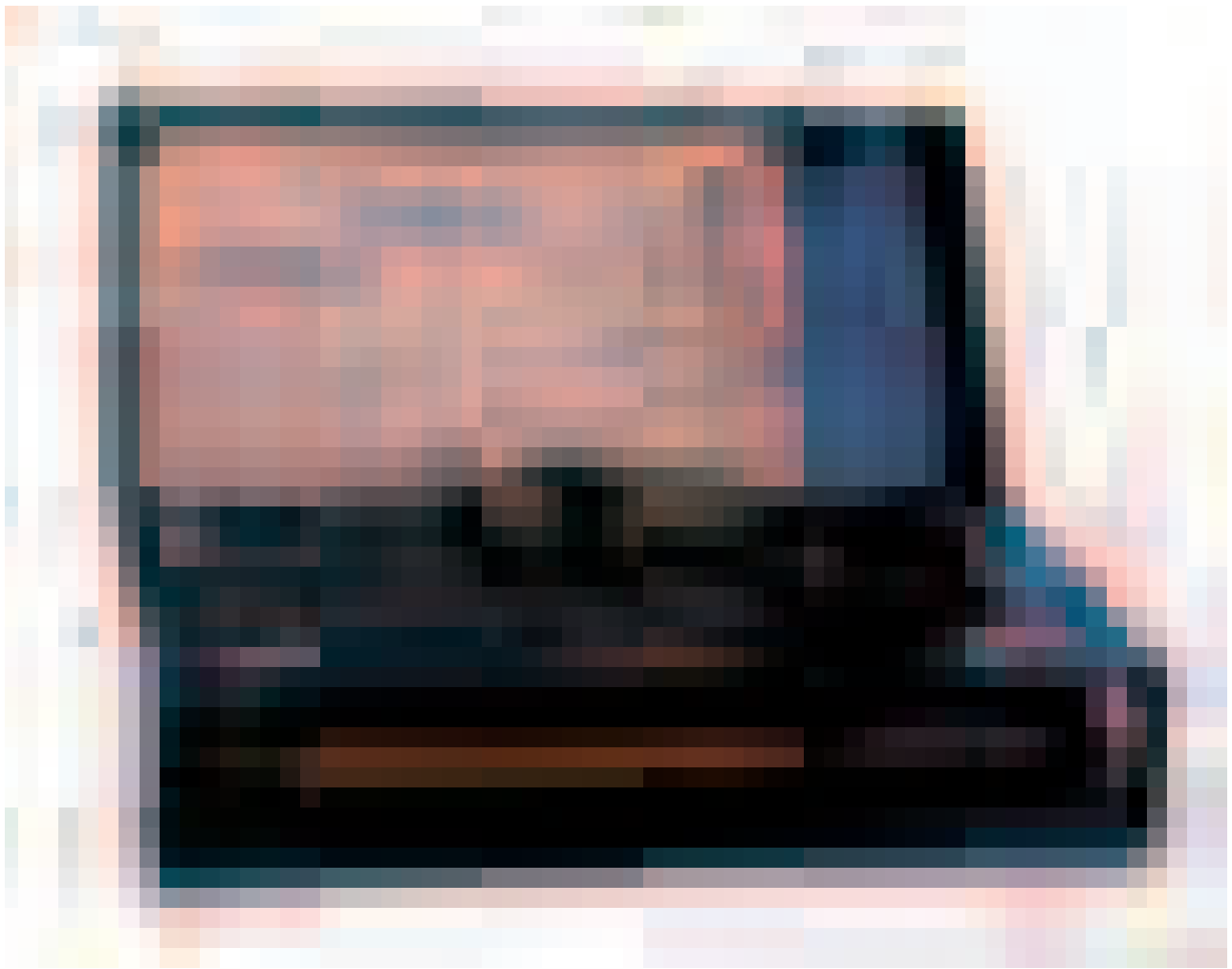
Scharfer Konkurrent für Felts „Comptometer“ war – nicht nur auf dem großen amerikanischen Büromaschinenmarkt – die druckende Addiermaschine des Bankangestellten William S. Burroughs aus St. Louis, der sich 1888 seine Erfindung patentieren ließ. Sie war etwas umständlicher zu bedienen, besaß aber ein Druckwerk. Diesen Vorzug bot auch die Dalton der Dalton Adding Machine Co., die 1902 von Hubert Hopkins in St. Louis konstruiert und ab 1909 von dessen Geldgeber Dalton gefertigt wurde. Ihr Aussehen erinnert wegen des Papierwagens etwas an eine Schreibmaschine. Als Schaltorgan dient ein Stiftschlitten mit mehreren Stiftenreihen. Jeder Stiftenreihe ist eine Zahnstange zugeordnet und ermöglicht eine Verbindung zwischen Eingabe- und Resultat- bzw. Zählwerk. Von diesem weltweit erfolgreichen Maschinentyp wurden etwa 150 unterschiedliche Modelle gefertigt.

Für die deutschen Hersteller waren die bewährten, marktdominierenden amerikanischen Addiermaschinen eine äußerst starke Konkurrenz, gegen die erst im Gefolge der Marktabschottung durch den Ersten Weltkrieg vorgegangen werden konnte (so z.B. Phoenix 1914, Continental-Addiermaschine und Astra, beide von den Wanderer-Werken 1921, Addiermaschinen der Rüstungsfirmen Mauser und Rheinmetall seit 1927 bzw. 1931).

Eine gänzlich andere Funktionsweise und eine andere Käuferschicht wiesen die sogenannten mechanischen Direktmultiplizierer auf. Statt Multiplikation durch sukzessive Addition durchzuführen, verwendete dieser Rechenmaschinentyp eine mechanische Repräsentation des Einmaleins in Form eines Einmaleinskörpers. Dabei handelte es sich um Reihen von Stiften oder Zungenplatten, die in ansteigender Länge angeordnet werden. Sie ermöglichten es, auch große Multiplikationsaufgaben mit einer einzigen Hebelumdrehung durchzuführen. Bei Maschinen wie der Brunsviga hingegen erforderte z.B. eine Multiplikation einer Zahl mit dem Multiplikator 125 insgesamt acht Umdrehungen inklusive zweier Umstellvorgän-



Werbeanzeige für die Dalton Addiermaschine, die mit einem Druckwerk ausgestattet war.



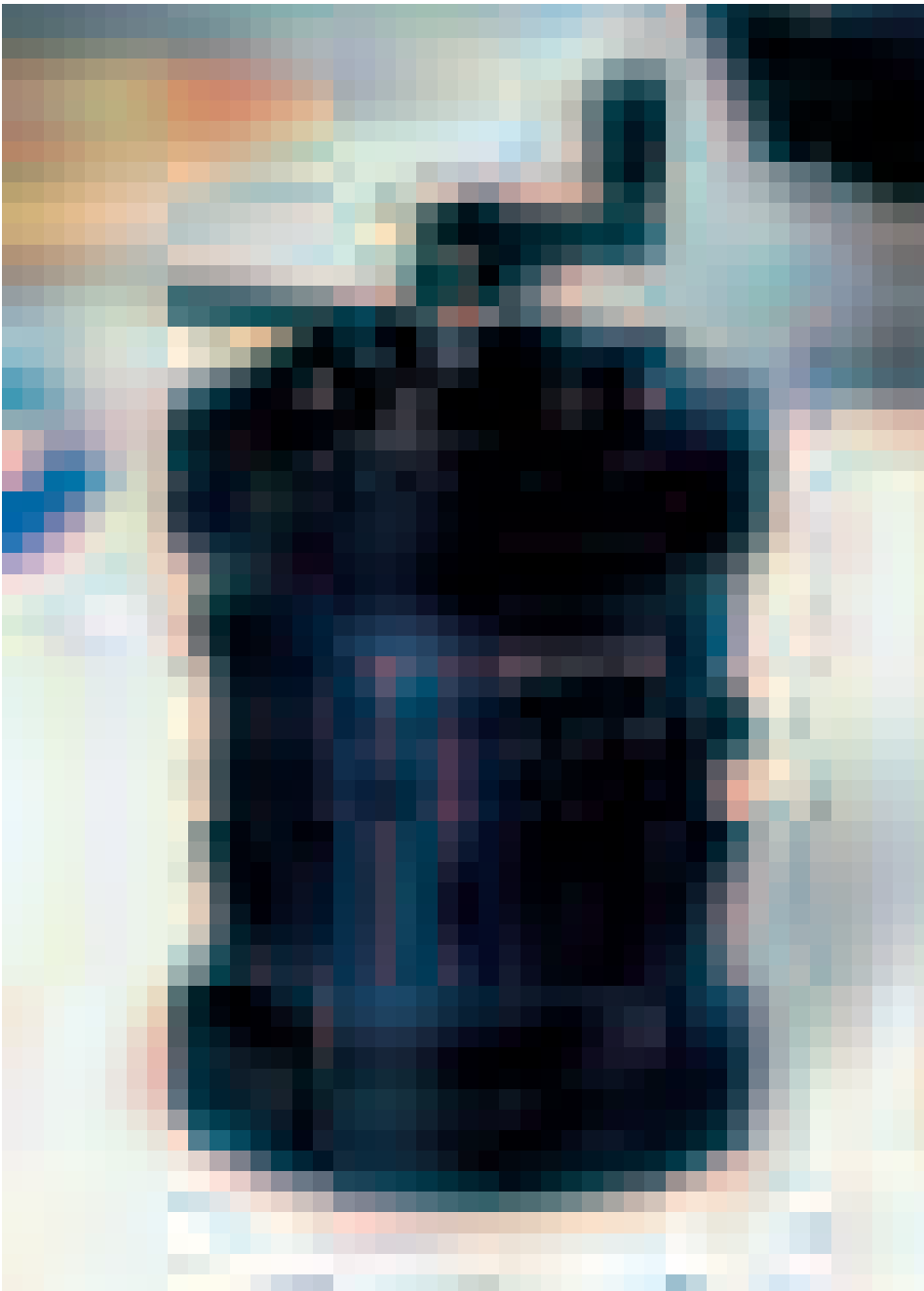
Die „Millionär“,
der bekannteste Direktmultipli-

ge. Das Dividieren mit einem Direktmultiplizierer allerdings erforderte eine Hilfstabelle, die meist im Deckel der ziemlich großen Maschine eingeklebt war. Der bekannteste und am weitesten verbreitete Direktmultiplizierer war die „Millionär“, erfunden 1893 von Otto Steiger und gebaut von der Firma Hans W. Egli in Zürich. Die Maschine wog etwa 60 kg, war ab 1911 mit einem elektrischen Motor und wenig später mit Tasten statt Einstellschiebern erhältlich. Insgesamt wurden bis zur Einstellung der Produktion um 1935 4655 Maschinen hergestellt. Sie fanden vor allem in wissenschaftlichen Instituten ihre Verwendung, wo man sich sonst mit Doppelmaschinen namhafter Hersteller wie Brunsviga, Odhner, Thales oder Marchant beholf. Die hohen Kosten der Direktmultiplizierer, ihre beachtlichen Abmessungen, das umständliche Dividieren und vor allem die Tatsache, dass Rechenmaschinen mit der herkömmlichen sukzessiven Addition durch elektrischen Antrieb ebenfalls im Gebrauch schneller und komfortabler wurden, brachten schließlich das Ende für die „Millionär“ und für die wenigen deutschen und amerikanischen Konkurrenzmodelle.

Die weitere Entwicklung mechanischer Rechenmaschinen im 20. Jahrhundert war vielfältig, beruhte aber zunächst noch immer vorwiegend auf den Prinzipien der Staffelwalze und des Sprossenrades. Durch Elektrifizierung, Vollautomatisierung, Speicher- und Druckmöglichkeiten stiegen Bedienkomfort und Rechengeschwindigkeit. Der amerikanische Hersteller Friden mechanisierte sogar das Wurzelziehen in einer Fünfspezies-Rechenmaschine. Zu

nennen wären ferner die Proportionalräder-Maschine des Herstellers Marchant, ebenfalls in den USA, als die schnellste elektromechanische Rechenmaschine überhaupt und die Diehl „Transmatic DM“ von 1965, eine druckende Vierspezies-Maschine.

Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts brachte noch einen letzten Höhepunkt im Rechenmaschinenbau hervor: Die kleinste, je gefertigte mechanische Vier-Spezies-Maschine, die „Curta“. Ausgangspunkt der „Curta“ war die Kleinrechenmaschine „Gauss-Mercedes“ des berühmtesten deutschen Rechenmaschinen-Konstrukteurs Christel Hamann (1870–1948), die in kleiner Stückzahl seit 1905 und, verbessert, von 1909 bis 1911 hergestellt wurde. Die



Curt Herzstark's „Curta“,
kleinste mechanische Rechen-
maschine der Welt.

„Gauss-Mercedes“ wie auch die „Curta“ basieren auf der bereits erwähnten Idee der dosenförmigen Rechenmaschinen, die eine kompakte Bauweise ermöglichten. Curt Herzstark (1902–1988), Inhaber einer Wiener Rechenmaschinenfirma, entwickelte 1938 als Funktionselement die Komplementärstufenwalze. Als österreichischer Jude wurde er im Konzentrationslager Buchenwald interniert, durfte dort aber bis Kriegsende seine Rechenmaschine weiterentwickeln. Nach der Befreiung des KZs durch amerikanische Truppen und der später erfolgten Besetzung Sachsens durch die Sowjets begann Herzstark schließlich mit der Produktion seiner Erfindung in Liechtenstein. Von der Markteinführung 1948 bis zur Produktionseinstellung 1970 stellte die Contina AG nach seinen Patenten zwei Modelle des Geräts in über hunderttausend Exemplaren her.

Mit dem elektronischen Tischrechner „Anita“ eines britischen Herstellers begann 1962 der Einzug der Elektronik und damit das Ende des elektromechanischen Rechnens. Der bedeutendste Hersteller von Rechenschiebern, die Firma Dennert & Pape in Hamburg mit ihren berühmten „Aristo“-Rechenschiebern, erkannte den technologischen Paradigmen-Wechsel rechtzeitig, nahm noch entschlossen die Taschenrechner-Herstellung auf, scheiterte aber an den zu hohen Chip-Kosten auf dem Weltmarkt. Das Ende des analogen Rechnens war unwiderruflich gekommen; die Elektronik beherrschte nun Märkte und Maschinen.

Vierspezies-Rechenmaschine
mit Druckwerk von Diehl.



Stefan Stein

Literatur:

Anthes, Erhard, Mechanische Rechenmaschinen um 1800, in: Gerd Biegel, Günther Oestmann, Karin Reich (Hg.), Neue Welten. Wilhelm Olbers und die Naturwissenschaften um 1800. *Disquisitiones Historicae Scientiarum*. Braunschweiger Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte, Band 1, Braunschweig 2001, S. 176–191.

Hashagen, Ulf, Innovationen im deutschen Rechenmaschinenbau um 1900. Teil I: Eine glückliche Kooperation zwischen Hochschule und Industrie, in: *Informatik-Spektrum* Dez. 2003, S. 557–561.

Hashagen, Ulf, Die Rechenmaschine Gauss – eine gescheiterte Innovation?, in: Ulf Hashagen, Otto Blumtritt, Helmut Trischler (Hg.), *Circa 1903: Wissenschaftliche und technische Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums*, München 2003, S. 371–398.

Heuss, Theodor, *Schattenbeschwörung. Randfiguren der Geschichte*, Frankfurt/Main und Hamburg 1959, S. 59–64.

Kehrbaum, Annegret und Korte, Bernhard, Historische Rechenmaschinen im Forschungsinstitut für Diskrete Mathematik Bonn. Teil I: Mathematiker und Rechenmaschinen, in: *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 1993, Nr. 1, S. 18–31.

Dies., Historische Rechenmaschinen im Forschungsinstitut für Diskrete Mathematik Bonn. Teil II: Pioniere der industriellen Revolution und Rechenmaschinen des 20. Jahrhunderts, in: *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 1993, Nr. 2, S. 8–20.

Petzold, Hartmut, *Rechnende Maschinen. Eine historische Untersuchung ihrer Herstellung und Anwendung vom Kaiserreich bis zur Bundesrepublik*, Düsseldorf 1985. (Technikgeschichte in Einzeldarstellungen Bd. 41, 1985).

Schillinger, Klaus, *Rechengeräte aus der Sammlung des Mathematisch-Physikalischen Salons*. Bestandskatalog. Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Mathematisch-Physikalischer Salon Dresden/Zwinger, Dresden 1999.



Von der Lochkarte zum Großrechner

Datenverarbeitung und Computertechnik von Herman Hollerith bis 1970

Herman Hollerith, 1860 als Sohn deutscher Einwanderer in Buffalo, New York, geboren, gilt als Vater der modernen Datenverarbeitung. Mit der Erfindung der Lochkarte leitete er den Beginn des Informationszeitalters ein.

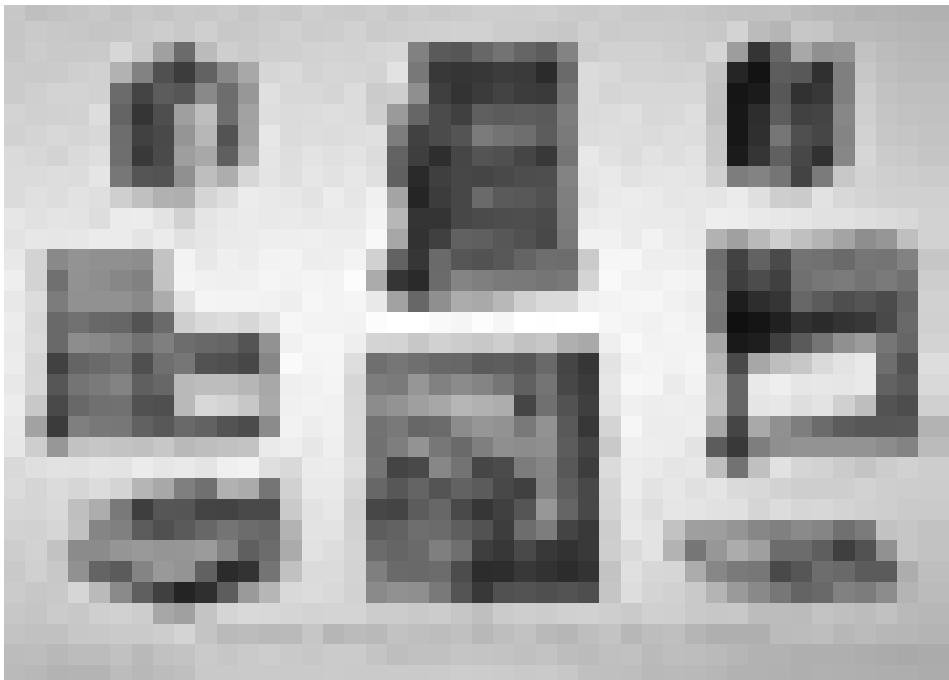
Die Schwierigkeiten der manuellen Bearbeitung und Auswertung großer Datenmengen lernte Hollerith als Angestellter des US Census Bureaus während der amerikanischen Volkszählung 1880 kennen. Er entwickelte daraufhin eine Technologie, deren Grundidee es war, einzelne Datensätze durch Lochungen auf einer Karte festzuhalten. Diese wurden mit sogenannten Kontaktpressen abgetastet, d.h. überall dort, wo sie Lochungen enthielten, konnte sich ein Stromkreis schließen und entsprechende Zählwerke weiterschalten. Die Auswertung der Lochkarten nach unterschiedlichsten Kriterien, z.B. Alter, Geschlecht, Nationalität, Beruf etc. oder nach Kombinationen solcher Kriterien war dadurch möglich.

Die Verwendung von Lochstreifen war zu jener Zeit bereits seit längerem bekannt, sie diente zur Steuerung von Webstühlen oder mechanischen Musikinstrumenten. Hollerith nutzte die Lochkarte nun als Datenspeicher und als Eingabemedium, das eine maschinelle Weiterverarbeitung und Auswertung der Informationen ermöglichte. Bemerkenswert ist nicht allein die Tatsache, dass Hollerith eine maschinelle Datenverarbeitung entwickelt hat. Aus heutiger Sicht wegweisend ist darüber hinaus auch der Einsatz digitaler, binärer Technik. Jeder Computer arbeitet noch heute nach diesem System: Stromfluss oder kein Stromfluss, ja oder nein.

Mitte der 1880er Jahre hatte Hollerith seine erste Lochkartenanlage fertiggestellt, die auf der Pariser Weltausstellung 1889 großes Aufsehen erregte. Die Feuertaufe bestand die neue Technologie bei ihrem Einsatz im Rahmen der amerikanischen Volkszählung 1890. Insgesamt

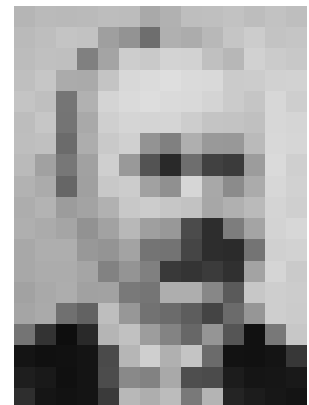
Gegenüber:

Die Tabelliermaschine von Hollerith, Ausgangspunkt der Lochkartentechnik und der Datenver-



Zeitgenössische Darstellung der Hollerith-Technik.

Herman Hollerith (1860–1929), Sohn deutscher Auswanderer aus der Pfalz.





IBM-Lochkarte
im jahrzehntelang gültigen Format.

samt 62 Millionen Lochkarten wurden von 43 Hollerithmaschinen ausgewertet. Dauerte die Auswertung der vorangegangenen Volkszählung noch acht Jahre, so benötigte man nun, trotz einer noch größeren Datenflut, dank der neuen Technik nur noch drei Jahre. Das Verfahren setzte sich überall dort, wo große Datenmengen zu bewältigen waren, rasch durch, so bei Behörden, Versicherungen und Unternehmen. In Deutschland wurde im Jahr 1910 die Deutsche Hollerith Maschinen Gesellschaft (DEHOMAG) gegründet, um die neue Technik zu vertreiben. Ihr erster gewerblicher Kunde waren 1911 die Farbenfabriken Bayer in Leverkusen.

Seine Erfolge hatten Herman Hollerith dazu veranlasst, 1896 die Tabulating Machine Company zu gründen, doch blieb er im Grunde immer eher Techniker und Ingenieur als Unter-

DEHOMAG-Sitz in Berlin.

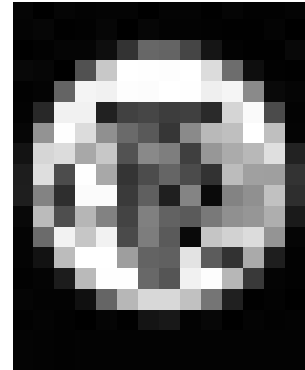


nehmer. Im Jahre 1911 verkaufte er seine Firma an die Computing Tabulating Recording Company und zog sich ins Privatleben zurück. Er starb 1929.

Die Computing Tabulating Recording Company (CTR) wurde von einem gewissen Thomas J. Watson (1874–1956) geführt. Watson verkörperte den amerikanischen Traum wie kaum ein anderer. Er begann als einfacher Verkäufer des Registrierkassenherstellers National Cash Register (NCR). Innerhalb von 16 Jahren arbeitet er sich zum Stellvertreter des Firmengründers John H. Patterson hoch, der ihn dann 1913 plötzlich entließ – vermutlich, weil er niemanden ebenbürtig neben sich duldet. Watson investierte daraufhin in die CTR, die zu diesem Zeitpunkt nicht nur Holleriths Technik, sondern auch Stempeluhren, Waagen und andere Gerätschaften im Sortiment hatte. Mit zunehmendem Erfolg der Lochkartentechnik konzentrierte sich das Unternehmen dann auf diesen Geschäftszweig. 1924 firmierte es um zur International Business Machines Corporation (IBM).

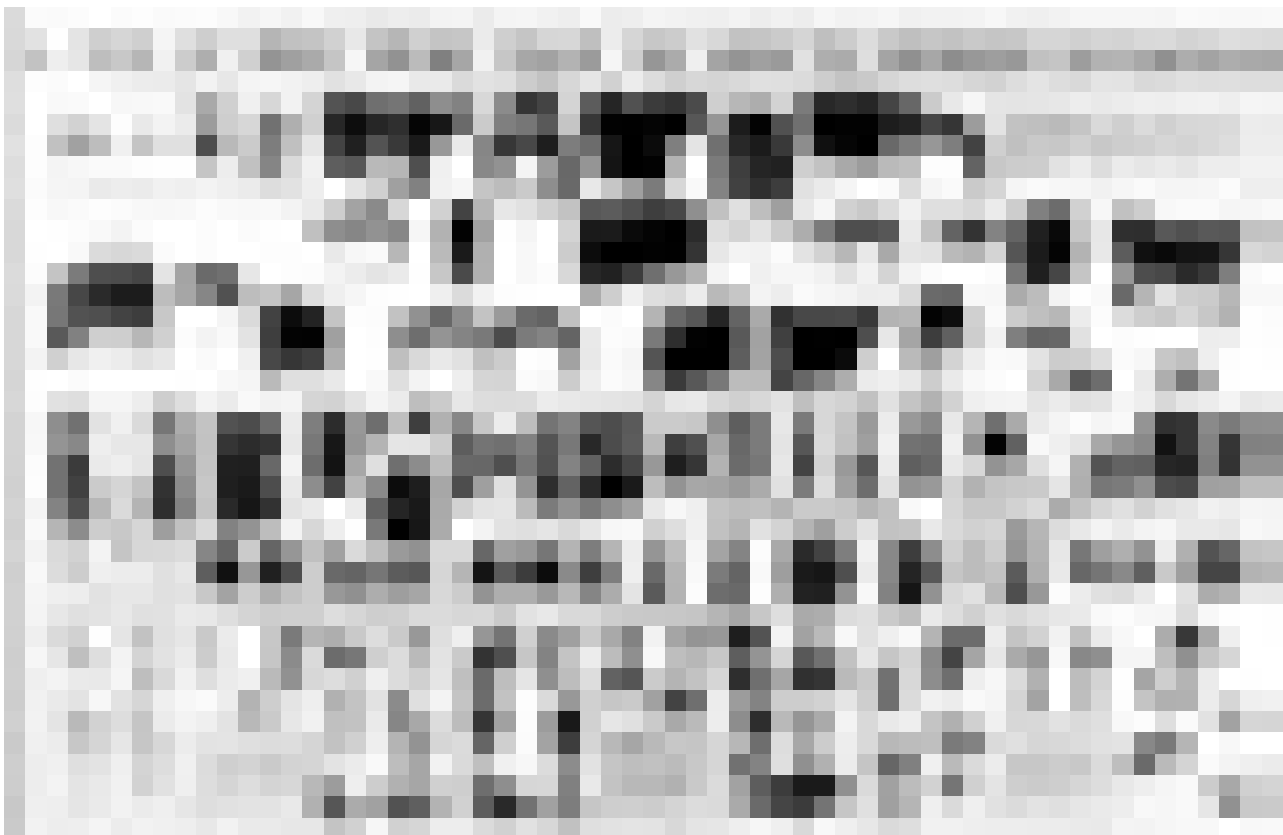
Geprägt von Pattersons Führungs- und Verkaufsstil organisierte Watson auch die IBM als straff geführtes Unternehmen mit einer ausgeprägten Firmenkultur, deren Motto „Think“ in gewissem Gegensatz zu seinem patriarchalischen Führungsstil stand. Seine Einstellung war stark dadurch geprägt, dass er kein Techniker, sondern vielmehr Verkäufer war. Service, Dienstleistungen für den Kunden und marktgerechtes Verhalten standen für ihn im Mittelpunkt, weniger technische Details. Dies erklärt wohl den großen Erfolg von IBM. Denn letztlich, so hieß es immer, verstehen diejenigen, die über teure Investitionen in die Datenverarbeitung entscheiden, nichts von der Technik, aber sie kennen IBM! Oder anders ausgedrückt: Es wurde noch nie jemand entlassen, weil er sich für IBM entschieden hatte.

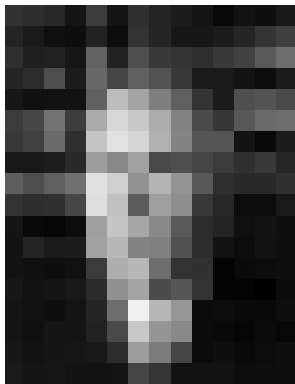
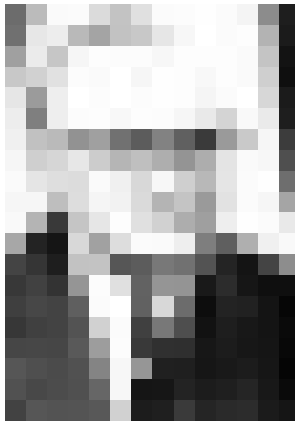
IBM war weltweiter Branchenprimus in der Datenverarbeitung mit Lochkarten. An deren



Logo der Computing Tabulating Recording Company.

In der frühen Zeit stellten Maschinen zur Datenverarbeitung nur einen Teil der IBM-Produktpalette dar, zu der beispielsweise auch Waagen gehörten.





Konrad Zuse (1910–1995).

Howard H. Aiken (1900–1973).

Presper Eckert (1919–1995) und
John W. Mauchly (1907–1980).

Grundprinzipien hatte sich in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts seit Holleriths Zeiten wenig geändert, auch wenn sie technisch immer ausgefeilter wurde und der Absatzmarkt kontinuierlich wuchs. Doch gerade dieser große Erfolg in Verbindung mit dem straffen Regiment Watsons schien für IBM zur Bedrohung zu werden. Als zunächst Konrad Zuse den ersten Computer vorstellte und sich dann in den 1940er und 1950er Jahren die elektronische Computertechnik etablierte, verschloss sich Watson dieser Entwicklung. „Ich denke, es gibt auf der Welt einen Markt für vielleicht fünf Computer“, so wird er 1943 zitiert. Andererseits konnte der Patriarch seine Kompetenzen nicht abgeben. Erst sechs Wochen vor seinem Tod 1956, im Alter von 82 Jahren, übergab er das Unternehmen seinem Sohn, Thomas J. Watson jr. (1914–1993).

Konrad Zuse (1910–1995) gilt als der Erfinder dessen, was heute als Computer bezeichnet wird. Er entwickelte die erste vollautomatische, programmgesteuerte und frei programmierbare, in binärer Technik arbeitende Rechenanlage. Zuse hatte seine Maschine ganz allein, ohne einen Auftraggeber und entsprechende Gelder, im wahrsten Wortsinne im elterlichen Wohnzimmer konstruiert. Er war ursprünglich bei den Henschel Flugzeugwerken in Berlin als Statiker angestellt. Diese Tätigkeit gab er 1936 auf und begann mit dem Bau einer Maschine, die er für statische Berechnungen einsetzen wollte. Der Rechner sollte im Binärcode arbeiten, programmierbar sein und Speicher für Zwischenergebnisse besitzen. 1941 war es soweit, Konrad Zuse konnte seinen auf Relais-technik basierenden ZUSE Z3 vorführen, die eigentliche Geburtsstunde des Computers.

Zuses Leistung erscheint umso größer, wenn man bedenkt, dass vergleichbare Geräte nicht nur erst später, sondern mit viel größerem finanziellen und personellen Aufwand realisiert wurden. Howard H. Aiken (1900–1973), Professor für angewandte Mathematik an der Harvard University in Cambridge, Massachusetts, hatte 1943 mit Hilfe von IBM-Ingenieuren den Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC, später „Harvard Mark 1“ genannt) fertiggestellt; im Gegensatz zu Zuses Rechner ein Koloss von 25 Metern Länge und 2,5 Metern Höhe. Seine Dimensionen mögen das obige Zitat von Thomas J. Watson sr. heute verständlicher erscheinen lassen. Aikens Computer war der erste programmgesteuerte Großrechner Amerikas.

Presper Eckert (1919–1995) und John W. Mauchly (1907–1980) drangen im gleichen Jahr mit ihrem Vorschlag bei der US-Armee durch, einen elektronischen Rechner mit damals ungekannter Rechengeschwindigkeit zu bauen. Heraus kam der 1945 vorgestellte Electronic Numerical Integrator and Computer, kurz ENIAC. Der ENIAC verwendete sowohl Röhren- als auch Relais-technik. Eckert und Mauchly waren vom kommerziellen Erfolg des Computers überzeugt. Sie machten sich selbstständig und entwickelten bei der Remington Rand Corporation den UNIVAC. Im Jahre 1951 vorgestellt, benutzte der Rechner erstmals das Magnetband als externen Speicher. UNIVAC 1 war der erste serienmäßig hergestellte Rechner, denn bislang waren alle Computer Einzelanfertigungen gewesen. Kaum ein Ereignis hat mehr zum Image des Computers als dem eines dem Menschen überlegenen „Superhirns“ beigetragen, als UNIVACs Einsatz im Rahmen der Präsidentschaftswahl 1952. Alle Prognosen sagten ein Kopf-an-Kopf-Rennen der Kandidaten voraus, UNIVAC hingegen berechnete einen Erdrutschsieg Eisenhowers, behielt Recht und wurde dadurch weltweit bekannt.

Seit dieser Zeit entwickelte sich die moderne Computerindustrie. UNIVAC gehörte in den 1960er Jahren neben Burroughs, Scientific Data, Control Data Corporation, General Electric, RCA und Honeywell zu den großen Computerfirmen. Branchenprimus aber war IBM, wes-



Links:

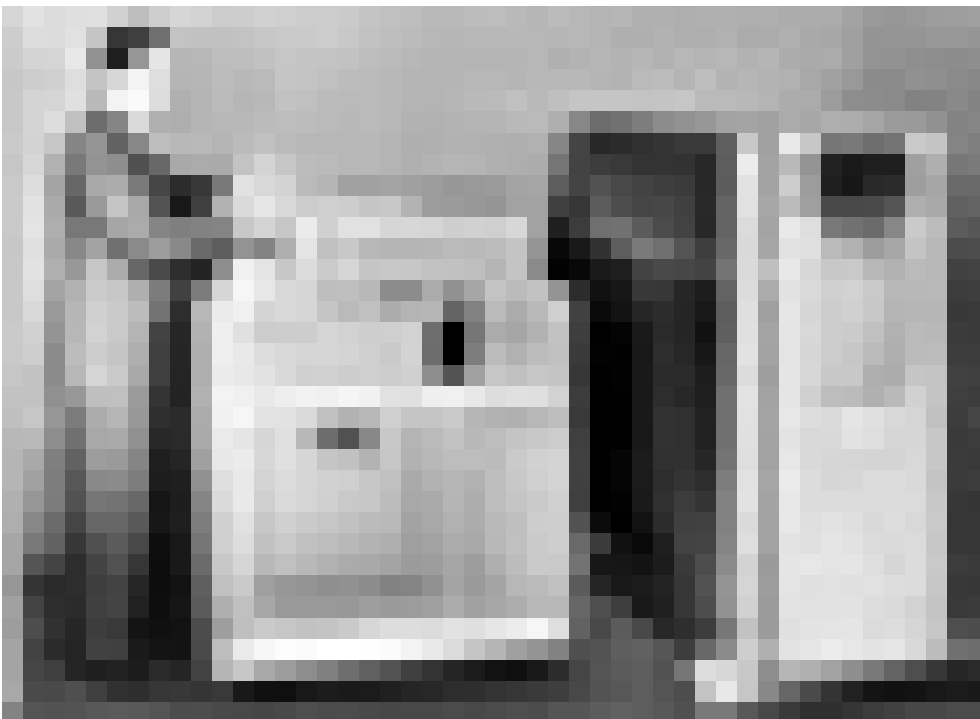
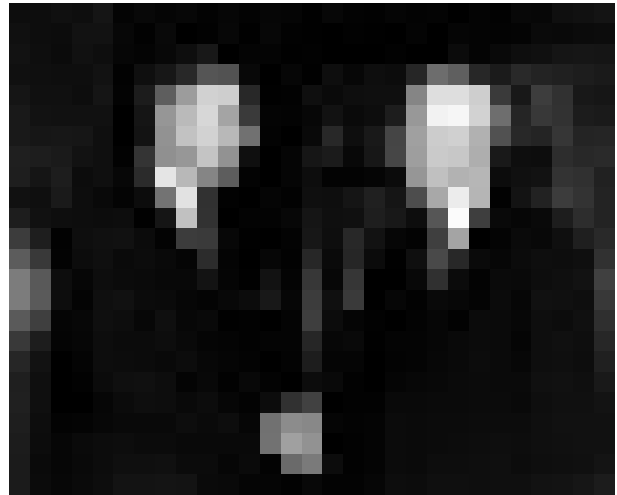
Thomas J. Watson sr. (1874–1956).

Aus bescheidenen Anfängen heraus entwickelte er den Weltkonzern IBM, dem er wie ein Patriarch vorstand.

Unten rechts:

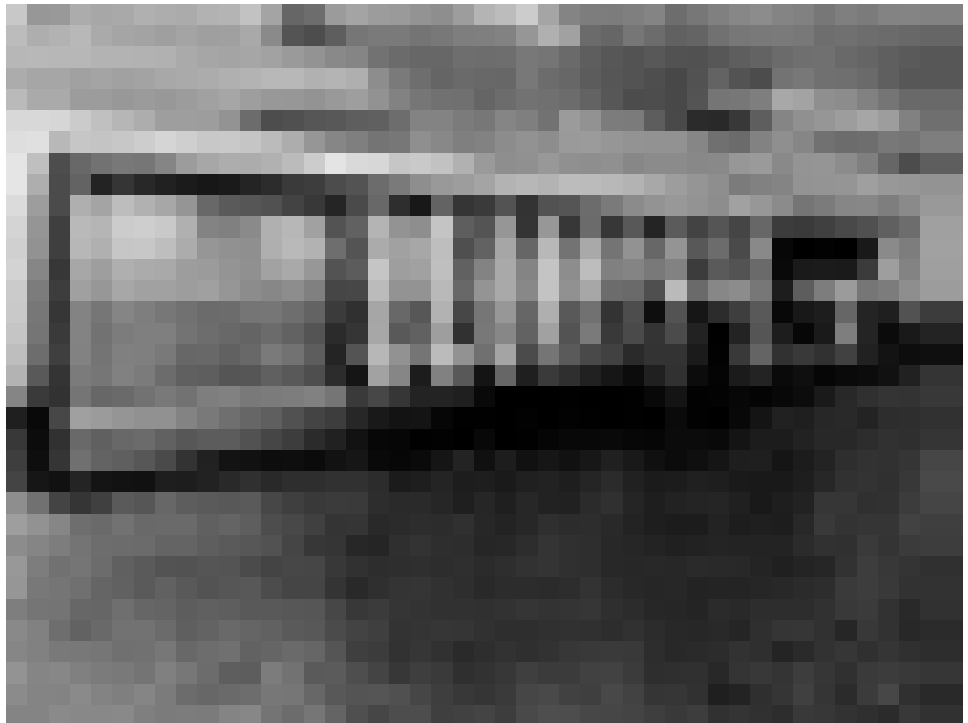
Erst wenige Wochen vor seinem Tod übergab der Vater seinem gleichnamigen Sohn die Unternehmensleitung.

Ganz unten:





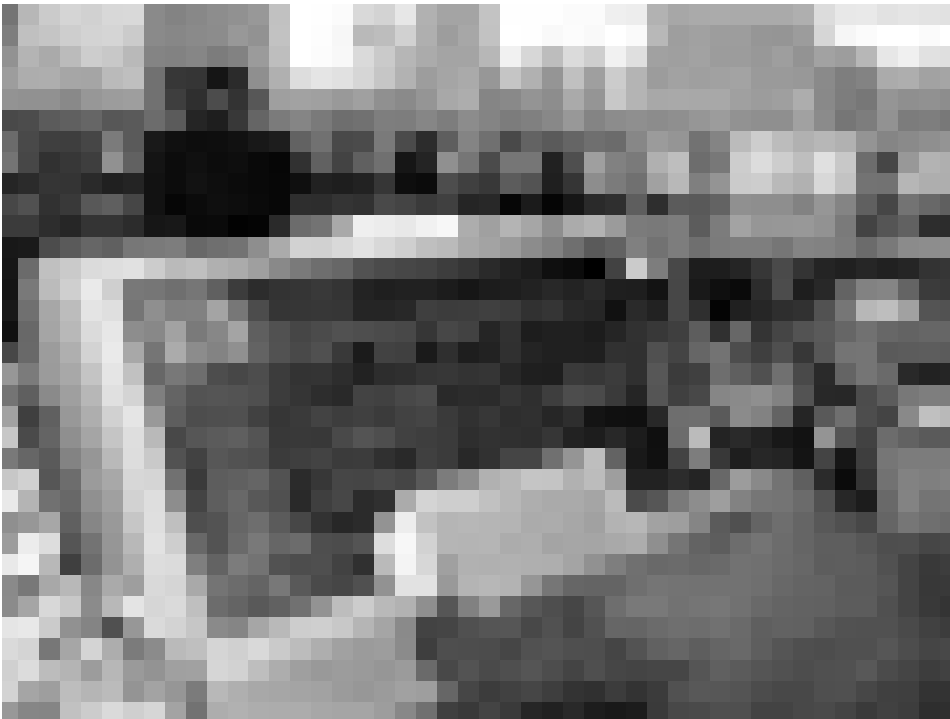
Nachbau des ZUSE Z3,
des ersten Computers der Welt.



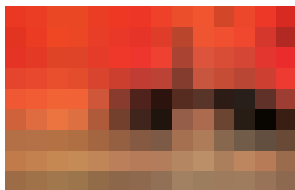
Automatic Sequence Controlled
Calculator, als „Harvard MARK 1“
bekannt geworden.



Electronic Numerical Integrator and Computer, kurz ENIAC.



Steuerpult einer UNIVAC-Anlage.



Oben:
Univac produzierte die ersten
Computer, die in Serie gingen.

Unten:
Thomas J. Watson jr. machte IBM
zum Computerunternehmen.

halb man auch scherzhaft von „Schneewittchen und den sieben Zwergen“ sprach. Nachdem Thomas J. Watson jr. 1956 das Ruder bei IBM übernommen hatte, war es ihm gelungen, den Riesen der Datenverarbeitung ins Computerzeitalter zu führen und zum mit Abstand größten Anbieter zu machen. Dabei war er zweigleisig vorgegangen. Einerseits entwickelte IBM eigene, neue Computersysteme, so die 700er und dann die 1400er Serien, die in direkter technischer Konkurrenz zu den anderen Herstellern standen. Andererseits beherzigte auch Watson jr. die Firmenstrategie seines Vaters: Ob sich ein System verkauft, hängt nicht allein von seinen technischen Qualitäten, sondern von den Marktgegebenheiten ab. So produzierte IBM den „Electronic Calculating Punch 604“, einen elektronischen Rechner, der sich als Herzstück ohne größere Probleme in bestehende Datenverarbeitungsanlagen einfügen ließ. Dies ersparte dem Nutzer einen aufwendigen und teuren Systemwechsel. Ein Übergang zu einem der neuen Computermodelle hätte nicht nur die Anschaffung der Anlage, sondern auch die Schulung des Personals auf das neue System hin und vor allem die Übertragung aller bisherigen Daten bedeutet. Aus Sicht vieler Nutzer war der schrittweise Übergang zur Elektronik, beispielsweise mit dem IBM 604, sicher die sinnvollere Lösung.

Ende der 1950er Jahre waren weltweit ca. 8000 Computer im Einsatz. Es existierte eine Vielzahl von unterschiedlichen Computersystemen. Mit der Einführung des IBM System/360 wurde es in den 1960er Jahren für die Konkurrenten immer schwerer, eine profitable Nische zu finden. Die einzelnen Komponenten der System/360-Familie waren in sich kompatibel und konnten im Grunde beliebig zusammengestellt, erweitert und ersetzt werden. Der Kunde war in der Lage, sich sein System/360 von ganz kleinen bis zu ganz großen Prozessoren zusammenzustellen. Die Software lief auf allen Rechnern der Systemfamilie, sämtliche Peripheriegeräte – Drucker, Bandlaufwerke, Eingabegeräte etc. – arbeiteten mit allen System/360-Anlagen. Was heute selbstverständlich erscheint, war seinerzeit ein grundlegend neues Konzept. IBM lebte von dieser Rechnerarchitektur bis weit in die 1980er Jahre hinein. „Big Blue“, wie das Unternehmen auch genannt wird, hatte auch im Computerzeitalter nichts von seiner Dominanz eingebüßt. In den 1970er Jahren aber waren die eigentlichen Gegner des Datenverarbeitungs- und Computerriesen nicht so sehr UNIVAC & Co, sondern

vor allem die staatlichen Kartellbehörden.

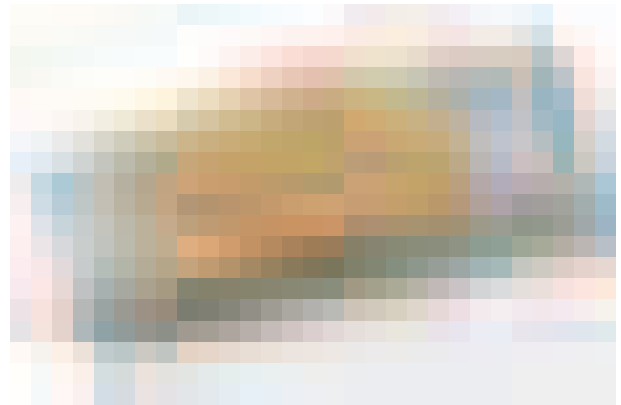
Eine technische Entwicklung, die im Hinblick auf die PC-Entwicklung von großer Bedeutung sein sollte, vollzog sich ebenfalls in den 1950er und 1960er Jahren. Ursprünglich arbeiteten Computer vor allem mit Vakuumröhren. Doch bereits 1947 hatten William Shockley, Walter Brattain und John Bardeen in den Bell Laboratories der Firma AT&T den Transistor entwickelt, wofür sie 1956 den Nobelpreis für Physik erhielten. 1955 hatte die Firma Shockley Semiconductors mit der Serienfertigung von Transistoren begonnen und bald ersetzten diese die Vakuumröhren. IBM hatte sich zwar als Marktführer unter den Computerherstellern fest etabliert, der berühmteste Rechner auf Transistorbasis stammte aber von einem anderen Hersteller, der PDP von der Digital Equipment Corporation (DEC).

1958 hatte Jack Kilby den Integrierten Schaltkreis (IC) erfunden, der die einfachen Transistoren ablösen sollte. Die Firmen Fairchild und Texas Instruments kamen ein Jahr später fast gleichzeitig mit den ersten, auf dieser Technologie basierenden Chips auf den Markt. Einige bedeutende Fairchild-Ingenieure unter der Führung von Gordon E. Moore und Robert Noyce gründeten dann 1968 den Chiphersteller Integrated Electronics, kurz INTEL. Das Unternehmen baute Speicherchips und etablierte sich hier als weltweite Nummer Eins. Die für die PC-Geschichte so bedeutende Entwicklung des Mikroprozessors erfolgte ebenfalls bei INTEL, wenngleich eher zufällig. Ein japanischer Kunde, Busicom, hatte 1969 den Auftrag erteilt, eine Chipserie für programmierbare Rechenmaschinen zu entwickeln. Doch anstatt sich nur auf diese eine Anwendung zu beziehen, konstruierte eine Gruppe um INTEL-Entwickler Marcian E. „Ted“ Hoff einen universal einsetzbaren Prozessor, den man auch anderen Kunden für andere Anwendungen offerieren konnte. Dieser Prozessor, der INTEL 4004 – wegen der 4-bit-Datenbreite so genannt – war im Grunde ein „Computer auf einem Chip“, was weder INTEL noch die Computerindustrie erkannten.

Fasst man zusammen, so wurde die Computerwelt um 1970 von teuren IBM-Großrechen-



Der Einzug der Elektronik in die Rechentechnik und Datenverarbeitung begann mit den Vakuumröhren.



Oben links:
Der erste Transistor. Rasch ersetzte
diese Technik die Vakuumröhren.

Ganz oben rechts:
Jack Kilby vor einer Abbildung des von
ihm erfundenen Integrierten Schalt-
kreises (IC), der Grundlage
der Chip-Technologie.

Oben rechts:
Der Intel 4004 war im Grunde ein
„Computer auf einem Chip“ und
technische Voraussetzung für den PC.

Rechts:
Hewlett-Packard leistete Wegweisen-
des für die Entwicklung der Taschen-

anlagen dominiert. Computer waren keinesfalls Geräte für den privaten Gebrauch. Entsprechend knapp und begehrt war die Rechenzeit an den Systemen. Nach wie vor waren zu dieser Zeit noch an vielen Orten Lochkartenanlagen im Einsatz. Speichermedien wie das Magnetband, Tastaturen für die Eingabe, Bildschirm und Drucker für die Datenausgabe machten die Lochkarten erst ab den 1970er Jahren überflüssig. Bedient werden konnten die Computer nur von Spezialisten. Während in den Betrieben, den Universitäten, beim Militär und in den großen Verwaltungen Computerabteilungen wenigen Eingeweihten vorbehalten waren, tauchten sie an einem durchschnittlichen Arbeitsplatz und erst recht im Alltag der einzelnen Menschen überhaupt nicht auf. Das technische Arbeitspferd im Büro um 1970 war nach wie vor jene Rechenmaschine, die im Grunde wenig mehr beherrschte als schon zu Wilhelm Schickards Zeiten 350 Jahre zuvor – sieht man davon ab, dass sie industriell gefertigt und technisch ausgereift war. Neu waren die Taschenrechner aufgekommen, die auf Chip-Technologie basierten, in Maßen programmierbar sein konnten und sich somit irgendwo zwischen Rechenmaschine und Computer ansiedeln lassen. Mit dem Taschenrechner avancierte auch zum ersten Mal ein elektronisches Rechenggerät zum Massenkonsumgut. Was jedoch den Computer betrifft: Ein „persönlicher Computer“ war um 1970 in der Computerindustrie nirgends in Sicht.

Karlheinz Wiegmann

Weiterführende Literatur:

Ceruzzi, Paul E., Eine kleine Geschichte der EDV, Bonn 2003.



Die Welt vor Erfindung des PCs

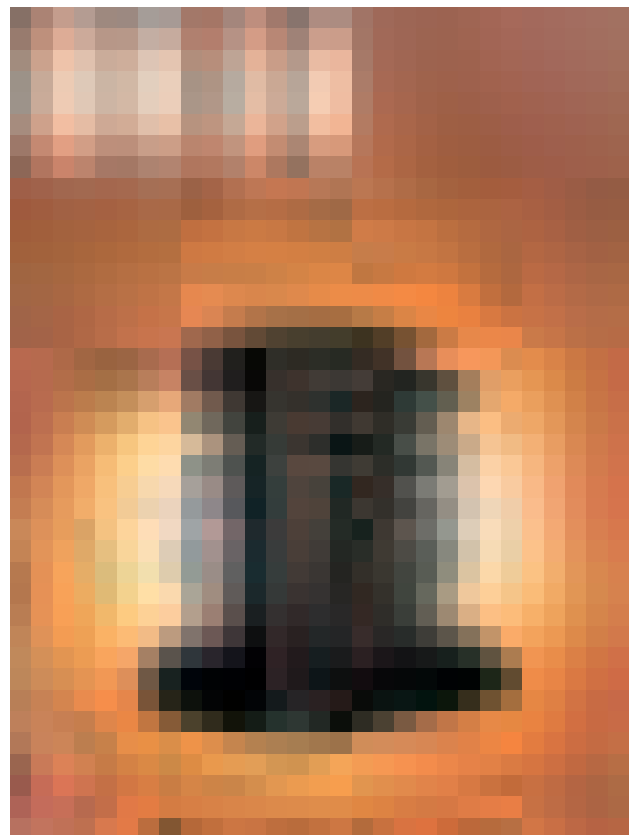
Wir leben in einer Welt, in der der Computer ein Alltagsgut geworden ist. Navigationssysteme leiten Autofahrer und sogar Radfahrer und Fußgänger sicher zum Ziel, jedes Familienmitglied hat seinen eigenen PC, im Kinderzimmer piepsen Spielkonsolen, Timeshift-Video-rekorder lassen uns den Fernsehfilm vom Vorabend ohne die lästigen Werbepausen anschauen, immer mehr Haushalte haben ein lokales Netzwerk zur Verbindung ihrer verschiedenen Computer. Wer in dieser Welt groß geworden ist, kann sich vermutlich gar nicht vorstellen, wie alles vor gut sechzig Jahren angefangen hat.

Der erste Computer, der diesen Namen verdiente, wurde zwischen 1936 und 1938 gebaut und 1941 patentiert, arbeitete elektromechanisch und, wie sein Erfinder Konrad Zuse gerne schmunzelnd berichtete, „mit fürchterlichem Gerassel“. Unter einem Computer verstehen wir im Gegensatz zu einer Rechenmaschine, die es selbstverständlich schon Jahrhunderte früher gegeben hat, ein Gerät, das mit Hilfe von Programmen zur Lösung beliebiger Probleme verwendet werden kann, von denen die Erbauer der Maschine nicht einmal eine vage Vorstellung gehabt haben müssen. Ein solches Universalgerät ist keineswegs selbstverständlich, Rechenmaschinen erscheinen da viel logischer und notwendiger. Von Schickards Rechenmaschine wurde hier bereits an anderer Stelle berichtet; sie konnte im Prinzip nur für die elementarsten arithmetischen Operationen, nämlich Addition und Subtraktion verwendet werden. Durch eine von John Napier erdachte clevere Darstellung des Einmaleins ließ sie sich mit etwas Mühe auch zum Multiplizieren und Dividieren verwenden. Auch die rund zweihundert Jahre später von dem genialen Charles Babbage entwickelte „Difference Engine“, die er zum Lösen von Polynomen einsetzte, konnte in Wirklichkeit nur subtrahieren. Babbage hatte aber bereits die Vision eines für beliebige Aufgaben programmierbaren Rechners, der auf Zahnrädern und Lochkarten basierenden „Analytical Engine“, und kann insofern als geistiger Ahne der Computerkonstrukteure angesehen werden. Nach Babbage, dessen „Analytical Engine“ einerseits wegen der Unzulänglichkeiten der Feinmechanik des neunzehnten Jahrhunderts, aber andererseits auch wegen der Sprunghaftigkeit der Änderungswünsche ihres Erfinders nie fertig geworden ist, fiel die Entwicklung wieder zurück auf die Stufe der Rechenmaschinen. Auch die von Herrmann Hollerith erdachten Lochkartenmaschinen waren reine Zähl- und Rechenmaschinen: zwar konnte man durch das Stecken von Drahtverbindungen bestimmen, über welche Informationen hier Summen, Teilsammen, Totalsammen etc. gebildet werden sollten und man konnte auch Druckwerke so konfigurieren, dass die Ausgaben in einem genau beschriebenen Tabellenformat erschienen, aber von einer Programmierbarkeit für beliebige Zwecke konnte nicht die Rede sein. Es vermag

Gegenüber:

Das IBM System/360 war ein Meilenstein in der Computergeschichte und sicherte dem Hersteller auf 20 Jahre die Marktführerschaft.

Abbildung der „Analytical Engine“ von Babbage auf dem Computermagazin Byte.





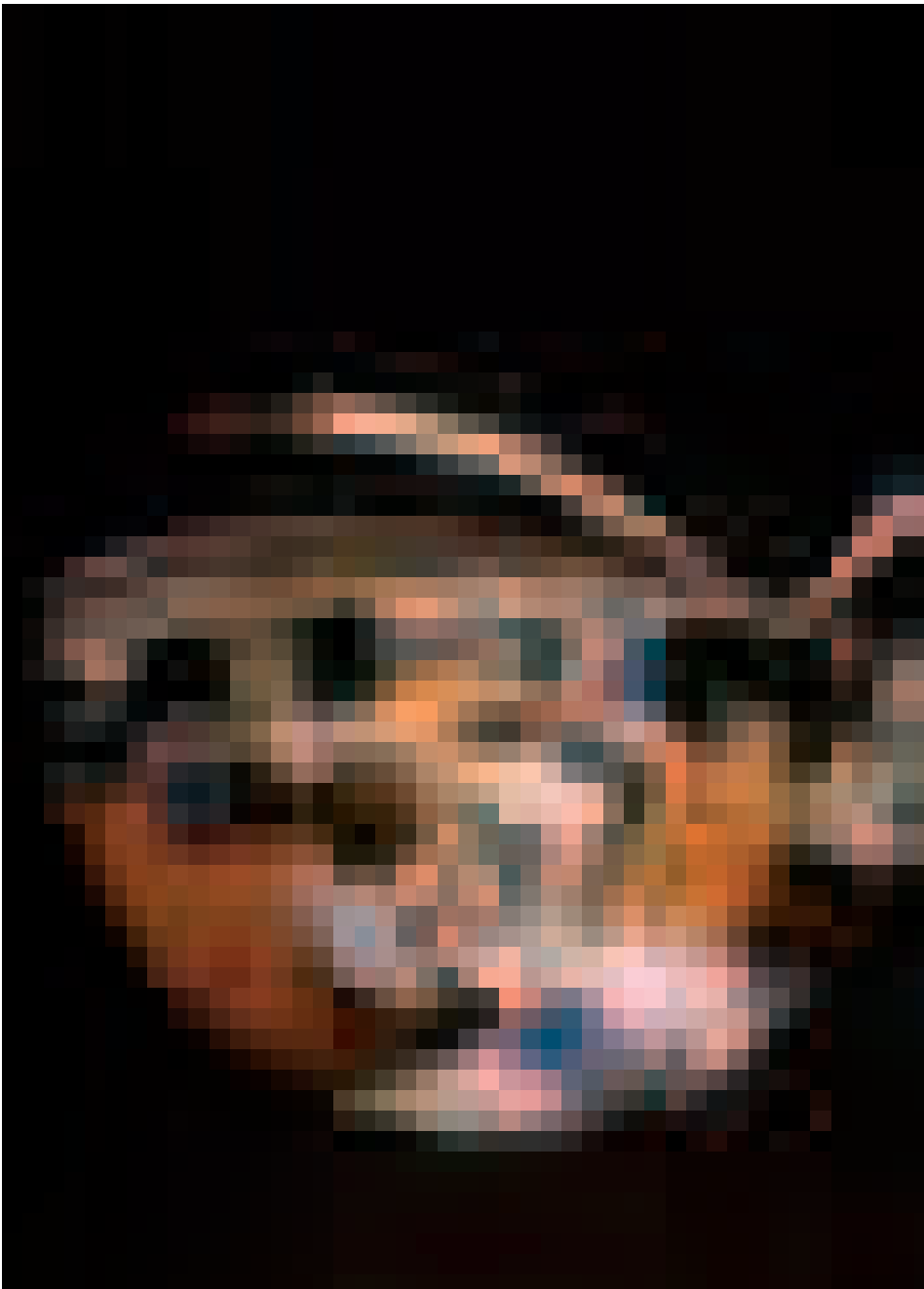
Die IBM 702 war das für den kommerziellen Bereich vorgesehene Gegenstück zur 701.

worden; abgesehen von Zuses Maschine dienten sie alle militärischen Zwecken. Es geht die Sage, dass der schon erwähnte T. J. Watson im Koreakrieg die Dienste seiner Firma IBM dem amerikanischen Präsidenten Truman andiente, indem er recht großspurig nachfragte, was IBM denn für Amerika tun könne. Truman soll Computer verlangt haben, und Watson lieferte in der Tat schon 1952 einen technisch-wissenschaftlichen frei programmierbaren Computer (IBM 701, sog. „Defense Calculator“), obwohl er selbst von dessen Notwendigkeit nicht wirklich überzeugt war. Watson, der erst 1956 seinen Chefposten an seinen Sohn T. J. Watson jr. übergab, schätzte den Weltmarkt für Computer auf ungefähr „drei bis fünf Stück“ ein; so sehr kann man sich irren.

Seit dem Ende der 1950er Jahre fanden Computer immer weitere Verbreitung in Behörden, Banken, Versicherungen, Forschungsinstituten und Universitäten. Sie füllten damals ganze Hallen, brauchten Klimatisierung und ein speziell geschultes Bedienpersonal. Für das „niedere Volk“ waren sie ebenso unzugänglich wie seinerzeit das Allerheiligste im Jüdischen Tempel: Eine Kaste von „Hohenpriestern“ – Operateure genannt – hatte den alleinigen Zutritt zum Innersten, und wer wirklich etwas mit dem Computer erreichen wollte, tat gut daran, sich mit den Operateuren gut zu stellen, da sie alleine die Herren der Maschine waren. Die

deshalb nicht zu verwundern, dass Thomas J. Watson Senior, der Holleriths Firma aufgekauft und später zu IBM umfirmiert hatte, der festen Ansicht war, seine Lochkartenmaschinen wären alles, was die Wirtschaft je benötigen würde. Schließlich gibt es in der kaufmännischen Buchführung und Bilanzierung kaum etwas, das über das Addieren, Subtrahieren und Tabellieren hinausgeht. Noch Ende der 1960er Jahre konnte ich als Werkstudent beobachten, wie eine große deutsche Behörde solche „Rechenstanzer“ in unglaublich ausgefeilten Prozessen zu Rechenverfahren „missbrauchte“, für welche sie gar nicht gedacht waren und welche die Fähigkeiten der Maschinenbediener bis an die Grenzen strapazierten.

Dabei waren im Verlauf des Zweiten Weltkriegs die ersten echten Computer entwickelt



Rechenzentren stellen eine abgeschlossene, eigene Welt für wenige Eingeweihte dar.

Benutzer als brave Bittsteller verfügten nur über eine schmale Lücke in der Wand zum Rechenzentrum, durch die sie ihre Lochkartenstapel hineinschoben in der Hoffnung, vielleicht noch am gleichen Tag hinter einer Klappe einerseits ihre Lochkarten und andererseits einen Ausdruck mit ihren Ergebnissen wiederzufinden. In der Regel erhielt man seine Resultate aber erst einen Tag später, was im Gegensatz zu heute reichlich Gelegenheit gab, über das Programm und seine Ergebnisse gründlich nachzudenken. Die Operateure waren die uneingeschränkten Herren über die Maschine, sie konnten ein Programm abbrechen, das ihrer Ansicht nach unvernünftig lange lief, sie konnten entweder Papier nachlegen oder beschließen, dass das bereits ausgedruckte erst einmal reichen musste, und sie konnten die Aufträge an die Maschine nach Gutsherrenart umsortieren.

Diese Abschottung der Rechenzentren war aber keine Schikane, sondern schlichte Notwendigkeit: Solche Computer waren wirklich nicht einfach zu bedienen und man hätte eine Menge kaputtmachen können, wenn man da Fehler begangen hätte. Ich erinnere mich selbst noch an das mulmige Gefühl, wie ich einmal völlig auf mich gestellt ein System/370-35 in Betrieb nehmen durfte. Die Techniker hatten mir eine detaillierte Anleitung aufgeschrieben, die ungefähr so anfing: „Zuerst gehst du in den Nebenraum und schaltest alle Module der Klimaanlage ein. Warte, bis alle Lampen grün leuchten, erst dann kannst du an den Rechner gehen. Dort suchst du zuerst den Motorgenerator, der hat ungefähr die Abmessungen eines Schreibtischs...“ Großrechner (sog. Mainframes) brauchen nämlich eine Vielzahl unterschiedlicher Spannungen, und dies in einer besonders gut gefilterten Qualität, wie sie sich aus unserem 50-Hz-Stromnetz nur mit Mühe gewinnen lässt. Die Lösung für dieses Problem war ganz einfach: Am Stromnetz hing nur ein großer Elektromotor, der seinerseits einen Generator antrieb, und dieser erzeugte alle notwendigen verschiedenen Spannungen mit einer Frequenz von 400 Hz, die sich viel leichter glätten ließ. Der Motor war ähnlich wie der einer Hobelbank oder anderen schweren Elektromaschine: Damit er anlief, musste er auf Sternschaltung (3x220V) gestellt und eingeschaltet werden; erst wenn man sich akustisch davon überzeugt hatte, dass er richtig hochgelaufen war, durfte man auf Dreiecksschaltung (3x380V) umschalten, wobei er nochmals an Drehzahl zulegte. Währenddessen leuchtete der Netzschalter in der Hauptkonsole blassrosa. Mir war eingeschärft worden, dass ich erst dann darauf drücken durfte, wenn er dunkelrot geworden war, sonst hätte etwas kaputtgehen können. Nach dem Einschalten leuchtete er dann weiß. Natürlich konnte man den Rechner nicht einfach so ausschalten, auch da waren ganz bestimmte Zeremonien vorgeschrieben und notwendig. Vor den vorhandenen „Not-Aus“-Schaltern wurde ich besonders gewarnt: Sie durften nur betätigt werden, wenn Gefahr für Menschenleben bestand, da ihr Gebrauch in jedem Fall schwere Schäden im Computer hervorgerufen hätte.

Computer waren furchtbar teuer; in der Regel wurden sie von den Herstellerfirmen nicht verkauft, sondern lediglich vermietet, und Monatsmieten von mehreren hunderttausend Deutschen Mark waren keine Seltenheit. Da leuchtet es auch ein, dass die Besitzer von Rechenzentren diese gerne voll von Besitzerstolz vorführten, wenn auch in völlig sicherer und steriler Weise: die Allerheiligsten waren häufig von vielen Seiten her einsehbar, die klimatisierten Hallen durch dicke Glasscheiben von der Außenwelt getrennt, an denen sich das staunende Publikum die Nasen plattdrückte. Ein besonders beeindruckendes Exemplar war der deutsche Telefunken TR4 mit einem edlen Teakholzgehäuse, hinter dessen Rauchglastüren die Lämpchen flackerten; er wäre für jedes Direktionszimmer eine Zierde gewesen. Ich kann mich an Zeiten erinnern, wo Firmen ihre Rechenzentren hinter Schaufensterscheiben

in der Innenstadt stolz zur Schau stellten; erst die 68er Studentenrevolten mit ihren Pflastersteinwerfern und Kaufhausbrandstiftern führten vermutlich dazu, dass die Rechenzentren wieder aus dem Blickfeld der Öffentlichkeit verschwanden. Das für mich beeindruckendste Beispiel ist das Rechenzentrum der Lufthansa in Kelsterbach, nahe dem Frankfurter Flughafen; in Wirklichkeit zwei Rechenzentren, von denen immer nur eins aktiv ist, während das andere jederzeit sofort dessen Aufgabe übernehmen könnte, atombombensicher mehrere Stockwerke unter der Erde und besser abgeschirmt als die Bank von England. Heute wirken diese Hallen leicht gespenstisch, weil die Rechner so sehr geschrumpft sind, dass das Auge über viele leere Quadratmeter schweifen kann.

Computer wurden bis Mitte der 1960er Jahre in zwei völlig verschiedenen Produktlinien hergestellt und vertrieben: es gab einerseits die technisch-wissenschaftlichen Computer, charakterisiert durch schnelle Rechenwerke für nahezu beliebig große und genaue „Gleitkommazahlen“, andererseits die kaufmännischen Computer mit beschränkter Rechenfähigkeit, aber dafür großen und schnellen Speichermöglichkeiten. Eine Firma, die beides brauchte, technisch-wissenschaftliche Computer für ihre Produktentwicklung und kaufmännische Rechner für die Abwicklung ihrer Geschäfte, musste notgedrungen beides haben und dementsprechend auch die Programmierer für beides beschäftigen. Standardprogrammiersprache für die technisch-wissenschaftliche Welt war FORTRAN, für die kaufmännische Welt COBOL; beide Sprachen sind bis heute in Gebrauch und werden vermutlich auch nicht so bald verschwinden.

Anfang der 1960er Jahre leitete T. J. Watson jr. eine Revolution ein: er ließ die Serie /360 ent-

Das IBM System/360 bedeutete eine Revolution in der Computer-



Der Erfolg der IBM /360 gab Unternehmenschef Thomas J. Watson jr., der auf diese Technologie gesetzt hatte, Recht. Das Nachfolgemodell /370 knüpfte nahtlos hieran an.



wickeln, eine Familie von Computern in einem recht breiten Band von Größe, Leistung und Ausstattung und mit der Möglichkeit sowohl für technisch-wissenschaftliche als auch kaufmännische Berechnungen. Die Rechengeschwindigkeit des schnellsten Modells war etwa fünfzigmal so hoch wie die des langsamsten, der Hauptspeicherausbau (auch dies eine Zahl, welche die heutigen PC-Benutzer aufhorchen lassen sollte!) ging von 8 Kilobyte bei einem Modell /360-30 bis zu 512 Kilobyte beim Model /360-70. Heute hat jedes Mobiltelefon Speicher im Megabyte-Bereich, aber damals war es durchaus möglich, dass an einer Maschine mit 16 Kilobyte Hauptspeicher gleichzeitig mehrere hundert Benutzer rechneten.

Das besondere und vorher nie da gewesene an der Baureihe /360 war, dass alle diese Maschinen nach einem einheitlichen Prinzip, einer „Architektur“, konstruiert waren – der Begriff „Computerarchitektur“ entstand erst mit der Serie /360 – und dass die Programme in exakt gleicher binärer Form auf allen diesen Rechnern laufen konnten (mit gewissen Einschränkungen: wenn der Kunde keine Gleitkomma-Arithmetik gekauft hatte, konnten diese Befehle natürlich auch nicht auf seiner Maschine laufen). Es ist müßig, darüber zu diskutieren, ob die gewählte Architektur „gut“ war oder nicht – da gab und gibt es durchaus kritische Stimmen – aber allein ihre Existenz war ein immenser Gewinn. Nach über dreißig Jahren Erfahrung in der Informatik ist für mich das „IBM /360 Principles of Operation“ immer noch das am besten gelungene aller Computerhandbücher, und jahrelang konnte man mich kaum antreffen ohne ein ca. 4 cm dickes rotes Buch unter dem Arm: „Clarence B. Germain, Programming the IBM /360“. In diesem Buch stand alles über die Maschinen, ihre Peripheriegeräte und Programmiersprachen, was man wissen musste.

Watson jr. hatte mit dieser Entwicklung ein großes Risiko auf sich genommen und hatte innerhalb der Firma starken Gegenwind bekommen, aber der Erfolg gab ihm recht.

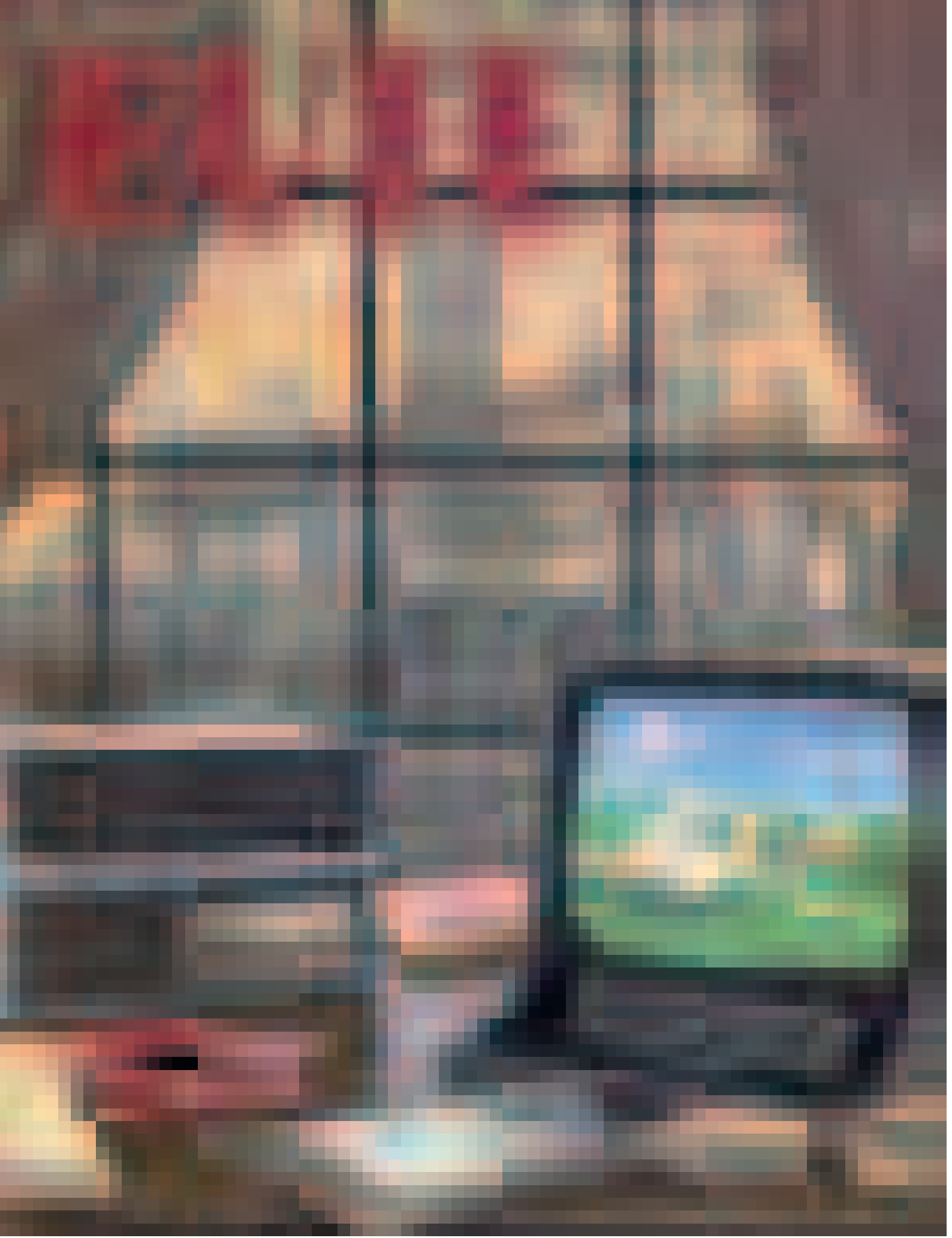
Interessanterweise hatte schon Jahre zuvor eine andere Entwicklung begonnen, die dem „großen Eisen“ („big iron“ in Anlehnung an die Golfspieler-Sprache) Konkurrenz machen sollte: 1957 hatten Harlean Anderson und Kenneth Olsen die Firma DEC – Digital Equipment



PDP 8 der Digital Equipment Corporation (DEC).

Corporation – gegründet mit dem Ziel, kleine Rechner für den Arbeitsplatz herzustellen, die keine Klimatisierung und kein besonders geschultes Personal verlangten und auch keine Millionen kosteten. Interessant ist aber die Beobachtung, dass auch Ken Olsen wie zuvor T. J. Watson sr. den Markt völlig falsch einschätzte: Als die ersten Homecomputer aufkamen, verpasste er diesen Trend, weil er glaubte: „Es gibt überhaupt keinen Grund, warum ein Mensch in seinem Wohnzimmer einen Computer haben will.“

Herbert Klaeren



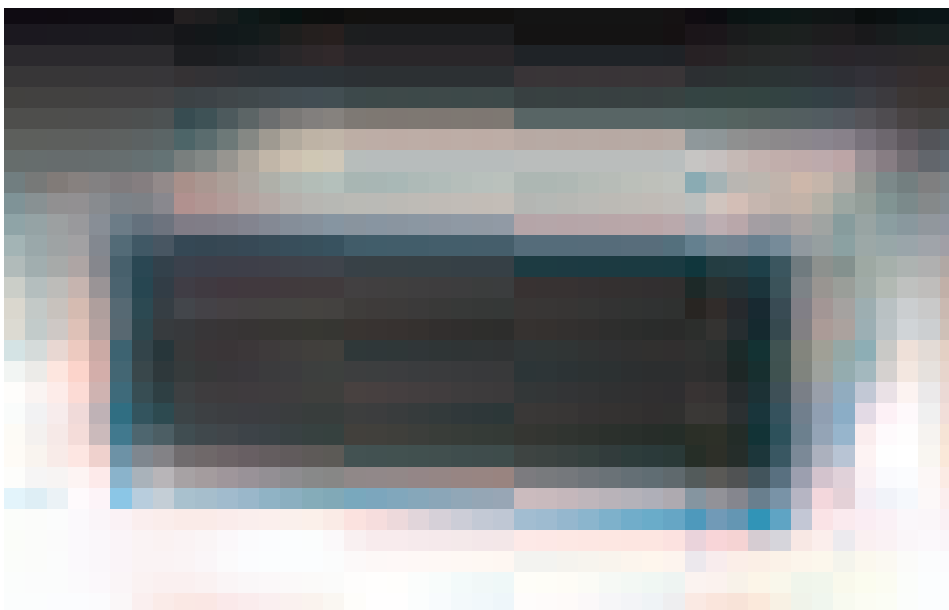
Bastler, Tüftler, Technikfreaks

Die Entstehung des Personal Computers

Große Bewegung versprach der Computermarkt um 1970 nicht. Die Branche war zwar geprägt von ständigen technischen Neuerungen, so wurde beispielsweise in den 1970er Jahren endgültig die fast 100 Jahre alte Lochkarte als Datenspeicher und Dateneingabemedium durch moderne Technologien wie etwa Terminals oder Diskettenlaufwerke ersetzt. Dies führte aber zu keinen wirklichen Änderungen in diesem Industriezweig. Auch hatten sich neben den großen Rechenanlagen Minicomputer wie der legendäre PDP 8 oder PDP 11 durchgesetzt. Doch selbst diese waren für heutige Verhältnisse groß und teuer. Nach wie vor blieb der Computer eine erhebliche Investition, die sich ausschließlich Institutionen wie Behörden, Universitäten, das Militär und Unternehmen leisten konnten. Privatleute kamen auf der Kundenliste der Anbieter nicht vor.

Auch unter den Herstellern herrschte wenig Bewegung. Die Branche war fest in der Hand von „Big Blue“, wie IBM genannt wurde, und auch die Branchenstruktur war recht übersichtlich. Die wenigen übrigen Unternehmen, nach ihren Anfangsbuchstaben ein wenig spöttisch als „The BUNCH“ bezeichnet (Burroughs, UNIVAC, NCR, Control Data Corporation, Honeywell), konnten IBM in keiner Weise gefährden. Ihre bedrohlichsten Angriffe auf die Marktstellung IBMs erfolgten nicht mit unternehmerischen Mitteln, sondern über Kartellklagen. Während der ganzen 1970er Jahre schwebte über dem Unternehmen das Damoklesschwert der Zerschlagung durch die amerikanischen Kartellbehörden. Diese Situation hatte zur Folge, dass sich der Branchenriese immer mehr vom herkömmlichen, marktgerechten Verhalten eines Unternehmens entfernte. Zum einen existierten einfach keine wirklich ernsthaften Konkurrenten, und IBM konnte sein System/360 bzw. die Nachfolgerechner fast nach Belieben verkaufen. Zum anderen wurde offensiv-unternehmerisches Agieren unter Wettbewerbsbedingungen aus den IBM-Verhaltensmustern verbannt. Selbst Vokabeln wie „Markt“, „Marktanteil“, „Wettbewerb“, „dominieren“ etc. waren in der Zeit, als IBM unter Kartell-Anklage stand,

Gegenüber:
Der Altair 8800 als Vision einer
besseren Welt.

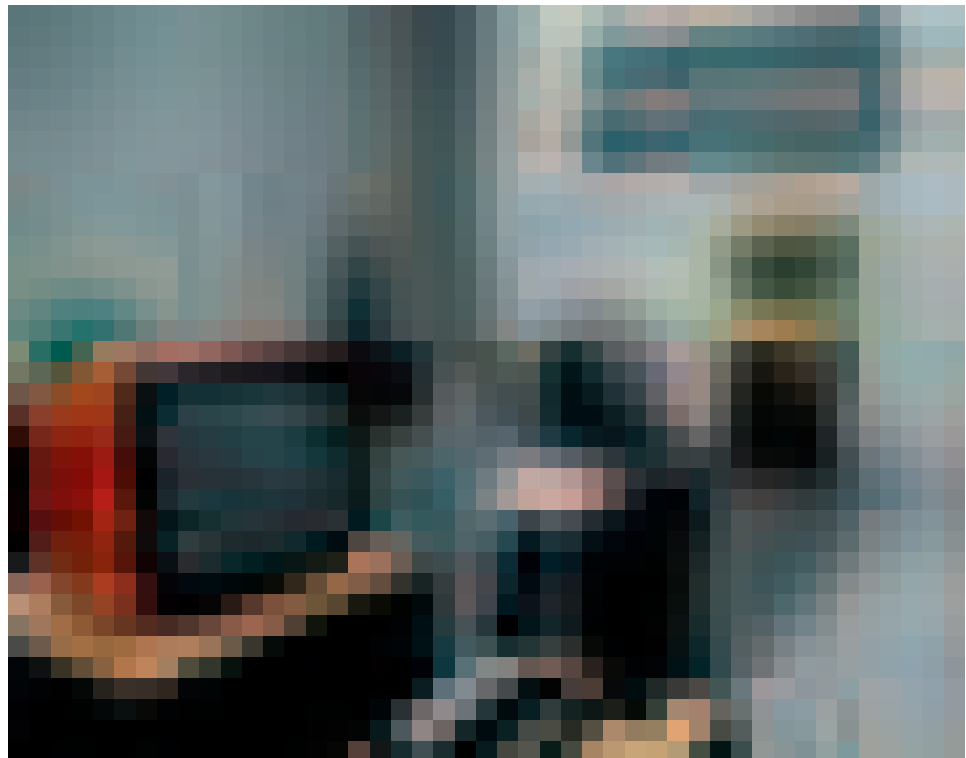


Der Altair 8800, weltweit erster PC.

gründete die Firma Atari, deren Name er dem japanischen Brettspiel Go entlehnte. Atari ist eine Spielansage und entspricht dem „Schach“ im gleichnamigen Spiel. Atari brachte „Pong“ auf den Markt, ein Tennisspiel, das an Einfachheit kaum mehr zu überbieten war. Mit zwei als Balken stilisierten Tennisschlägern musste der Ball – ein Punkt auf dem Bildschirm – im Spiel gehalten werden. „Pong“ wurde ein Welterfolg, das Unternehmen wuchs explosionsartig. Es galt als „hip“, in der jungen und unkonventionellen Firma zu arbeiten. Bekannte Namen wie Steve Jobs begegnen einem hier. Zum Weihnachtsgeschäft 1975 erfolgte dann ein weiterer wichtiger Schritt. Atari brachte, nach den bisherigen Münzautomaten, eine Spielekonsole heraus, die sich an den heimischen Fernseher anschließen ließ. Die Konsole wurde ein Riesenerfolg, und die Videospiele, wie sie damals genannt wurden, waren ein nicht unerheblicher Wegbereiter des PCs. So bestritt nicht nur die Spielesoftware später einen guten Teil des Softwareangebots für den PC, auch technisch wurde der Heimcomputer nicht unwesentlich von den Anforderungen der Computerspiele mitbestimmt, vor allem im Hinblick auf die Entwicklung der grafischen Fähigkeiten. Nicht zuletzt wurde so – neben den Taschenrechnern – auf einem zweiten Wege Elektronik und Computertechnik an den privaten Endanwender gebracht.

Doch zurück zu den Elektronikbastlern und -tüftlern in den 1970er Jahren. In der Januar-Ausgabe 1975 veröffentlichte die Fachzeitschrift „Popular Electronics“ eine Titelgeschichte über einen Computerbausatz mit dem Namen Altair 8800. „World’s First Minicomputer Kit to Reveal Commercial Models...“ hieß es da. Der Altair, so erfuhren die Leser, wurde von der Firma MITS (Micro Instrumentation Telemetry Systems) in Albuquerque, New Mexico, angeboten, und dies zum Bastlerpreis von \$ 395,-. Man sollte sich unter MITS keine herkömmliche Computerfirma vorstellen. Ed Roberts, Inhaber von MITS, war eher ein Hinterhofhändler und stand kurz vor dem Bankrott, als der mit ihm befreundete Herausgeber der „Popular

Das simple Tennisspiel „Pong“ bedeutete den Durchbruch der Videospiele.



im Sprachgebrauch des Unternehmens tabu. Im Grunde beschäftigte sich „Big Blue“ mehr mit sich selbst als mit dem Markt. Hinzu kam die schiere Größe des Konzerns – 1980 waren es ca. 400.000 Mitarbeiter weltweit – die flexibles Handeln und größere Veränderungen sehr erschwerte.

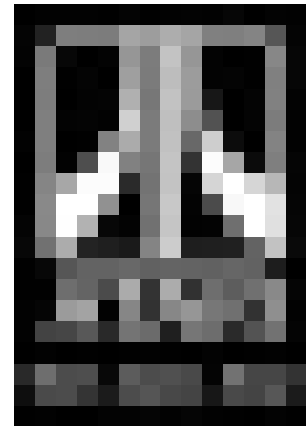
Angesichts dieser Ausrichtung in der etablierten Computerindustrie erstaunt es wenig, dass in dieser Branche – und das hieß vor allem bei IBM – niemand Notiz nahm von jener Gruppe von Hobby-Bastlern und Tüftlern, die in amerikanischen Garagen und Wohnzimmern, fernab der Industrie, vor allem eins wollten: einen eigenen, einen „persönlichen“ Computer. Zu klein und zu unbedeutend war diese Gruppe, sofern man sie überhaupt als Einheit betrachten konnte, zu fern war sie der Computerindustrie, um überhaupt wahrgenommen zu werden. Und wenn: was hätte ein Weltkonzern mit Milliardengewinnen von einigen Leuten halten sollen, die von billigen Computern für einige Hundert Dollar träumten? Die Vorstellung, dass sich hier eine Revolution im Computerbereich anbahnte, lag wirklich nicht gerade nahe.

Eine Ahnung davon, was das einfache Bestreben nach einem Persönlichen Computer, einem Homecomputer, einem Hobby-, Volks-, Mikro- oder Tischcomputer oder wie immer man ihn nennen wollte, alles auslösen würde, hatte freilich auch unter den Bastlern und Tüftlern niemand. Diese trafen sich in Clubs von Gleichgesinnten, am bekanntesten der „Homebrew Computer Club“ im Silicon Valley. Man tauschte die neuesten Erkenntnisse und Ergebnisse der Basteleien in solchen Clubs, auf selbstorganisierten Messen oder in neuen Zeitschriften wie „Byte“ aus. Das Ganze hatte einen sehr familiären, fast schon konspirativen Charakter. Tatsächlich sahen nicht wenige im frei zugänglichen Computer, fern von kommerziellen Zwängen, einen wichtigen Schritt zu mehr Demokratie oder zu einer besseren Welt.

Die ganze Bewegung war geprägt von einem sehr spielerischen Umgang mit dem Rechner. So ist auch die unmittelbare Bedeutung von Computerspielen für die Entstehung und weite-

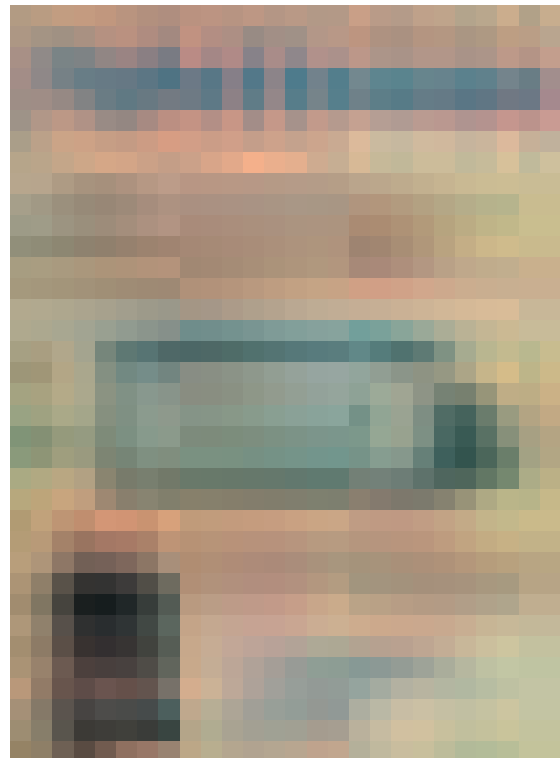
re Entwicklung des PCs gar nicht hoch genug einzuschätzen. Das Spielen hatte im übrigen bereits unter den etablierten Computerfachleuten eine lange Tradition. Vermutlich nicht zuletzt deshalb, weil beim Programmieren häufig Intuition und eine spielerischer Herangehensweise an die Aufgabenstellung unerlässlich sind. Das erste Computerspiel überhaupt entwickelte Steve Russel, Professor am renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT), gemeinsam mit zwei Studenten im Jahre 1962. Es hieß „Space War“. In diesem Spiel werden zwei Raumschiffe durch das Weltall gesteuert. Ziel ist es, seinen Kontrahenten abzuschießen. Die Raumschiffe lassen sich nicht nur steuern, sondern auch beschleunigen, außerdem muss der Spieler darauf achten, nicht in das Gravitationsfeld eines Himmelskörpers zu geraten.

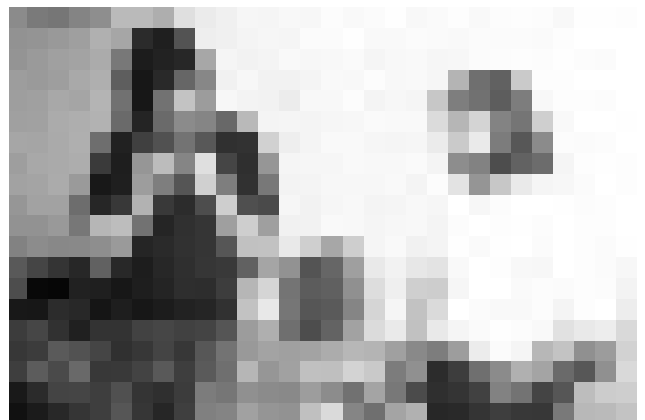
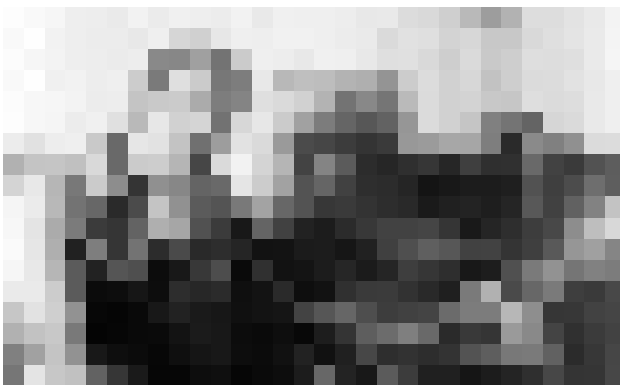
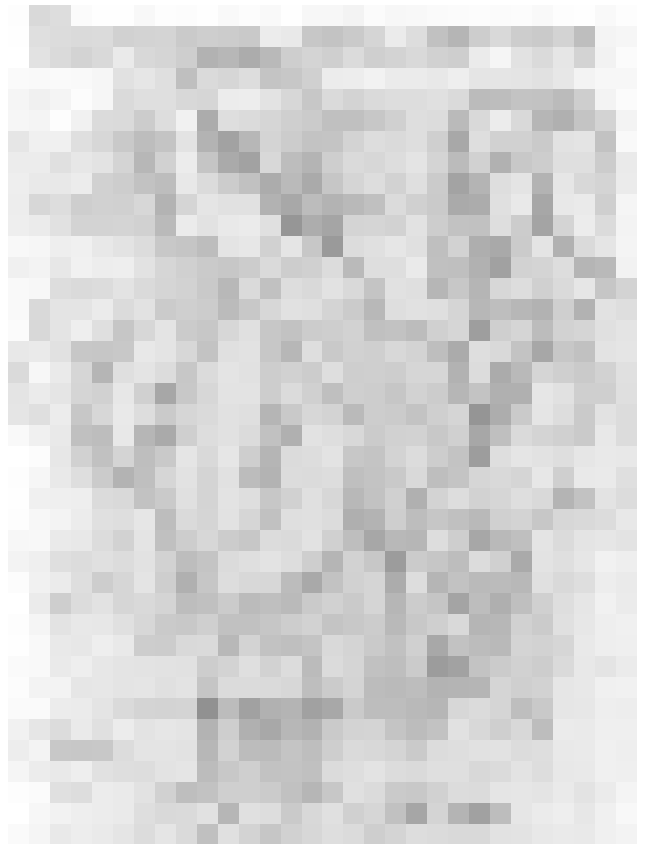
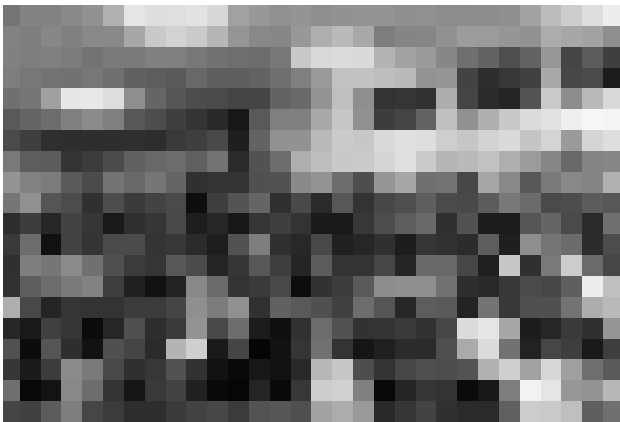
Es war „Space War“, mit dem sich ein Student der Elektrotechnik an der Universität von Utah namens Nolan Bushnell in seiner Studienzeit zwischen 1962 und 1968 intensiv beschäftigte. Das Spiel lief dort auf einem PDP 10-Rechner der Firma DEC. Nach seiner Studienzeit schlug sich Bushnell ein paar Jahre mit diversen Jobs durch, u.a. entwickelte er eine verbesserte Version von „Space War“ und verkaufte sie an einen Hersteller von Münz-Spielautomaten. Bushnell war überzeugt von der Idee, Computerspiele für Spielautomaten zu produzieren. 1972 machte er sich selbständige und

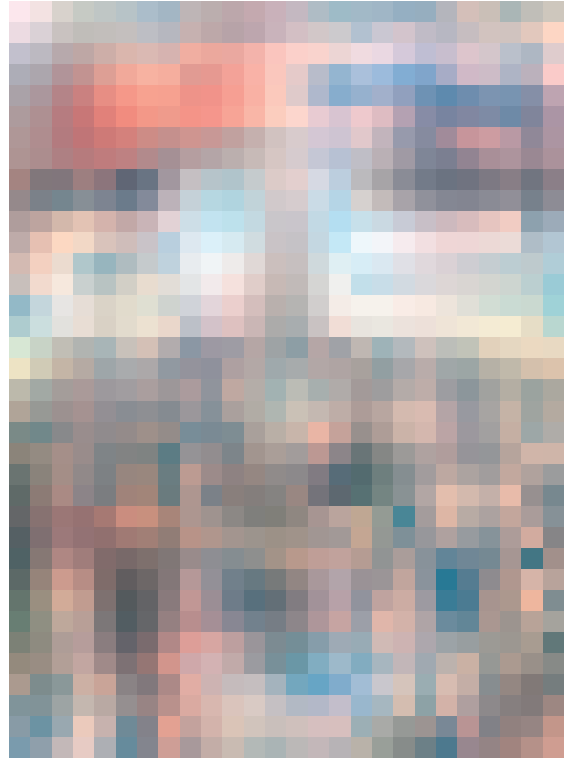


Atari war der führende Videospiele-Anbieter.

Die Titelstory der „Popular Electronics“ von Januar 1975 verhalf dem Altair 8800 zum Durchbruch.







Nicht die etablierte Computerindustrie, sondern Bastler und Hobbyelektroniker entwickelten den PC.

Linke Seite, linke Reihe von oben:

Der Vertrieb von Computern über Elektronikketten wie dem Byte-Shop war Voraussetzung für den Erfolg des PC – und bei den traditionellen Herstellern undenkbar gewesen.

Treffen des Homebrew Computerclubs Mitte der 1970er Jahre.

Lee Felsenstein gab der PC-Entwicklung wichtige Impulse.

Blick in die legendäre Garage, in der Apple seinen Anfang nahm.

Linke Seite, rechte Reihe von oben:

Lee Felsenstein referiert im Homebrew Computerclub.

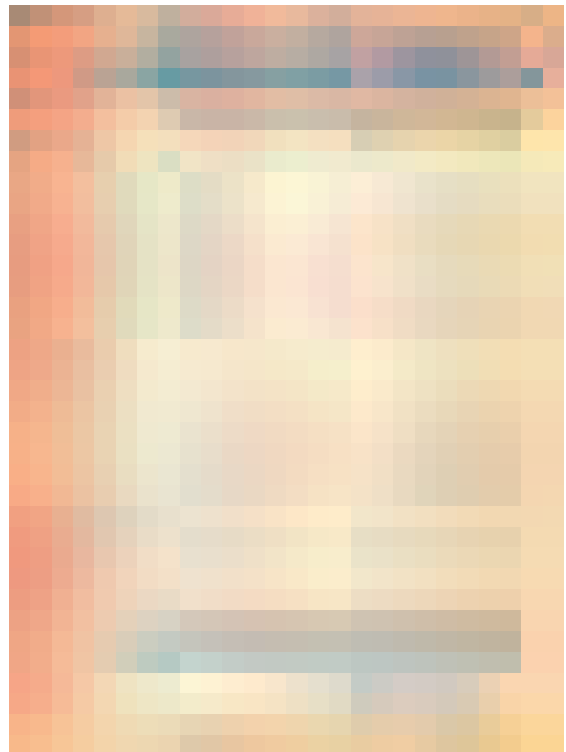
Titelbild eines Newsletters des Homebrew Computerclub von April 1975.

Steve Jobs und Steve Wozniak, die Apple-Gründer, Mitte der 1970er Jahre.

Rechte Seite, von oben:

Die PC-Pioniere: zwischen Science Fiction, Computer Power und Massenproduktion („2 Computers in Every Home“).

Auch dieser Titel von Creative Computing von Herbst 1976 vermit-





Der Entwickler des Altair 8800,
Ed Roberts .

zählte: einen persönlichen Computer zu besitzen, wie sinnfrei er auch sein mochte.

Innerhalb kürzester Zeit wurde Ed Roberts mit Bestellungen überhäuft, im Frühjahr 1975 gingen pro Tag durchschnittlich 250 ein, insgesamt wurden 40.000 Geräte an Privatkunden verkauft. Und hier liegt auch der Grund, warum der Altair zu Recht als erster PC bezeichnet wird, und nicht etwa ähnliche Geräte, die es bereits zuvor gab: der Kenback 1 von 1971, der Scelby 8 H von 1974, der Intellec 8 oder der MICRAL von 1973. Der Intellec (von Intel) und der französische MICRAL waren ebenfalls PCs im technischen Sinne, doch ihre Hersteller kamen nicht auf die Idee, sie als solche zu betrachten und zu vermarkten. Beide wurden lediglich industrieeintern eingesetzt. Mit dem Intellec 8 beispielsweise sollten die Industriekunden Mikroprozessorsoftware schreiben und korrigieren, die dann in Steuerungssystemen eingesetzt wurden. Auf die Idee, das Privatleute ein solches Gerät kaufen könnten, bei dem selbst die Intelkunden, allesamt Hardwarefachleute, Schwierigkeiten hatten, kam in dem Unternehmen niemand. Der Kenback 1 und der Scelby 8 H wiederum kamen ohnehin über das Stadium von Prototypen nicht hinaus.

Das besondere am PC war nicht seine technische Leistungsfähigkeit. In diesem Sinne ist er auch gar nicht als Erfindung zu sehen. Unter technischen Gesichtspunkten war nichts neu an ihm, er reichte vielmehr an die bestehenden Computeranlagen in keiner Weise heran. Das revolutionäre am PC waren die nicht-institutionellen Anwender. Der massenhafte Verkauf von Computern an private, individuelle Abnehmer machte den Altair 8800 zum ersten wirklichen Persönlichen Computer.

Würde man die technische Leistungsfähigkeit zum Maßstab setzen, so käme einzig ein Rechner, der von der Xerox Corporation entwickelt wurde, als erster PC in Frage. Xerox eröffnete 1970 ein Forschungszentrum in Palo Alto, Kalifornien, das Palo Alto Research Center (PARC). Ziel war es, den technologischen Wandel in der Bürowelt vorwegzunehmen. Was würde ein Kopiererhersteller wie Xerox in einem möglicherweise papierlosen Büro der Zukunft tun? Die Forscher und Entwickler konnten ihren Zukunftsfantasien freien Lauf lassen. Als Ergebnis entstand 1973 der Xerox Alto, ein Computer mit Tastatureingabe und Ganzseiten-Bildschirm, er hatte Mausbedienung und konnte vernetzt werden. Kurz, der Xerox Alto nahm



Electronics“, Les Soloman, ihn aufforderte, Pläne für einen Heimcomputer zu entwickeln. Soloman hatte seine Leserschaft aufgefordert, entsprechende Pläne einzusenden, um sie zu veröffentlichen. Weil er skeptisch war, dass etwas Brauchbares dabei sein würde, hatte er sich auch direkt an seinen Freund Ed Roberts gewandt.

Der Altair 8800 war genau der Rechner, nach dem die Hobby-Bastler- und Tüftler-Gemeinde schon lange gesucht hatte. Seinen Namen hatte Solomans 12jährige Tochter vorgeschlagen. Er bezeichnete einen Stern in der TV-Serie Star Trek. Es existiert im übrigen wirklich ein Stern Altair, aber das war ihr wohl kaum bekannt. Die 8800 bezieht sich auf den verwendeten Intel 8080-Prozessor, dem Nachfolger des 4004. Um ihn herum war ein schlichter Computer im Bausatzformat konzipiert worden. Der Rechner an sich war sehr leistungsstark – wenn man ihn denn bedienen konnte. Die Eingabe erfolgte – Bit für Bit – über Kippschalter, die Ausgabe in ähnlicher Art und Weise über blickende Leuchtdioden. Eine komfortablere Ein- und Ausgabe, etwa Tastatur, Bildschirm, Drucker oder Laufwerke, existierte nicht. Der Altair besaß kein Betriebssystem und schon gar keine Anwendersoftware. Im Grunde war er zu nichts wirklich zu gebrauchen. Wenn Fachleute mit dem nötigen Know-how im Binärcode in mühevoller Kleinarbeit ihre Eingabe eingetippt hatten (ohne sich zu verschalten), erschien ein (für einen Laien unverständliches) Ergebnis in Form von aufblinkenden Lämpchen. Eigentlich war er ein Spielzeug auf sehr hohem Niveau, für Bastler mit viel Geduld und vor allem viel Elektronik- und Computer-Fachwissen. Doch er war ein richtiger Computer, ein frei programmierbarer Rechner mit Dateneingabe, -verarbeitung und -ausgabe. Und nur dies

Zwei Seiten aus dem Artikel
in Popular Electronics: Nur mit
Fachkenntnissen verständlich.

Der Xerox Alto war, technisch gesehen, am ehesten das, was wir unter einem PC verstehen.



oder Diskettenlaufwerke für das Gerät. Ein junger Mann namens Bill Gates brach sein Harvard-Studium ab und entwickelte mit seinem Freund Paul Allen ein BASIC für den Altair, d.h. Software, welche die Programmierung sehr erleichterte. In diesem Zusammenhang gründeten sie die Firma Microsoft, die später wie keine andere die PC-Welt prägen sollte. Bill Gates nimmt unter den Pionieren dieser frühen PC-Zeit sicher eine Sonderstellung ein, nicht allein wegen seines späteren Erfolges. Im Gegensatz zur vorherrschenden Gedankenwelt der PC-Szene war ihm sofort bewusst, dass Hardware und Software marktgängige Produkte waren und nicht Resultate eines reinen Idealismus. Er erkannte, dass die Entwicklung erstklassiger Software auf Dauer nur möglich sein würde, wenn die Entwickler ihre Produkt schützen und durch Verkauf refinanzieren bzw. Gewinne erwirtschaften konnten. Dass die Altair-Nutzer sein BASIC munter weitergaben und kopierten, also stahlen, war ihm ein Dorn im Auge. Im Rahmen der ersten Altair Computer Convention im März 1976 prangerte er die Softwarepiraterie an. Schon in einem „Open Letter to the Hobbyists“ im Februar 1976 hatte er sich bitter beklagt, dass er mit seinen Kollegen fast ein Jahr Arbeit in das BASIC investiert hätte, aber gerade einmal 10 % der Altair-Nutzer das verwendete BASIC auch bezahlen würden. Mit seiner Anschauung wurde er für nicht wenige zum schwarzen Schaf in der Bastler-Szene, zum Verräter an den idealistischen Zielen vieler PC-Pioniere.

Doch nicht nur der Altair durchlief eine stürmische Entwicklung. In kürzester Zeit entstanden zahlreiche neue Firmen mit konkurrierenden Angeboten. Unter anderem kam der IMSAI 8080 auf den Markt, baugleich mit dem Altair und somit der erste PC-Klon. Viele der Unternehmen und ihre Produkte waren nur kurzlebig. Auch die Firma MITS versäumte es, sich als Computerhersteller weiter zu entwickeln, Ed Roberts verkaufte sie 1977. Technisch dominierten hierbei weniger die Computer, die mit dem Intel 8080 arbeiteten, sondern diejenigen mit MOS 6502- oder Zilog 80 (Z80)- Prozessor. Zilog war von Frederico Faggin gegründet worden, der zuvor bei Intel mit „Ted“ Hoff den Mikroprozessor entwickelt hatte. Der Begriff

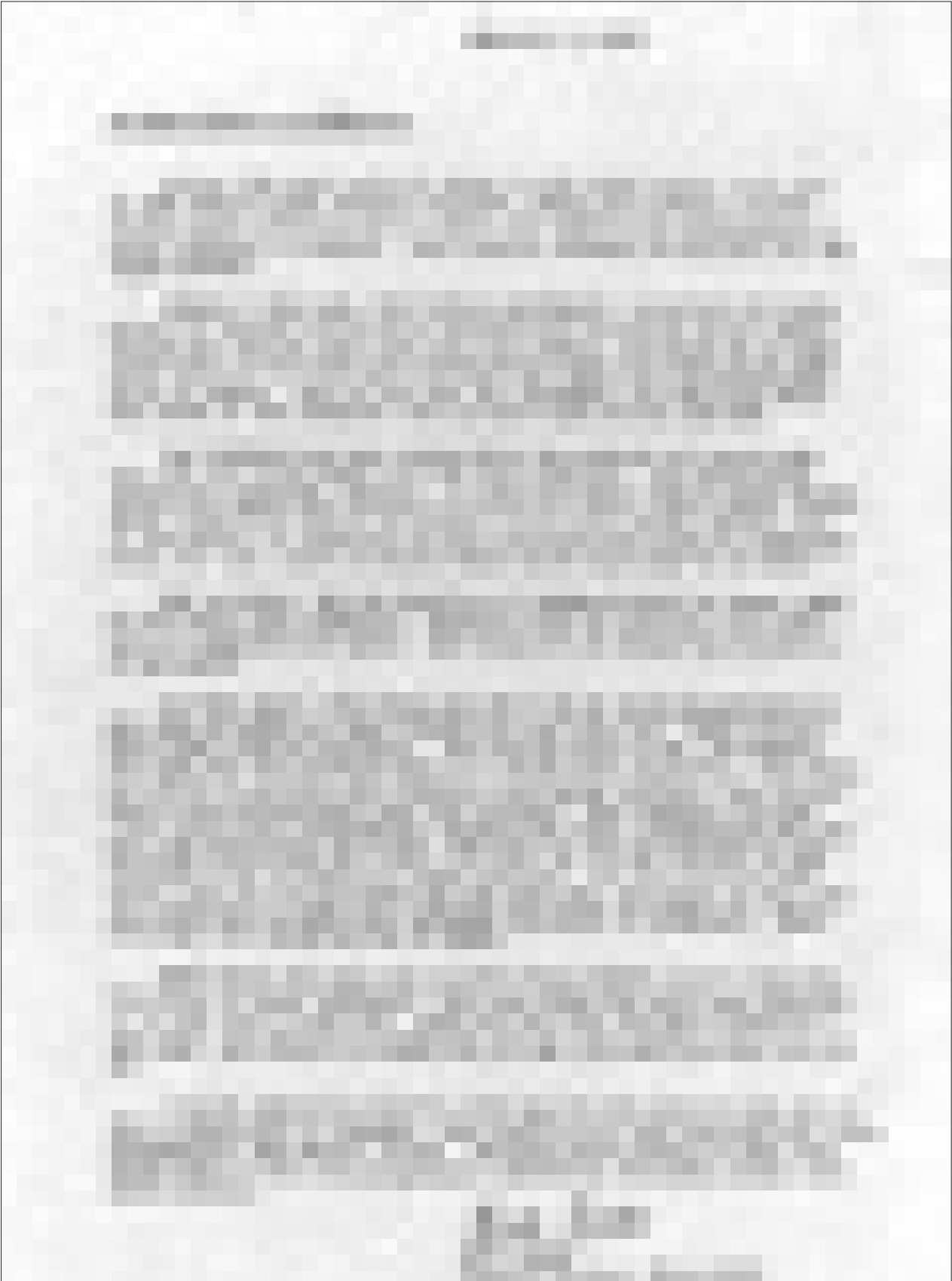


Auf Lochstreifen vertrieb Microsoft sein BASIC für den Altair 8800.

tatsächlich viel von dem vorweg, was sich in der PC-Welt erst ab den 1980er Jahren und teilweise noch später durchsetzte. Gebaut wurden etwa 1000 Stück, die jedoch allesamt bei Xerox intern eingesetzt wurden. Eine Vermarktung an Privatkunden war schon angesichts des Preises unrealistisch: Allein der Rechner, ohne Peripheriegeräte, kostete \$ 18.000,-. Einen billigen Computer für den Hausgebrauch konnte man sich auch bei Xerox nicht vorstellen. Der Altair 8800 veränderte die Computerwelt wie kaum ein anderes Gerät vor ihm. Innerhalb kürzester Zeit machten sich die vielen begeisterten Bastler daran, Verbesserungen, Hilfen und Zusatzgeräte zu entwickeln. Hierbei kam ihnen zugute, dass er eine sogenannte offene Architektur besaß, auf deren Grundlage jedermann Erweiterungen entwickeln konnte. Bald gab es Speichererweiterungen, Tastaturen, Monitore, Kassettenrekorder, Lochkartenleser

Bill Gates und Paul Allen, die Microsoft-Gründer.





PC erschien vermutlich zum ersten Mal in der Mai-Ausgabe des Byte-Magazins von 1976. Unter den vielen neuen Rechnern verdienen drei besondere Erwähnung, gewissermaßen die Klassiker dieser frühen PC-Zeit: Der Commodore Pet, der TRS-80 von Tandy und der Apple II.

Jack Tramiel, ein polnischer Einwanderer, hatte in den 1950er und 60er Jahren zuerst in den USA, dann in Kanada mit seiner Commodore Business Machines (CBM) erfolgreich Büromöbel und -maschinen, später auch Taschenrechner produziert. 1975 stellte ein Investor Kapital zur Verfügung. CBM nutzte dies, um Firmen aufzukaufen, u.a. den Chipproduzenten MOS Technologies. Auch über den Kauf der damals noch winzigen Firma Apple wurde, letztlich erfolglos, verhandelt. Tramiel erkannte das Marktpotential für PCs und brachte 1977 den Commodore PET heraus.

Das Herzstück des PET, der Prozessor 6502, war von Chuck Paddle entwickelt worden. Im Grunde handelte es sich um einen weiterentwickelten Motorola 6800. Ehemalige Mitarbeiter der Firma Motorola hatten ihren Arbeitgeber verlassen und als MOS Technologies einen sehr ähnlichen Prozessor mit dem Namen MOS 6502 herausgebracht – sehr zum Ärger von Motorola. Der MOS 6502 kostete nur einen Bruchteil des leistungsmäßig vergleichbaren Intel 8080. Paddle und sein Chip waren dann bei der Firmenübernahme von MOS Technologies zu Commodore gekommen.

PET stand für Personal Electronic Transactor. Pet bedeutet im Amerikanischen aber auch Haustier, zielte also darauf ab, den Computer im privaten Bereich heimisch zu machen. Der PET hatte eine eingebaute Tastatur, die mehr an Taschenrechner als an Schreibmaschinen erinnerte, was angesichts von Commodores Erfahrungen in der Herstellung von Taschenrechnern kaum überrascht. Er besaß einen Monitor, ein Kassettenrekorder-Laufwerk und Microsoft BASIC. Für nur \$ 800,- war der PET ein herausragendes Produkt und Commodore setzte große Stückzahlen des Rechners ab. Das Unternehmen erschloss auch den europäischen Markt, musste aber hier den Namen ändern. In Europa wurde der PET als CBM vermarktet, „PET“ war bereits von Philips als „Programm-Entwicklungs-Terminal“ geschützt. Dass der PET nicht zum Marktführer wurde, verhinderten zwei zeitgleich vorgestellte Konkurrenzprodukte.

Die Ursprünge der Firma Tandy gehen zurück in das Jahr 1919. Dave Tandy hatte zusammen mit einem Partner ein Lederwarengeschäft in Fort Worth, Texas, gegründet. Gut vierzig Jahre später stand sein Sohn, Charles Tandy, an der Spitze der Tandy Corporation, mittlerweile

Gegenüber:

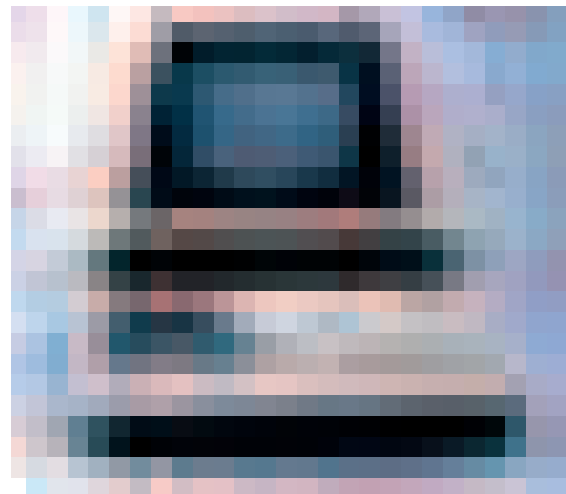
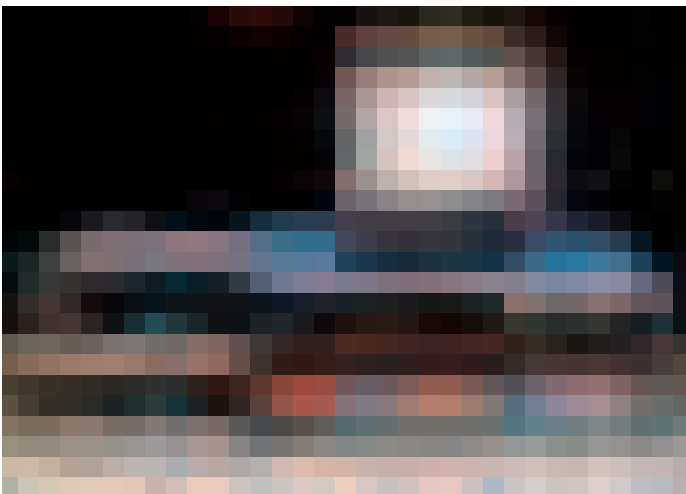
Erzürnt stellte Bill Gates fest, dass die Hobby-Elektroniker sein BASIC lieber kopierten, anstatt es zu kaufen.

Unten rechts:

Der Commodore Pet war einer der erfolgreichsten PCs der 1970er Jahre. Die unhandliche weil viel zu kleine Tastatur verweist auf Commodores Taschenrechner-Tradition.

Unten links:

Nicht lange nach dem Altair 8800 erschien der IMSAI 8080, ein technisch identischer Nachbau.





Der TRS-80 war überaus erfolgreich. Werbung für Computer in Publikumszeitschriften wäre noch wenige Jahre zuvor undenkbar

eines der großen Unternehmen der Lederbranche. Schon 1921 war in Boston die Firma RadioShack entstanden, ein Rundfunkgeschäft, das 1963 Konkurs ging. Zu diesem Zeitpunkt besaß es neun Filialen. Tandy übernahm daraufhin RadioShack. Mit einem neuen Vermarktungskonzept expandierte die Firma gewaltig, in wenigen Jahren hatte die Handelskette 7000 Filialen, in denen Elektronikartikel verkauft wurden. Ein Elektronikhändler mit flächendeckendem Verkaufsnetz war für den Absatz der neuen PCs in den siebziger Jahren wie geschaffen. Wo sonst konnte man die elektronischen Rechner besser an den privaten Kunden bringen? 1976 bestellte man bei Tandy einen Altair um zu prüfen, ob man ein ähnliches Produkt anbieten könne. Man entschied sich, entgegen dem Bausatzprinzip des Altairs, für einen kompletten Rechner mit Tastatur, Monitor, Speicher und Programmiersprache. Als Fachmann für die Computerproduktion bei Tandy, wo man noch keinerlei Erfahrung auf diesem Gebiet hatte, wurde der Vorsitzende des Hombrew Computerclubs, Steve Leininger, gewonnen, der zu diesem Zeitpunkt als Nachtverkäufer im Byte Shop in Los Angeles arbeitete. Im August 1977 konnte der TRS-80 präsentiert werden. Der Name stand für Tandy RadioShack, die 80 bezog sich auf den verwendeten Prozessor, einen Zilog Z80. Das Gerät verfügte über 4 oder 16 KByte RAM und ließ sich in verschiedenen

BASIC-Versionen programmieren. Ein Anschluss an das heimische Fernsehgerät war möglich, ebenso der von Diskettenlaufwerken und Druckern. Bei einem Preis von \$ 599,- wurden bereits im ersten Jahr 55.000 Stück verkauft, insgesamt brachte es der TRS-80 auf 200.000 Geräte und mehrere Folgemodelle. Unter letzteren galt der TRS Modell III in den USA zeitweise als Inbegriff des Bürocomputers. Der TRS-80 Color Computer (CoCo) von 1980 konnte auch Farben darstellen.

Comodore PET und TRS-80 avancierten unzweifelhaft zu Klassikern der frühen PC-Ära. Sie wurden jedoch noch von einem Computer zweier kalifornischer Garagenbastler übertroffen. Steve Jobs und Steve Wozniak hatten zunächst im Jahre 1976 im Hombrew Computerclub ihren ersten selbst gebastelten Rechner, im Grunde eine Platine in einem Holzkasten, vorgestellt. Dieser Computer, später als Apple berühmt, stieß auf großes Interesse, und die beiden gingen daran, ihn auch für andere Bastler und Tüftler zu bauen. Durch den Erfolg ermutigt entwickelten sie, d.h. vor allem Steve Wozniak als begnadeter Techniker, ein wesentlich besseres Nachfolgegerät, den Apple II. Dieser Rechner setzte Maßstäbe, vor allem in Produktions- und Absatzzahlen, und war die Grundlage für den Erfolg der Firma Apple. Der Apple II wurde in seinen Nachfolgemodellen noch bis 1993 produziert. Insgesamt sollte er es auf fünf Millionen verkaufte Geräte bringen.

Der Apple II arbeitete, wie auch der PET, mit einem MOS 6502-Prozessor. Er besaß ein eigenes Apple-Betriebssystem, sein Speicher von 4 KByte war auf damals sensationelle 64 KByte erweiterbar. Er hatte nicht nur eine Schreibmaschinentastatur, sondern er erinnerte in seinem Erscheinungsbild auch insgesamt an eine Reiseschreibmaschine. Gemeinsam mit dem originellen, neuen Apple-Logo, einem angebissenen Apfel, das sich deutlich von dem anderer Hersteller abhob, wirkte der Apple II unkompliziert und einfach im Umgang. Das Kunststoffgehäuse war leicht zu öffnen und bot dem Nutzer verschiedenste Erweiterungsmöglichkeiten. Das Gerät zeichnete sich durch Farbfähigkeit und integrierten Sound aus.

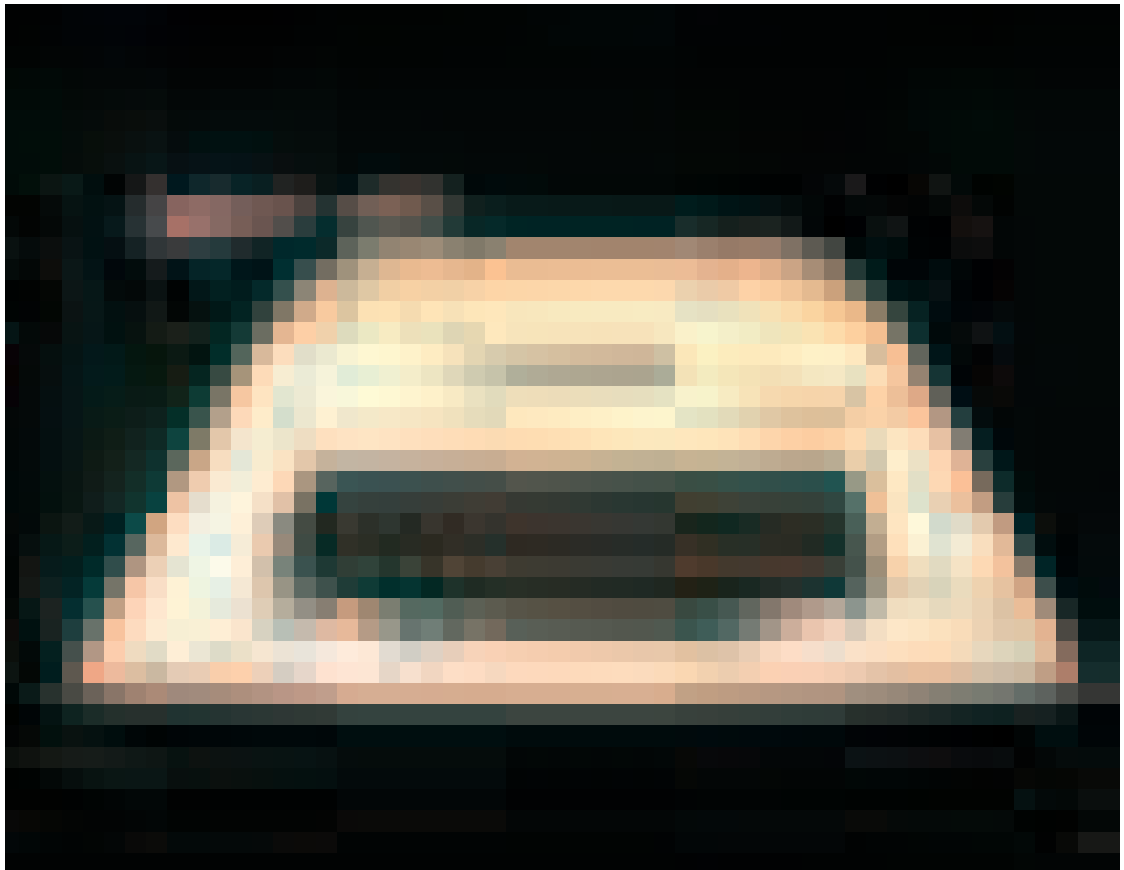
Gegenüber:

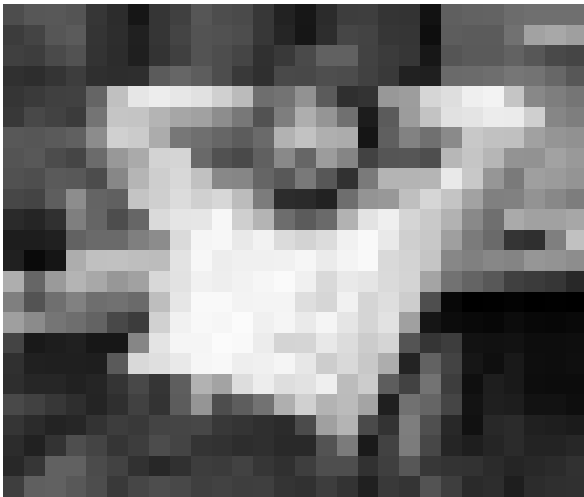
Oben:

Der legendäre Apple I.

Unten:

Der erfolgreichste PC der frühen Jahre, der Apple II.





Oben links:
Apple-Gründer Steve Jobs mit Dan Kottke
auf einer Messe mit dem Apple I.

Oben rechts:
Steve Jobs, bis heute führend bei Apple.

Unten links:
Steve Wozniak gilt als technisches Genie.
Von ihm stammten Apple I und Apple II.

Unten rechts:
Das erste Apple-Logo, etwas naiv-hilflos,
hatte noch nichts von dem Lifestyle-Chic,
für den Apple später stand.

Nicht zuletzt war der Apple II ganz eng mit einem Anwendungsprogramm verbunden. VisiCalc, ein Tabellenkalkulationsprogramm, war für viele das schlagende Kaufargument für den Apple II. Endlich wusste man, was man mit einem PC tatsächlich anfangen konnte. Über die Herkunft des Namen Apple existieren verschiedene Legenden, die beliebteste: Man wollte auf jeden Fall vor dem ehemaligen Arbeitgeber Atari im Telefonbuch stehen.

VisiCalc war der wohl wichtigste Fingerzeig, in welche Richtung sich der PC-Markt entwickeln würde, vom sperrigen Spielzeug für Elektroniktüftler hin zum anwenderorientierten, nutzerfreundlichen Konsumprodukt. Wichtigste Aufgabe jedes Computerbesitzers blieb zwar in den siebziger Jahren das Programmieren. So kam praktisch keine der vorhandenen Anwendungen ohne die Hilfe von BASIC aus. Aber auch hier hatte es große Fortschritte gegeben. Das Control Program/Monitor, später auch Control Program for Microcomputers (CP/M) der Firma Digital Research hatte sich als eine Art Standard im Betriebssystembereich etabliert. Der Umgang mit dem PC wurde durch CP/M erheblich erleichtert. Der Chef von Digital Research, Gerry Kildall, avancierte zu einem der auch unternehmerisch erfolgreichsten PC-Pioniere. Seine größte Chance jedoch, die Zusammenarbeit mit IBM, sollte Kildall verschlafen (s.u. „Windows' Großvater“). Neben CP/M und VisiCalc entwickelten sich weitere Anwenderprogramme, die sich mehr oder weniger lange halten sollten, bis sie später, häufig durch Microsoftprodukte, verdrängt wurden. Bekannt wurden beispielsweise Textprogramme wie WordStar, das für die CP/M-Umgebung entwickelt worden war. WordStar war nach VisiCalc das zweite Softwareprogramm, dass aufgrund seines überzeugenden und häufig kaufentscheidenden Charakters als echte „Killer-Application“ bezeichnet wurde. Zu nennen sind an dieser Stelle auch das Textprogramm WordPerfect oder das Datenbankprogramm Vulkan, das von Ashton Tate gekauft wurde und als dBase II Furore machte.

Um 1980 herum hatte sich in kurzer Zeit eine stürmische Entwicklung vollzogen. Ob Tandy, PET oder Apple II, im Vergleich zum Altair waren dies keine Bausätze mehr, sondern mehr oder weniger vollständige Computer mit Tastatur, Bildschirm, Speicherlaufwerken und Software. Vor allem aber wurden die Geräte massenhaft produziert. Wer in der etablierten Computerindustrie hatte sich je vorstellen können, dass man einen vollwertigen Computer im Geschäft an der nächsten Straßenecke kaufen konnte? Es wurde höchste Zeit, sich zumindest einen Teil des neuen Marktes zu sichern.

Karlheinz Wiegmann

Weiterführende Literatur:

Allner, Jörg und Kerstin Allner, Computer Classics. Die Highlights aus 30 Jahren Homecomputer, Düsseldorf o.J. (2004).

<http://www.8bit-museum.de>

<http://www.computermuseum-muenchen.de>



Windows' „Großvater“

CP/M – das Mikrocomputer-Betriebssystem der frühen Jahre

„Betriebssysteme gibt es auch im Mikrocomputerbereich in allen Arten und Größen, je nach Computertyp und je nach Anwendungsbereich. Doch keines von ihnen hat die ungeheure Verbreitung erfahren, wie es CP/M für Mikrocomputer [...] erreicht hat. Man kann dieses Produkt von Digital Research mittlerweile mit Fug und Recht als Standard ansehen.“ (Bernd Pol, Vom Umgang mit CP/M, 1982)

CP/M war Ende der 1970er, Anfang der 1980er Jahre das Standard-Betriebssystem für Mikrocomputer. Es war das erste DISK Operating System (DOS) und bildet damit die Grundlage für die heute geläufigen Microsoft-DOS/Windows-Systeme. MS-DOS basiert auf einem CP/M-Klon namens QDOS (Quick and Dirty Operating System), geschrieben von Tim Patterson, das von Microsoft für den ersten IBM PC eingekauft wurde. Viele ehemalige CP/M-Anwendungen wurden später nach DOS portiert, allen voran dBase und Wordstar.

CP/M selber wiederum geht auf das Betriebssystem TOPS 10 der PDP 10-Rechner der Digital Equipment Corporation (DEC) zurück. Zumindest gilt dies für die Datei- und Namenskonventionen sowie die Bezeichnung einiger Befehle. Andere Einflüsse liegen im Dunkeln, sind aber nicht abzustreiten. Im Grunde resultiert vieles, was wir heute als selbstverständlich erachten, aus der Arbeit eines einzigen Mannes, Gary Kildall. Wer wissen möchte, warum z.B. die Festplatte C: heißt oder woher der DOS-Befehl DIR stammt, stößt unweigerlich auf sein CP/M.

Gary Kildall wurde 1942 geboren, machte 1972 an der University of Washington in Seattle seinen Doktor in Computerwissenschaft und bekam bald eine Anstellung an der Militärschule Monterey, Kalifornien. Als Kildall 1973 die Vorstellung des neuen Intel-Prozessors 8080 miterlebte, war er davon so begeistert, dass er den Intel-Managern vorschlug, die Programmiersprache PL/1 (Programming Language Number 1) für diesen Prozessor umzuschreiben. Zu dieser Zeit wurde PL/1 auf den Großrechnern sehr oft eingesetzt, so dass die Intel-Leute sofort einverstanden waren. Das Programm wurde dann PL/M (= Programming Language for Microprocessors) genannt. Es gab jedoch ein Problem: Kildall besaß keinen Computer, der mit einem Intel 8080-Prozessor arbeitete. Er konnte nur auf einen PDP 10 von Digital Equipment zugreifen. Also entwickelte er sein PL/M auf der PDP-Maschine. Als dann das Programm fertig war, brauchte er aber doch einen 8080-Computer zum Testen. Zusammen mit Gordon Eubanks (heute der Chef von Symantec) baute er daraufhin einen Computer auf Basis des Intel 8080. Dazu schrieb er ein Betriebssystem, welches er CP/M (Control Program/Monitor) nannte. Er bot Intel das CP/M zusammen mit PL/M für \$ 20.000,- an. Intel hielt nichts von CP/M, aber PL/M war den Verantwortlichen die Summe wert. So finanzierte Kildall zumindest seine Entwicklungskosten und beschloss, CP/M eigenständig zu vermarkten. Er machte sich selbstständig und gründete zusammen mit seiner Frau die Firma „Intergalactic Digital Research Inc.“, die später in „Digital Research Inc.“ (DR) umbenannt wurde.

Mit Postwurfsendungen machte die junge Firma Werbung für ihr CP/M. Gerade zu dieser Zeit hatten viele Enthusiasten angefangen, selbst an Computern zu basteln, Bausätze für den Altair 8800 von MITS oder den IMSAI 8080 wurden angeboten. Was diesen Computern fehlte, war ein Betriebssystem, und so kam CP/M gerade recht. 1979 gab DR die Version 2.0

Gegenüber:

Gary Kildall (unten rechts) und sein Arbeitsplatz (oben), Entwickler des CP/M, des lange erfolgreichsten Betriebssystems für PCs.

1980 kam die Wende in der Geschichte von Digital Research. IBM entwickelte den PC und suchte dafür nach einem Betriebssystem. CP/M-86 schien das ideale Produkt zu sein, vor allem weil reichlich Software aus allen Anwendungsbereichen dafür verfügbar war. Da man bei IBM fälschlicherweise annahm, Microsoft produziere CP/M (weil man dort die Softcard zusammen mit CP/M verkaufte), trafen sich die Firmenvertreter mit Bill Gates. Dieser klärte sie über den richtigen Ansprechpartner, Digital Research, auf und schickte die Manager zu Gary Kildall ins nahe gelegene Monterey. Als die IBM-Manager dort eintrafen, war dieser aber nicht zugegen.

Was damals genau geschah, lässt sich nur schwer rekonstruieren. Es wurde viel darüber spekuliert, aus welchem Grunde sich Kildall bzw. Digital Research das glänzende Geschäft mit IBM entgehen ließen. Am wahrscheinlichsten ist es, dass Dorothy McEwen, Kildalls Frau, welche die Firma managte, mit den vertraglichen Bedingungen IBMs nicht ganz einverstanden war und die Verhandlungen abbrach. Die IBM-Leute wandten sich daraufhin wieder an Bill Gates, der seine große Chance erkannte und sich verpflichtete, ein Betriebssystem zu liefern. Eine besondere Brisanz erhielt die Angelegenheit noch dadurch, dass Microsoft IBM keine Eigenentwicklung lieferte, sondern mit dem kurzerhand in Microsoft-DOS umbenannten Q-DOS ausgerechnet ein nachweisliches CP/M-Plagiat verwendete. Kildall strengte daraufhin eine Klage gegen IBM an, die er aber nach einer großzügigen Entschädigungszahlung zurückzog. Im gleichen Zuge erklärte sich IBM bereit, CP/M-86 alternativ zu MS-DOS mit seinen PCs anzubieten. Was man jedoch verschwiegen war die Tatsache, dass dafür der dreifache Preis verlangt wurde. Wohl gab es deutlich mehr Software für CP/M als für MS-DOS, aber aufgrund des Preises entschieden sich dann doch die meisten Kunden für das Microsoft-Produkt. Trotzdem wurden in der Übergangszeit viele Rechner sowohl mit dem Intel 8086- als auch mit dem Z80-Prozessor sowie Z80-Karten für den IBM PC angeboten, damit die Kunden die Möglichkeit hatten, parallel weiterhin CP/M zu betreiben. Einige Firmen boten auch standardmäßig CP/M-86 oder dessen Nachfolgeversionen an, so z.B. Siemens.

Digital Research blieb keineswegs untätig und brachte auch weiterhin viele innovative Produkte heraus. So z.B. „Concurrent CP/M“, ein echtes Multitasking-System, das leistungsfähig und leicht zu bedienen war, weil es die bekannten CP/M-Befehle nutzte. Später kam DR-DOS auf den Markt, ein MS-DOS-kompatibles, aber deutlich umfangreicheres Betriebssystem. 1991 verkaufte Gary Kildall die Firma Digital Research an Novell. In der Folgezeit wandte er sich anderen Entwicklungen zu, u.a. einem Dateisystem für Multimedia CD-ROMs. Ebenfalls aus dem Hause DR stammt die Benutzeroberfläche GEM, die allerdings unter CP/M bzw. MS-DOS nicht sehr populär war, aber beispielsweise von Atari lizenziert wurde und mit allen Geräten der ST-Serie ausgeliefert wurde.

Einige geläufige CP/M-Rechner waren z.B. der Kaypro oder der Osborne, insgesamt war die Auswahl an Computern, die unter CP/M liefen, Anfang der 80er Jahre sehr groß. Im Bereich der Personal Computer war das Betriebssystem aus dem Hause Digital Research marktführend. Entsprechend groß war auch die Auswahl und Verfügbarkeit an Software. Auch im Freeware-Bereich gab es ausreichend Angebote, so dass ein CP/M-Rechner auch für den kleineren Geldbeutel erschwinglich sein konnte. Das einzige Manko, das CP/M gegenüber seinen Nachfolgern hatte, war die zum größten Teil uneinheitliche Hardware; d.h. ein Osborne konnte keine Diskette lesen, die in einem Kaypro formatiert wurde und umgekehrt. Wollte man Daten zwischen den Systemen austauschen, benötigte man entweder Konverterprogramme oder eine serielle Verbindung, also eine direkte Verkabelung zwischen den

frei, der bald CP/M 2.2 folgte. Diese Version wurde weltweit am meisten eingesetzt, weil sie bei wenig Speicher relativ viel Leistung bot. Die Version 3.0, auch CP/M Plus genannt, erschien erst 1982. Da war es für einen durchschlagenden Erfolg schon zu spät, denn ein Jahr zuvor hatte der IBM PC seinen Siegeszug angetreten.

Was war das Besondere an CP/M? Man muss sich vergegenwärtigen, dass die damaligen Microcomputer ziemlich karg ausgestattet waren, die Programmierung erfolgte oft mühselig mit Schaltern (wie z.B. bei den genannten Altair- oder IMSAI-PCs). Als Hilfsmittel existierte lediglich eine Programmiersprache wie BASIC, die es ermöglichte, einfache Programme zu erstellen und zu speichern. Selbst bei der Verwendung einer solchen Programmiersprache musste jede einzelne Anwendung selbst programmiert werden. Ein Betriebssystem bot dagegen zahlreiche Möglichkeiten, die uns heute als selbstverständlich erscheinen, aber damals Luxus waren. Es nahm dem Nutzer die Programmierung einer ganzen Reihe von Arbeitsvorgängen, beispielsweise die Ansteuerung und Nutzung von Laufwerken, Speicherplätzen usw., ab. Vor allem bot es eine standardisierte Bedienoberfläche, die es ermöglichte, die gleichen Befehle und Programme auf verschiedensten Computern anzuwenden, sodass der User sich nicht mehr um die Besonderheiten der jeweiligen Hardware kümmern musste. Der Computerhersteller musste lediglich das CP/M an seine jeweilige Hardware anpassen, was aber aufgrund des Aufbaus von CP/M recht einfach und deshalb ziemlich beliebt war.

CP/M bestand aus 3 Segmenten:

1. dem BIOS (Basic Input Output System): Dies war der Teil, in dem die grundlegende Kommunikation zwischen Hard- und Software gesteuert wurde und der damit von Hardware zu Hardware verschieden war. Es enthielt Funktionen wie z.B. Buchstaben von der Tastatur zu lesen, Zeichen auf dem Monitor auszugeben oder einen Sektor auf einer Diskette zu beschreiben. Ein Rechner ohne BIOS ist heutzutage nicht mehr vorstellbar, sein Erfinder war Gary Kildall.
2. dem BDOS (Basic Disk Operating System), das eigentliche „Hirn“ von CP/M. Hier wurde zwischen dem Kommandointerpreter und dem BIOS vermittelt, d.h. die Ein- bzw. Ausgaben z.B. wurden entsprechend interpretiert.
3. dem CCP (Console Command Processor), dem Kommandointerpreter. Dies war ein einfaches Programm, das einige eingebaute Befehle besaß (z.B. DIR zum Anzeigen des Disketteninhaltes) und andere Programme starten konnte.

1981 lief CP/M bereits auf ca. 300 verschiedenen Rechnertypen, sogar auf Computern ohne Intel 8080- bzw. Z80-Prozessor, für die es eigentlich geschrieben war. Microsoft brachte eine Z80-Karte für den Apple II heraus, der eigentlich mit dem MOS 6502-Prozessor lief. Mit dieser sogenannten „Softcard“ machte das Unternehmen damals mehr Umsatz als mit der eigenen Software. Im Laufe der Zeit erweiterte man die Produktpalette um die 16bit-Prozessoren Motorola 68000 (CP/M-68000) und Intel 8086 (CP/M-86).



Kildalls Firma Digital Research sollte den Auftrag für das Betriebssystem des IBM PCs erhalten. Als die Verhandlungen scheiterten, wandte man sich an Bill Gates.

Weiterführende Literatur:

DangSoft, Die CP/M-Story, <http://www.joyce.de/story/cpm.html>

Leitenberger, Bernd, Gary Kildall, <http://www.bernd-leitenberger.de/text/kildall.html>

Pol, Bernd, Vom Umgang mit CP/M, Vaterstetten 1982.

Swaine, Michael, Gary Kildall and Collegial Entrepreneurship, Dr. Dobb's Journal, <http://www.ddj.com/184410428>

Zaks, Rodney, Das CP/M Handbuch, Düsseldorf 1984.

Zahlreiche Rechner, wie diese von Lee Felsenstein entwickelten Geräte, liefen mit CP/M-Betriebssystem.

Rechts oben der Osborne 1, erster tragbarer PC.



jeweiligen Rechnern. Allerdings gab es auch damals schon Modems bzw. Akustikkoppler, mit deren Hilfe man sich in Mailboxen einwählen und von dort Programme oder Daten herunterladen konnte. Diese hatten aber natürlich ganz andere Dimensionen als diejenigen, die wir in der heutigen Zeit kennen.

Wenn man davon ausgeht, dass ein CP/M-Rechner mit Z80-Prozessor gerade mal 64 Kb Hauptspeicher hatte und eine Diskette maximal 360 Kb Speicherplatz, kann man sich gut vorstellen, wie sparsam ein damaliger Programmierer sein musste. Umfangreiche Programme waren daher modular aufgebaut, sodass immer nur der Programmteil in den Speicher geladen wurde, der gerade benötigt wurde. Festplatten waren zu dieser Zeit eine Seltenheit und oft unerschwinglich. Aber immerhin konnte CP/M Festplattenpartitionen bis zu einer Größe von 8 Mb verwalten. Wer größere Projekte mit entsprechenden Datenmengen zu bearbeiten hatte, konnte daher mit CP/M auch auf eine Festplatte anstelle zahlreicher Disketten zurückgreifen. Ein Beispiel für einen CP/M-Rechner mit (10 Mb-)Festplatte ist der Kaypro 10.

Ein wichtiger Grund für die Popularität des CP/M-Nachfolgers MS-DOS war sicherlich (neben dem Preis) auch die Ähnlichkeit im Aufbau und in der Bedienung. Wer also von CP/M auf MS-DOS umstieg, musste nur wenige Dinge neu erlernen. Die größten Unterschiede waren wohl das Fehlen von Unterverzeichnissen bei CP/M. Dort gab es stattdessen die sogenannten User-Bereiche. Ursprünglich tatsächlich aus dem Multiuser-Bereich entlehnt, boten diese eine gewisse Möglichkeit, seine Daten zu ordnen. Vor allem bei Festplattenbetrieb waren sie unerlässlich. So konnte man z.B. die Systemdateien im Userbereich 0 (C0:), die Textdateien im Userbereich 1 (C1:) und eine Datenbank im Userbereich 2 (C2:) ablegen.

Die gängigsten Befehle unter CP/M waren:

DIR zum Anzeigen des Verzeichnisinhaltes

STAT zum Anzeigen von Laufwerks- und Datenträgerinformationen und zum Ändern von Attributen

PIP zum Kopieren

ED zum zeilenweise Editieren von Textdateien

SYSGEN zum Erstellen einer Systemdiskette

Auch andere Konventionen wie z.B. die 8.3-Konvention für die Dateinamen, d.h. maximal acht Zeichen für den Namen, drei für die Erweiterung (DATEINAME.TXT), die Verwendung des Sterns als Platzhalter und die Endung .COM für ausführbare Dateien wurden nach MS-DOS übernommen. Ein typischer CP/M-Befehl konnte also z.B. lauten: DIR B:*. * oder PIP B:=A:*.TXT, wobei es uns im letzteren Fall heute etwas ungewöhnlich anmutet, beim Kopieren zunächst das Ziel (B:), dann erst die Quelle (A:) zu nennen. Dies ist vermutlich aus der Programmiersprache Assembler entlehnt, mit der seinerzeit viele Benutzer vertraut waren. Es ist sicher müßig darüber zu spekulieren, wie die PC-Welt heute aussähe, wenn Digital Research IBM sein CP/M verkauft hätte. Aller Wahrscheinlichkeit nach hätte Microsoft bei weitem nicht den Stellenwert unter den Softwareanbietern, den es heute besitzt. Vielleicht würde auch Digital Research dessen Rolle einnehmen. Doch letztlich steckt im MS-DOS und in den MS-DOS-basierten Windowsversionen noch so viel CP/M, dass der Unterschied für den Anwender vielleicht gar nicht so groß wäre.



Von IBM zu Microsoft

Der Siegeszug des Personal Computers

Auf die zweckfreie Produktion von sinnlosen Elektronikgeräten war die Computerbranche Mitte der 1970er Jahre verständlicherweise nicht eingestellt gewesen. Doch die Entstehung einer großen und lebendigen Mikrocomputer-Szene, insbesondere der kometenhafte Aufstieg von Apple, musste die etablierten Hersteller, allen voran IBM, aufschrecken. Man war angesichts von Stückzahlen, die in die Hunderttausende, im Falle Apples sogar in die Millionen gingen, keineswegs gewillt, den neuen und lukrativen Markt ohne weiteres den Newcomern zu überlassen. Fieberhaft arbeitete Branchenprimus „Big Blue“ seit 1980 an einem eigenen Mikrocomputer. Als dieser 1981 auf dem Markt erschien, war das für IBM-Verhältnisse Rekordzeit.

Der Mikrocomputer von IBM trug die Bezeichnung IBM Personal Computer 5150 und setzte in kürzester Zeit den Standard für die gesamte Branche. Dies beginnt beim Namen: Seit 1981 hat sich Personal Computer, kurz PC, als Gattungsbegriff für die privaten Computer etabliert. Noch wichtiger aber waren die technischen Eckpunkte des IBM PCs. Im Grundsatz prägen sie den PC-Markt bis heute, und zwar auf eine Art und Weise, die paradoxerweise kaum im Sinne von IBM ist. Denn der Konzern hatte es versäumt, in den beiden zentralen Elementen eines Computers, dem Prozessor und dem Betriebssystem, eigene Entwicklungen zu etablieren.

Der IBM PC hatte 16 KByte Arbeitsspeicher, erweiterbar auf 640 KByte, Schreibmaschinentastatur und Monitoranschluss, Kassetten- oder wahlweise auch zwei Diskettenlaufwerke.

Gegenüber:

Als das TIME Magazine 1983 eine Maschine zum „Mann des Jahres“, besser zur „Machine of the Year“ kürte, war der PC endgültig im öffentlichen Bewusstsein ange-

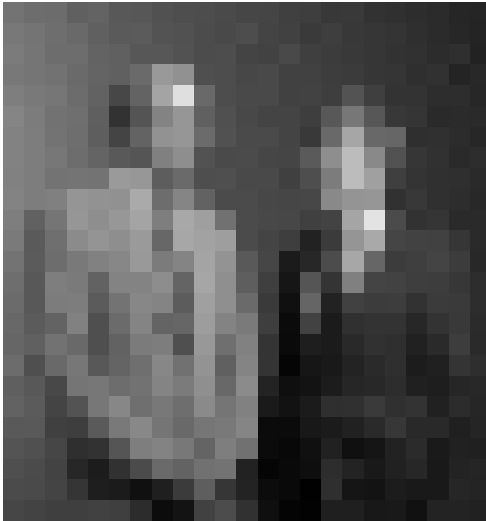
Unten links:

Massenfertigung des Apple II.

Unten rechts:

Das Innenleben des IBM PCs war für die Fachwelt wenig beeindruckend.





Bill Gates und Steve Ballmer, dem er später die Leitung von Microsoft übertragen sollte.

garantieren konnte, fielen bei den preisgünstigen PCs für Privatkunden weniger ins Gewicht. Aber auch ganz unabhängig vom Hersteller sprach viel für einen einheitlichen Standard bei Soft- und Hardware. Die Produzenten von Computern, Peripheriegeräten und Anwendungsprogrammen hatten hierdurch eine viel größere Verlässlichkeit in ihren Produktplanungen. So kam der IBM-Standard gerade recht.

IBM brachte nach einiger Zeit, d.h. 1983 den XT (= Extended Technology) heraus, eine eher geringfügig verbesserte Version des PCs, nach wie vor mit dem Intel 8088 Prozessor, aber mit Farbgrafikkarte und 10 MB Festplatte. Wirklich besser war 1984 der IBM AT 5170 (=Advanced Technology). Dieses Gerät arbeitete mit dem Intel 80286 Prozessor, der die Grundlage für die zweite Generation der IBM-kompatiblen Rechner war. Über den AT erhielt auch die erweiterte Tastatur mit 103 Tasten Einzug, die im Grunde noch heute das Maß der Dinge ist. Natürlich wurde auch der AT sofort von zahlreichen Nachahmern kopiert und – in der Regel – preisgünstiger angeboten. Der AT war schon der letzte PC-Entwick-

lungsschritt, der von „Big Blue“ vorgegeben wurde. Die nächste Prozessorgeneration, die Intel 80386-Rechner, kam mit dem Compaq Deskpro 1987 auf den Markt. Hatte sich Compaq 1982/3 noch dadurch hervorgetan, den ersten IBM-kompatiblen Rechner, und zwar als tragbare Version, zu bauen, so war man nun dem einstigen Vorbild voraus.

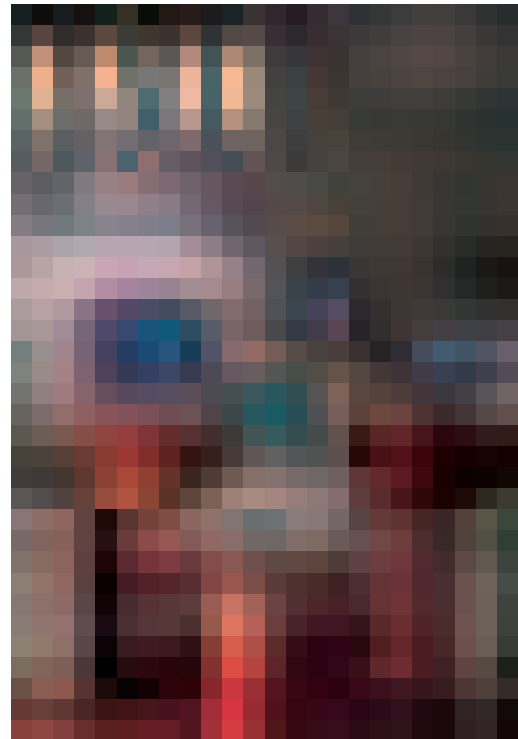
Zu diesem Zeitpunkt wurde endgültig deutlich, dass man zwar auf Intel und Microsoft, keineswegs aber auf den Branchenprimus angewiesen war. Dieser hatte parallel an einer Strategie gearbeitet, die Vorherrschaft im PC-Bereich zu erobern. Heraus kam die ebenfalls 1987 eingeführte PS/2 Familie. Das besondere an diesen Geräten war der sogenannte Microchannel, eine spezielle Art von Bussystem – hierunter kann man sich in etwa die Datenautobahn des PC vorstellen –, die IBM selbst entwickelt hatte. Der gängige Standard war der ISA- bzw. EISA-Bus. „Big Blue“ hoffte, dass sich diese Rechnerarchitektur ähnlich bravourös durchsetzen würde wie der PC-Standard einige Jahre zuvor. Im Zuge der Einführung der PS/2-Familie wollte man gleich ein IBM-eigenes Betriebssystem etablieren, das Operating System 2, kurz OS/2. Ursprünglich war dies ein Gemeinschaftsprojekt mit Microsoft, wo man aber parallel an der grafischen Benutzeroberfläche Windows arbeitete. 1990 trennten sich dann die Wege und IBM arbeitete allein an OS/2. Bei allen Vorzügen hatten die neuen PCs mit dem neuen Betriebssystem von IBM einen entscheidenden Nachteil: Sie waren nicht kompatibel zum bisherigen IBM-Standard. Die Stellung des Unternehmens im PC-Markt reichte zu diesem Zeitpunkt nicht mehr aus, um eine Technik durchzusetzen, die sich der Konzern weitgehend selbst vorbehalten hatte. Die Kunden und die übrigen Hersteller blieben lieber bei dem etablierten, MS-DOS-dominierten System, so dass die PS/2-Familie letztlich scheiterte. Auch wenn IBM sich in den 1990er Jahren noch einmal recht gut im Laptop-Bereich positionieren konnte und die Think-Pads hervorragende Verkaufszahlen erreichten, war man nur noch einer unter vielen Anbietern. „Big Blue“ sah von weiteren eigenen Entwicklungs-Anstrengungen ab. Schließlich verkaufte das Unternehmen seine PC-Sparte 2005 an den chinesischen Hersteller Lenovo und ist heute gar nicht mehr mit eigenen PCs im Geschäft vertreten.

Der sich schnell durchsetzende IBM- oder Industrie-Standard darf nicht darüber hinweg täuschen, dass sich noch für etwa ein Jahrzehnt, teilweise auch noch darüber hinaus, aus unterschiedlichen Gründen andere Systeme behaupten konnten. Zum einen hielten sich

Farbe gab es keine und Sound nur sehr begrenzt. In seiner Ausstattung war er 1981 alles andere als seiner Zeit voraus. Als technisches Herzstück hatte man sich für einen Intel-Prozessor, den 8088 entschieden, der mit 4,77 MHz-Takt lief. Und hier lag der erste entscheidende Fehler. In dem Maße, wie sich der IBM PC-Standard durchsetzte, öffnete man auch Intel die Tür. Jeder, der einen IBM-kompatiblen Rechner, wie es damals hieß, baute, war letztlich auch gezwungen, auf den Intel-Prozessor zurückzugreifen. IBM hatte einem anderen Unternehmen eine dominante, ja marktbeherrschende Stellung verschafft.

Noch gravierender zeigte sich dies im Hinblick auf das Betriebssystem. Anstatt ein hauseigenes Programm zu entwickeln, wollte man auf das seinerzeit gängige System, Gerry Kildalls CP/M, zurückgreifen. Man konnte sich aber mit Digital Research nicht einigen. Bill Gates mit seiner Minifirma Microsoft sprang gerne ein. Er hatte sich zu diesem Zeitpunkt bereits einen Namen mit seiner BASIC-Software in der Mikrocomputerwelt gemacht. Gates kaufte einer anderen kleinen Firma in Seattle (SCP, Seattle Computer Products) für \$ 50.000,- ein Betriebssystem mit Namen Q-DOS ab, was für Quick and Dirty Operation System stand, um es mit einem Aufschlag von \$ 136.000,- direkt an IBM als MS-DOS weiter zu veräußern. MS-DOS bedeutet Microsoft Disk Operation System. Diese Gewinnspanne ist jedoch nur eine Marginalie. Viel wichtiger war, dass es dem versierten Geschäftsmann Gates gelang, „Big Blue“ lediglich Lizenzen an MS-DOS zu verkaufen. Die Rechte am Betriebssystem blieben bei Microsoft. Damit sicherte er sich den Schlüssel für die heutige Stellung Microsofts in der PC-Welt. Je erfolgreicher der IBM PC war, desto größer auch der Erfolg von MS-DOS. Schnell wurde deutlich, dass man für die Herstellung kompatibler PCs zwar Microsoft brauchte, IBM aber im Grunde nicht.

Im August 1981 wurde der IBM PC 5150 in New York der Öffentlichkeit vorgestellt, bereits 1984 ging der millionste PC über den Ladentisch. Der Erfolg übertraf selbst bei IBM alle Erwartungen. Aus Sicht des Branchenriesen war der PC letztlich immer so etwas wie ein Spielzeugcomputer – womit man angesichts seiner Geschichte ja auch nicht ganz falsch lag. Noch größer wurde der Erfolg der sogenannten Klone, der IBM-kompatiblen Rechner. Immer mehr Hersteller gingen dazu über, Rechner mit Intel-Chip und MS-DOS zu produzieren. Hierfür gab es gute Gründe. Zum einen hatte IBM bei vielen Kunden, die den neuen PCs und den teilweise etwas unkonventionellen Herstellern nicht recht trauten, die Tür zum PC geöffnet. Der IBM-Standard wirkte einfach seriöser als die übrigen Entwicklungen, so dass konkurrierende Hersteller hier auf ein recht sicheres Pferd setzten. Zum anderen ließen sich die eher teuren Produkte von „Big Blue“ leicht preislich unterbieten, und die Kunden begriffen schnell, dass es sich im PC-Bereich nicht lohnte, nur für einen Markennamen bei baugleichen Geräten deutlich höhere Preise zu zahlen. Der typische PC-Klon, meistens aus Taiwan, war seinem Vorbild durch einen schnelleren Intel 8086 Prozessor sogar überlegen. Die Vorteile hingegen, die ein großes Unternehmen wie IBM über Serviceleistungen bei Rechenanlagen



Oben:

Der Compaq Deskpro 1987 war der erste PC mit der Intel 80386-Chipgeneration.

Unten:

Das PS/2 System von IBM schlug zwar in der Fachwelt hohe Wellen, durchsetzen konnte es sich aber nicht.



Im Kinderzimmer hielten sich jetzt „Homecomputer“ genannte PCs, die ihrerseits die Videospielekonsolen verdrängten.

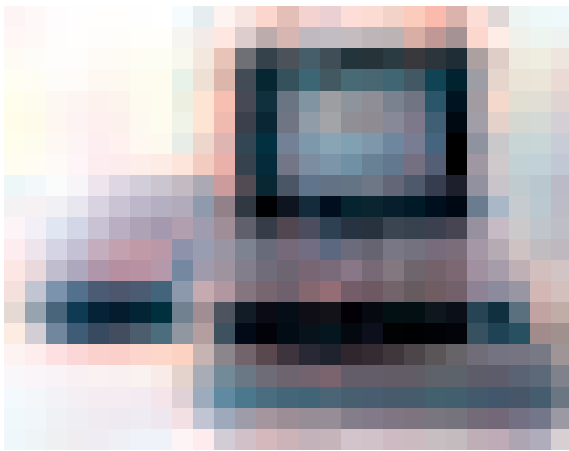
Jahrzehnt war er der Vorreiter der Computertechnik im Alltag, sowohl im Kinderzimmer, als auch als Einstieg in den Umgang mit der digitalen Technik.

Ein weiterer Rechner, der eine ebenso schillernde wie letztlich erfolglose Geschichte hinter sich brachte, steht ebenfalls im Zusammenhang mit Commodore. Der Amiga war so etwas wie die ultimative Spielmaschine, von der alle Heimanwender träumten. Er besaß eine grafische Benutzeroberfläche und hervorragende Soundeigenschaften, kostete aber 1985 mit zunächst DM 7.000 weit mehr als das Zehnfache eines C 64. Entwickelt worden war er zunächst in aller Heimlichkeit von einer kleinen Firma, die sich Amiga nannte und die nach außen so tat, als würde sie Joysticks produzieren. Als dieser das Geld ausging, übernahm Commodore das Unternehmen. Der Amiga 1000, wie er hieß, zeigte einmal mehr, dass die PC-Geschichte nicht so sehr eine Frage der Technik ist. Er besaß zu seiner Zeit überragende technische Fähigkeiten, war aber als marktgängiges Produkt nicht klar platziert. Er sollte Nachfolger des C 64 werden, doch hierfür war er zu teuer. Erst eine wesentlich billigere Version, der Amiga 500 von 1987, wurde als Nachfolgemodell des C 64 in hoher Stückzahl verkauft, wenngleich auch ohne dauerhafte Perspektive. Gleichzeitig war der Amiga 1000 als echte PC-Alternative zur MS/DOS-Welt konzipiert. Doch warum sollte jemand

aus der etablierten IBM-kompatiblen Rechnerwelt umsteigen, wo es noch nicht einmal entsprechende Software für den neuen Amiga gab? Im Nachhinein scheint es geradezu unausweichlich, dass der Rechner sich trotz aller technischen Vorzüge nicht durchsetzte.

Commodore-Gründer Jack Tramiel kamen die Erfolge des C 64 nur noch bedingt zugute. Die Entwicklung des Amiga interessierte ihn dafür umso mehr. Er war 1984 in Unfrieden von seinem Unternehmen geschieden und hatte die angeschlagene Computer- und Spielefirma Atari gekauft. Dies führte in der Folgezeit immer wieder zu Spannungen zwischen den beiden Unternehmen, z.B. wenn er bei Commodore für sein neues Unternehmen Personal abwarb. Vor allem aber sollte sein neues Flaggschiff, der Atari 520, der Hauptkonkurrent des Commodore-Amiga sein.

Atari war in den 1970er Jahren die unangefochtene Nummer eins der Videospieleanbieter gewesen. Doch auch in diesem Unternehmen hatte man den Erfolg von Apple, Commodore, Tandy & Co. aufmerksam beobachtet und stieg 1979 mit einem eigenen Computer in diesen Markt ein, mit dem Atari 400 bzw. seinem größeren Bruder, dem Atari 800. Im Jahre 1983 brach der Markt für Videospiele dann ein. Niemand war mehr bereit, für eine Videospielekonsole Geld auszugeben, wenn man für einen ähnlichen Betrag einen richtigen Computer wie den C 64 bekam, der mehr als nur spielen konnte. Gleichzeitig hatten die Atari-Computer nicht den Anschluss an die führenden Hersteller gefunden, so dass das Unternehmen in große Schwierigkeiten geraten war. Ausgerechnet Tramiel, der mit seinen Homecomputern maßgeblich zum Niedergang Ataris beigetragen hatte, übernahm nun das Ruder. Er ließ



Links:

Der C 64 von Commodore ist bis heute der erfolgreichste PC überhaupt. Das untere Bild zeigt die Zielgruppe.

Unten:

Die ultimative Spielmaschine, der Amiga



die speziell für das Kinderzimmer gefertigten Rechner, die man nun in Abgrenzung zu den privat wie professionell genutzten PCs durchgängig als Homecomputer bezeichnete. Ihre häufigste Nutzung waren Computerspiele, wodurch sie in der Nachfolge der Spielekonsolen der 1970er Jahre standen.

Der große Wurf gelang hier Commodore. Wenn es jemals einen „Volkscomputer“ gegeben hat, dann den berühmten C 64, dessen Absatzzahlen zweistellige Millionenhöhen erreichten. Ursprünglich hatten Commodores Entwickler einen Chip für Computerspiele herausgebracht, den VIC (Video Computer Interface). Da sich keine Abnehmer fanden, konstruierte man um diesen Chip herum selbst einen Computer, der letztlich nicht viel mehr war als eine Tastatur mit eingebautem Prozessor, die man an ein Fernsehgerät anschließen konnte. Dieser Rechner, der VIC 20, besaß Farbe und Sound. Die 20 stand für seine Speicherkapazität von 20 KByte. Der VIC 20 avancierte zum durchschlagenden Erfolg; zwischen 1980 und 1985 produzierte Commodore insgesamt 2,5 Millionen Geräte. Sein Nachfolgemodell, der C 64, verkörperte dann wie kein anderer die Kombination von vollwertigem Computer und Spielekonsole. Er besaß einen eigenen, sehr leistungsstarken Musikchip sowie einen weiteren für die Bildausgabe. Der Prozessor mit dem Namen 6510 war zu seinem Vorgänger MOS 6502 kompatibel. In Verbindung mit einem niedrigen Preis und einem riesigen Softwareangebot war der Commodore 64 kaum zu schlagen. Ab 1986 kam mit GEOS auch eine grafische Benutzeroberfläche auf den Markt und setzte sich rasch durch – Jahre, bevor dies bei den MS-DOS-Rechnern üblich wurde. Der C 64 ist der bis heute erfolgreichste Computer überhaupt. Obschon technisch längst veraltet, wurde er noch bis 1993 unverändert produziert. Für ein

einen neuen Rechner in leistungsstarker 16-bit-Architektur bauen, der im Januar 1985 vorgestellt wurde und große Begeisterung auslöste, den Atari 520 ST. Der neue Computer, ausgestattet mit einem Motorola 68000 Prozessor, hatte insbesondere durch eine sogenannte MIDI-Schnittstelle herausragende Soundfähigkeiten und wurde in praktisch jedem Tonstudio eingesetzt.

Dem Atari 520 war jedoch, wie seinem Konkurrenten Amiga, keine wirkliche Zukunft beschieden. Im Grunde war es nur eine Frage der Zeit, bis die MS-DOS-Rechner technisch so weit sein würden, dass auch sie Grafik- und Soundfähigkeit besitzen und den Nischenprodukten die Lebensgrundlage entziehen würden. Und im Bereich der Spielecomputer schlug das Pendel nach einigen Jahren wieder zurück. Hatten die Universalcomputer der 1980er Jahre die Spielekonsolen der 1970er aus dem Markt gedrängt, so dominieren heute mit Nintendo, PlayStation und Xbox wieder Geräte, die nichts anderes können als spielen.

Amiga und Atari sind sicher die bekanntesten Namen, aber auch weitere Hersteller von nicht-kompatiblen Systemen konnten sich in den 1980er Jahren halten. Viele Unternehmen wollten am Boom der PCs oder Homecomputer teilhaben. Sie profitierten von den technischen Unzulänglichkeiten der kompatiblen Rechner oder konnten sich preisgünstiger platzieren. Letzteres gilt vor allem für die Modelle des britischen Herstellers Sinclair, den ZX 80, seinen Nachfolger, den ZX 81, den Sinclair Spectrum 1982 und den QL (Quantum Leap) 1984. ZX 80 bzw. 81 verweist in diesem Falle nicht auf einen Zilog-Prozessor, sondern eher auf das Erscheinungsjahr – wobei der verwendete Chip, ein NEC 780C-1, nichts anderes als eine Zilog-Kopie war. Der QL war insofern tatsächlich ein „Quantensprung“, als er, wie der Amiga und der Atari, auf dem Motorola 68000 basierte. Auf Grundlage der Zilog-Prozessoren blieben auch nach Erscheinen des IBM PC in der ersten Hälfte der 1980er Jahre verschiedenste, heute vergessene Rechner mit CP/M-Betriebssystem sehr beliebt, etwa der Kaypro, Superbrain u.v.a., bekannt waren ferner Rechner von Sharp, die als Taschencomputer konzipiert waren. Die geringe Größe dieser Rechner war ihr besonderer Vorzug, aber auch ihre entscheidende Schwäche. Winzige Displays und Tastaturen waren angesichts der steigenden technischen Qualitäten der Computer der Konkurrenz, die immer mehr Nutzerkomfort wie Farbdarstellung, bessere Grafik usw. boten, auf Dauer nur schwer zu vermitteln.

Nahezu exemplarisch für die Entwicklung der PCs und das Schicksal nicht kompatibler Rechner in den 1980er Jahren verlief die Entwicklung der Amstrad/Schneider-Computer. Amstrad war ein britischer Hersteller, der seine Geräte international unter diesem Namen anbot, in Deutschland aber eine strategische Kooperation mit dem schwäbischen Produzenten Schneider eingegangen war. Schneider, ein traditionsreiches Familienunternehmen, stellte zum Zeitpunkt des Erscheinens des Amstrad/Schneider CPC 464, d.h. 1984, Audio-, Video- und TV-Geräte her. Der CPC 464 erinnert nicht nur im Namen an den C 64, er sah sich auch als dessen Konkurrent, wobei er dem Vorbild technisch deutlich überlegen war. Basis war ein Z 80-Prozessor und das CP/M-Betriebssystem. Er wurde nicht an ein Fernsehgerät angeschlossen, sondern besaß einen eigenen Monitor. Innerhalb eines Jahres verkauften sich 400.000 Stück, was Amstrad zu weiteren Entwicklungen anspornte. 1985 erschien der PCW 8256, in Deutschland als Schneider Joyce auf dem Markt. Der Joyce war ein komplettes System mit Nadeldrucker und Monitor, als universeller Computer aber eigentlich schon nicht mehr konkurrenzfähig. Dies lag weniger daran, dass er noch auf den zu diesem Zeitpunkt bereits veralteten Z 80-Prozessor, d.h. 8-bit-Technik setzte, wo sich doch längst die 16-bit-Rechner durchgesetzt hatten. Vielmehr war er auf der einen Seite als Homecomputer mit knapp DM

Der Name erinnerte an den C 64, doch der CPC 464 von Amstrad wurde vor allem als Textsystem vermarktet.



**Links:**

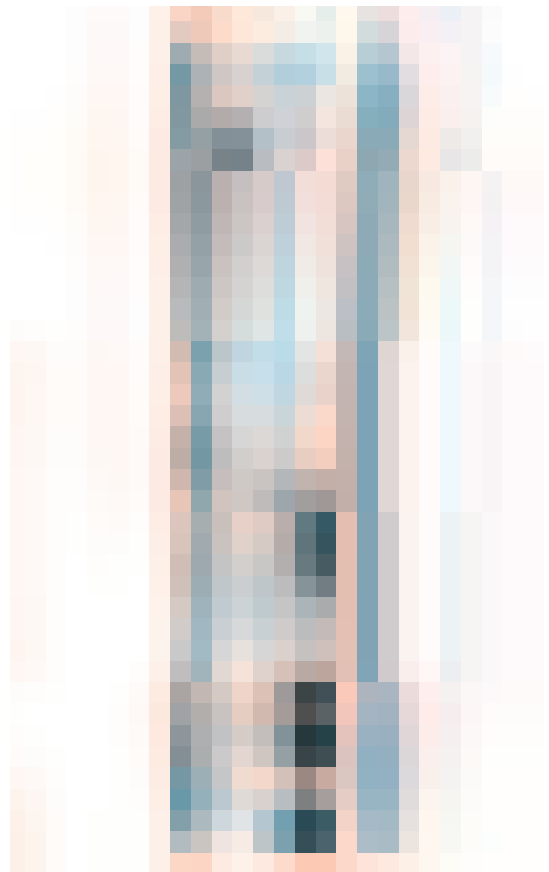
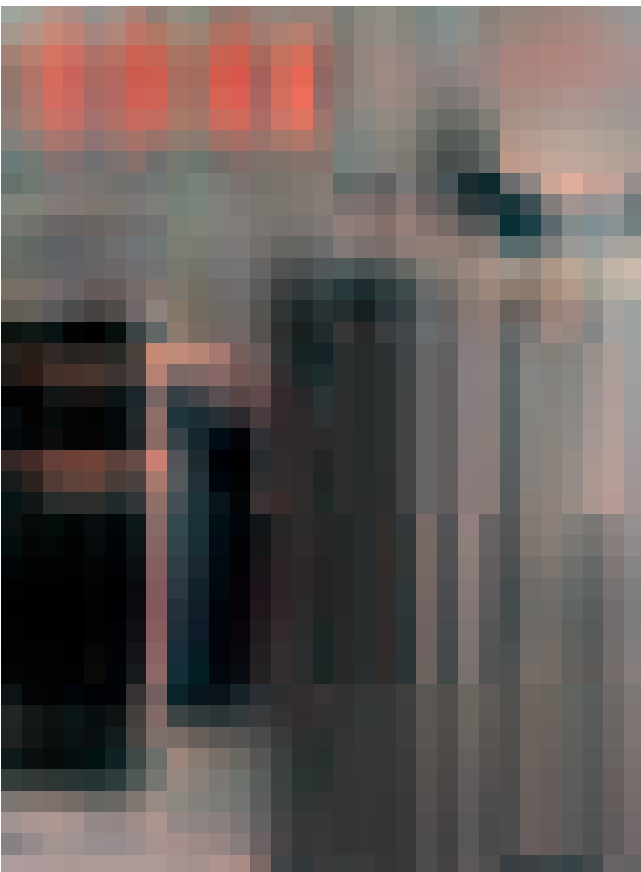
Lebten vor allem von den günstigen Preisen: Die Rechner des britischen Herstellers Sinclair.

Unten links:

Atari hatte sich vom Videospiel- zum Computerhersteller gewandelt. Vor allem im musikalischen Bereich konnte die Rechner der ST-Serie punkten.

Unten rechts:

Aktuelle Xbox: Hatten in den 1980er Jahren Homecomputer die Spielekonsolen verdrängt, so setzten sich anschließend wieder reine Spielesysteme durch.



Gegenüber: 2.500,- zu teuer und es fehlten ihm die grafischen Fähigkeiten. Andererseits war er als professioneller PC technisch nicht konkurrenzfähig. So wurde er als Nischenprodukt speziell für Textverarbeitung angeboten, und hier, als reines Textsystem, konnte er einige Zeit für Furore sorgen. 1986 schließlich brachte man mit dem Schneider PC 20, in Deutschland als PC 1512 vermarktet, einen kompatiblen Rechner mit Intel 8086-Chip auf den Markt. Weitere Versuche folgten, doch fand Amstrad keinen rechten Anschluss und verschwand in den 1990er Jahren vom Markt. Schon 1988 war in Deutschland der Absatz weggebrochen, als man sich von seinem deutschen Partner Schneider getrennt hatte.

Oben:

Sicherte Apple in Zeiten des Lisa-Flops das Auskommen: der Apple II. Hier mit dem Nachfolgeprodukt, dem weniger erfolgreichen Apple III.

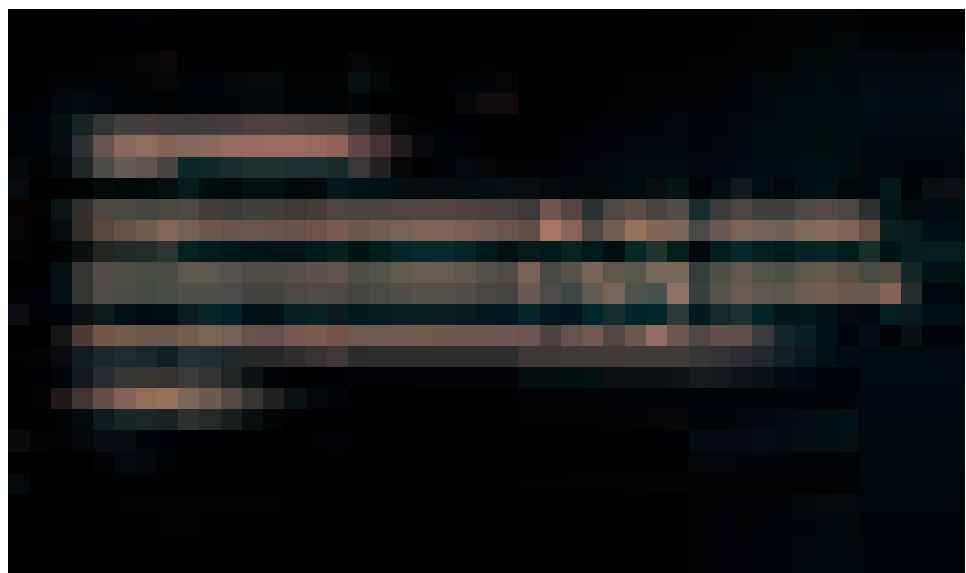
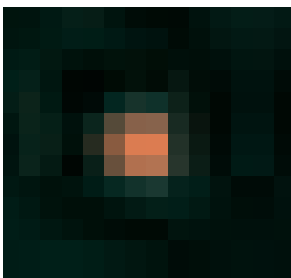
Unten:

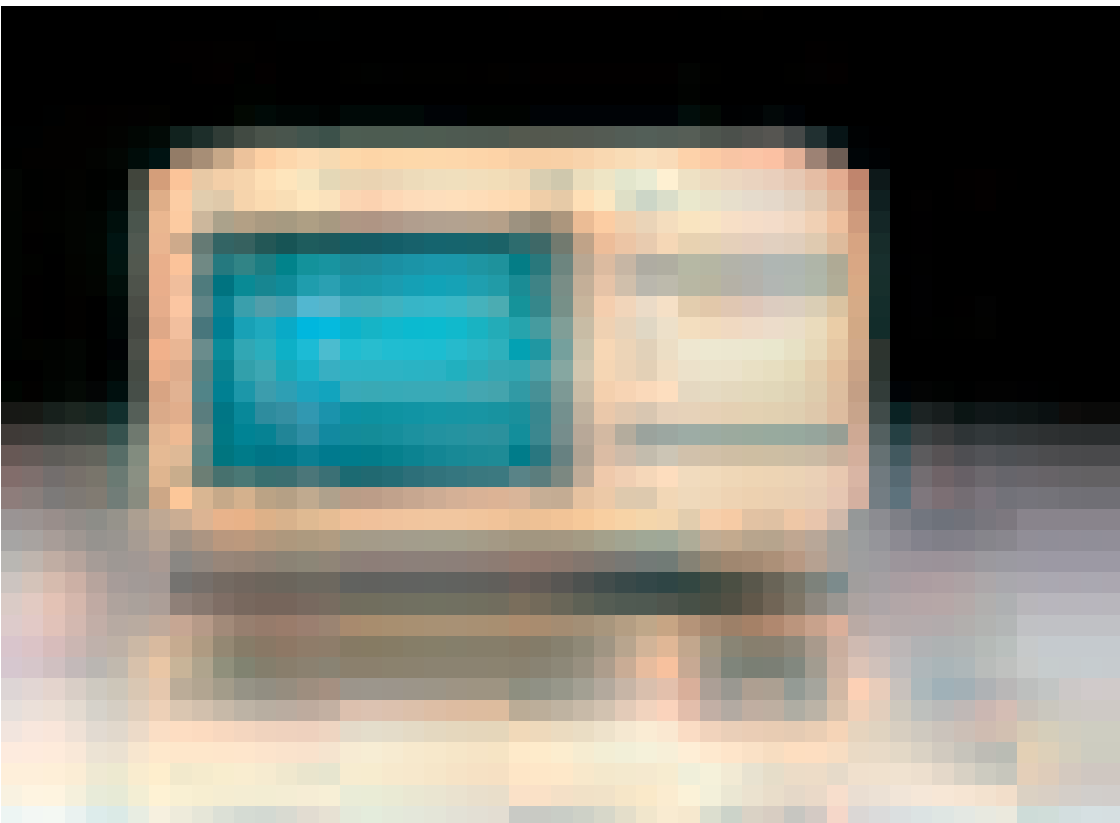
Die Apple Lisa war wohl das erste Apple-Produkt, das nach den Vorstellungen von Steve Jobs gestaltet wurde und mit allem ausgestattet war, was der Firmenchef sich wünschte. Sie war jedoch viel zu teuer und ging am Markt vorbei.

Wirft man einen Blick auf die beiden Computerhersteller, die in den 1970er Jahren neben Commodore den Markt dominierten, Tandy und Apple, so könnte deren Geschichte nicht unterschiedlicher sein. Tandy brachte 1983 seinen ersten kompatiblen PC heraus, den TRS-80 Modell 1000. Hatte man in den 1970er Jahren noch mit dem Vertrieb über eine Elektronikette die Nase vorn, so war Tandy jetzt nur noch einer von vielen kompatiblen Herstellern ohne besonderes Profil. Auf Dauer konnte man keine nennenswerten Erfolge verbuchen, 1994 stieg der PC-Pionier aus dem Computergeschäft aus und verkaufte diese Sparte an ATS. Apple hingegen nimmt unter den Herstellern, die sich gegen den IBM-Microsoft-Intel-Standard behaupten konnten, eine herausragende Stellung ein. Dies liegt weniger am Kultstatus der Marke, sondern vielmehr an den technischen und designerischen Qualitäten ihrer Produkte, und natürlich daran, dass man sich wesentlich länger behaupten konnte, als Atari, Commodore & Co. Im Januar 1983 setzte die Apple Lisa, benannt nach der Tochter von Steve Jobs, Maßstäbe in der PC-Welt. Jobs hatte 1979 den Xerox-Alto kennen gelernt und viel von dem, was diesen Rechner ausmachte, in die Lisa integriert. Sie war als erster PC mit Mausbedienung und grafischer Benutzerführung für einen großen Markt gedacht und basierte auf dem zeitgemäßen Motorola 68000. Die Lisa besaß ein eigenes Betriebssystem sowie ein umfangreiches Softwarepaket. Doch wieder einmal zeigte sich, dass die PC-Entwicklung keine reine Technikgeschichte ist. Trotz ihrer Überlegenheit, wobei ihr allerdings die farbige Darstellung fehlte, floppte die Lisa bei einem Verkaufspreis von DM 30.000,-. Im Jahre 1986 stellte Apple ihre Produktion ein.

Ein Jahr später hatte dann der Mac seinen großen Auftritt. Technisch deutlich abgespeckt,

„Apple's Mission“ war Fluch und Segen zugleich. Das Selbstverständnis zwang das Unternehmen ständig, sich mit Besonderheiten von den übrigen Herstellern abzusetzen, andererseits sicherte ihm dies eine treue, zahlungskräftige Klientel.







Oben:
Der Macintosh, kurz Mac genannt,
war eine stark „abgespeckte“ Lisa.
Er wurde zur Grundlage für den
Apple-Erfolg in den 1980 Jahren.

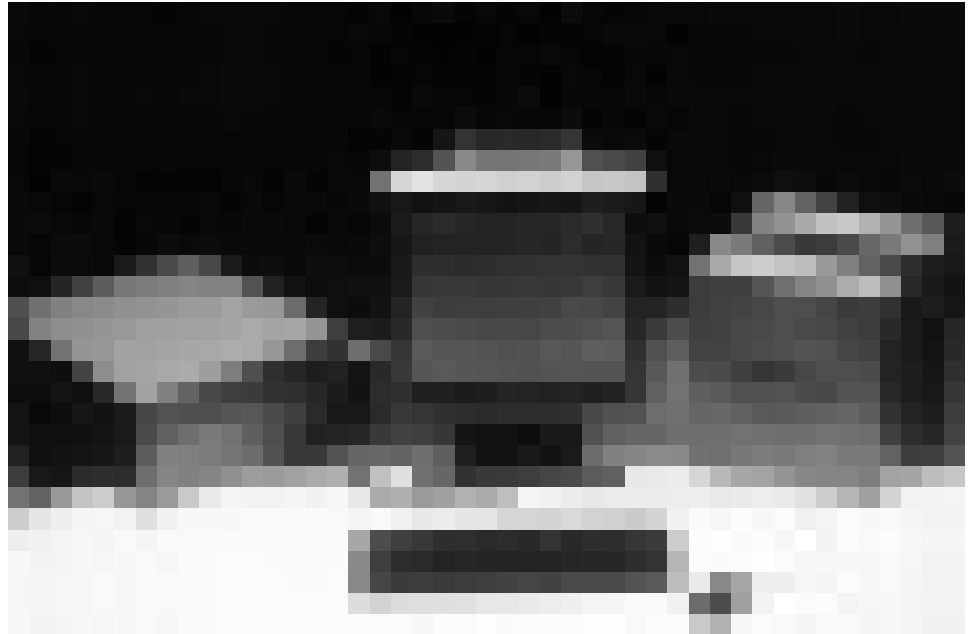
Unten:
Steve Jobs, hier auf dem Titel
des TIME Magazines, eine der
schillerndsten und umstrittensten
Persönlichkeiten der Computer-

aber dafür auch erheblich günstiger als seine große Schwester, die Lisa, avancierte er zu einer Art Synonym für alles, was Apple im öffentlichen Bewusstsein bis heute ausmacht: Er war innovativ, benutzerfreundlich, modern und elegant. Die Einführung des Mac kam einem Paukenschlag gleich, als man ihn während des amerikanischen Superbowl-Endspiels mit einem aufsehenerregenden Big-Brother-Werbepspot, der auf IBM abzielte, vorstellte. Der Mac kostete damals DM 8.000,- und war – trotz aller technischen Unzulänglichkeiten – bei grafischen Anwendungen kaum zu schlagen. Dies gilt vor allem für die IBM-kompatiblen PCs, die in diesem Bereich kaum Fähigkeiten besaßen. 1985 erschien mit Pagemaker von Aldus ein Desktop-Publishing-Programm. Zusammen mit den neuen Laserdruckern von HP ließen sich nun mit den Macs auch in kleinsten Agenturen anspruchsvollste Printprodukte erstellen. Der Mac avancierte zum Standard im Druck- und Medienbereich, wobei sich hier die traditionellen Abläufe durch die neue Technologie grundlegend änderten.

Niemand verkörpert das grundlegende Dilemma von Apple besser als sein Mitbegründer Steve Jobs. Einerseits stand das Unternehmen damals – und im Grunde für viele auch noch heute – für das sympathische, unkonventionelle und kreative Gegenstück zu den großen, marktbeherrschenden Firmen wie zunächst IBM, später Microsoft. Während es den letzteren in den Köpfen der Apple-Kultgemeinde nur um den Profit geht, baut Apple Rechner zum Wohle seiner Anwender, anspruchsvolle und vor allem auch schöne Produkte, weil man dort Computer liebt und immer auf der Suche nach Perfektion ist. Andererseits war aber auch Apple Mitte der 1980er Jahre längst ein weltweit agierendes Großunternehmen geworden, in dem dieselben Prinzipien galten wie in jedem anderen Wirtschaftsbetrieb: Umsatz steigern, Kosten senken, Gewinne machen. Ein kreativer Querkopf wie Steve Jobs, der sich diesen Anforderungen letztlich entzog, war auch bei Apple fehl am Platz. 1985 setzte man ihn in seinem eigenen Haus vor die Tür. Die Apple-Nutzer jedoch wollten keinen austauschbaren Industrieanbieter, sie erwarteten Kreativität, Design und Kult.

Und dies ist nur die eine Seite der spezifischen Apple-Probleme. Das Unternehmen konnte sich überhaupt nur behaupten, weil die dominierenden Microsoft/Intel-Computer unübersehbare Schwächen besaßen. Im Grunde erreichten deren Produkte erst in den 1990er Jahren mit dem Durchbruch von Windows den Stand, den der Mac schon 1984 bieten konnte. Seitdem auch Windows-Rechner in Apples klassischer Domäne, den grafischen Anwendungen, einen hohen Standard boten, wurde es zunehmend schwerer, eine besondere Existenzberechtigung für Apple-Produkte zu formulieren. Nach dem Weggang von Steve Jobs waren die diversen PowerBooks, d.h. tragbare PCs, sowie die stationären PowerMacs kein großer Wurf wie vorher einmal der Apple 2 oder der Mac. Bei den PowerBooks gab es vielmehr einige vollkommene Fehlentwicklungen. Als Fehlschlag erwies sich 1993 auch der Apple-Newton, der erste „Persönliche Digitale Assistent“ (PDA). Am bemerkenswertesten in dieser Phase der Firmengeschichte ist vielleicht, dass seit 1994 die Motorola-Prozessoren durch die sogenannten PowerPC-Chips ersetzt wurden, die von Apple und Motorola gemeinsam mit dem ehemals größten Konkurrenten IBM entwickelt wurden. Das Unternehmen Apple geriet mehr und mehr in Bedrängnis, 1997 schrieb die ehemalige Erfolgsfirma besorgniserregende Verluste, der Aktienkurs sackte in den Keller.

Steve Jobs hatte inzwischen eigene Wege eingeschlagen. Einerseits engagierte er sich mit hervorragenden Ergebnissen im (digitalen) Trickfilmgeschäft. Hier hatte er wieder einmal das richtige Gespür, große Kinoerfolge wie „Findet Nemo“ gehen auf das Konto der Firma Pixar, an der Jobs seit 1986 die Mehrheit hielt. 2006 übernahm der Medienkonzern Disney



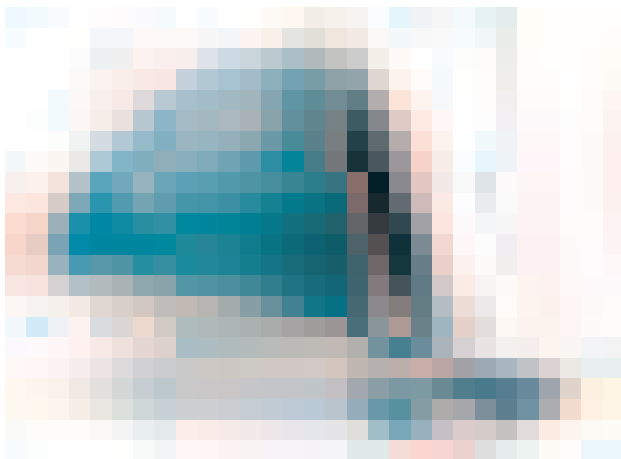
Erinnerte an Lisa:

Die Rechner von NeXT waren technisch und ästhetisch anspruchsvoll, gingen aber auch am Markt vorbei.

das weltweit führende Animationsstudio und machte Jobs im Gegenzug zum größten Einzelaktionär und Mitglied des Verwaltungsrats. Seinen weiteren Computeraktivitäten hingegen war weniger Erfolg gegönnt. Hier setzte er den Weg fort, den man bei Apple für nicht mehr gangbar hielt. Er entwickelte mit seiner neuen Firma NeXT Rechner, die technisch wie ästhetisch allerhöchsten Ansprüchen genügten, aber nicht wirtschaftlich produziert werden konnten. Wegen der hohen Preise war ihnen kein Markterfolg beschieden.

1997 übernahm Apple NeXT, das sich mittlerweile zum reinen Softwareunternehmen gewandelt und die erfolglose Produktion von Computern eingestellt hatte. Apple interessierte sich für das Betriebssystem der NeXT-Rechner, um auf dieser Grundlage das nächste MacOS zu entwickeln. Mit NeXT kam auch Steve Jobs wieder zu Apple und eroberte schnell die Leitungsfunktion im Unternehmen zurück. Zweifellos gab er diesem mit den nächsten Powerbooks (Apple Powerbook G3 im Jahre 1998) und Powermacs (PowerMac G4 1999), vor allem auch mit den neuen iMacs (1998) und iBooks (1999) viel von dem typischen Apple-„Spirit“ zurück. Doch ist es fraglich, ob dies gereicht hätte, das Überleben des Unternehmens

Steve Jobs gab Apple nach seiner Rückkehr den unverkennbaren Charakter zurück, z.B. mit dem iMac.



auf Dauer zu sichern. Apples Marktanteil im PC-Bereich ging nicht mehr über den eines Nischenanbieters hinaus. Und für diese wurde der Spielraum in der Windows-dominierten PC-Welt ständig geringer. Gleichzeitig war es im mittlerweile fest etablierten PC-Markt kaum noch möglich, neue Impulse zu setzen, die Apple jenseits von wirtschaftlichen Zwängen als besonders kreatives Unternehmen hätten ausweisen können. Steve Jobs zog hieraus bemerkenswerte Konsequenzen und orientierte das Unternehmen neu. Die Entwicklung des iPod, einem Gerät, um Musik aus dem Internet herunter zu laden, knüpft im Grunde an die alten Apple-Traditionen an. In einem neuen Marktumfeld werden kreative und technisch wie ästhetisch anspruchsvolle Lösungen entwickelt und mit Erfolg umgesetzt. Mittlerweile übertrifft dieser Markt den

Verkauf von Computern bei Apple an Bedeutung. Was letztere angeht, vollzieht Apple aktuell den Übergang zu Intel-Prozessoren und öffnet sich für die Windows-Welt.

Blickt man auf gut dreißig Jahre PC-Geschichte zurück, so ist diese geprägt von einem kontinuierlichen technischen Fortschritt: von der 8-bit zur 16-bit, zur 32-bit und 64-bit-Technologie, von ständig wachsenden Speicherressourcen und Arbeitsgeschwindigkeiten, besseren Monitoren, Laufwerktechnologien und grafischen Fähigkeiten. Vor allem aber wurde aus einem Spezialgerät für Eingeweihte mit großen Fachkenntnissen ein weit verbreitetes Alltagsprodukt. Mit dem IBM-Standard kam der Erfolg Microsofts, alternative Systeme verschwanden, mit Apple als einer Ausnahme, die sich freilich längst neu orientiert. Mit den Veränderungen bei der Hardware korrespondiert die Entwicklung der Software, vordergründig die des Betriebssystems, das zunächst als MS-DOS, heute als Microsoft Windows die PC-Welt dominiert. 1985 lief MS-DOS auf 6 Millionen PCs, 1990 waren es knapp 50 Millionen. Windows setzte sich erst mit der dritten Version ab 1990 durch, hatte dann aber 1993 bereits 25 Millionen Nutzer. Die groß angekündigte Windows 95-Fassung brachte es schon nach einem Jahr auf 40 Millionen Anwender.

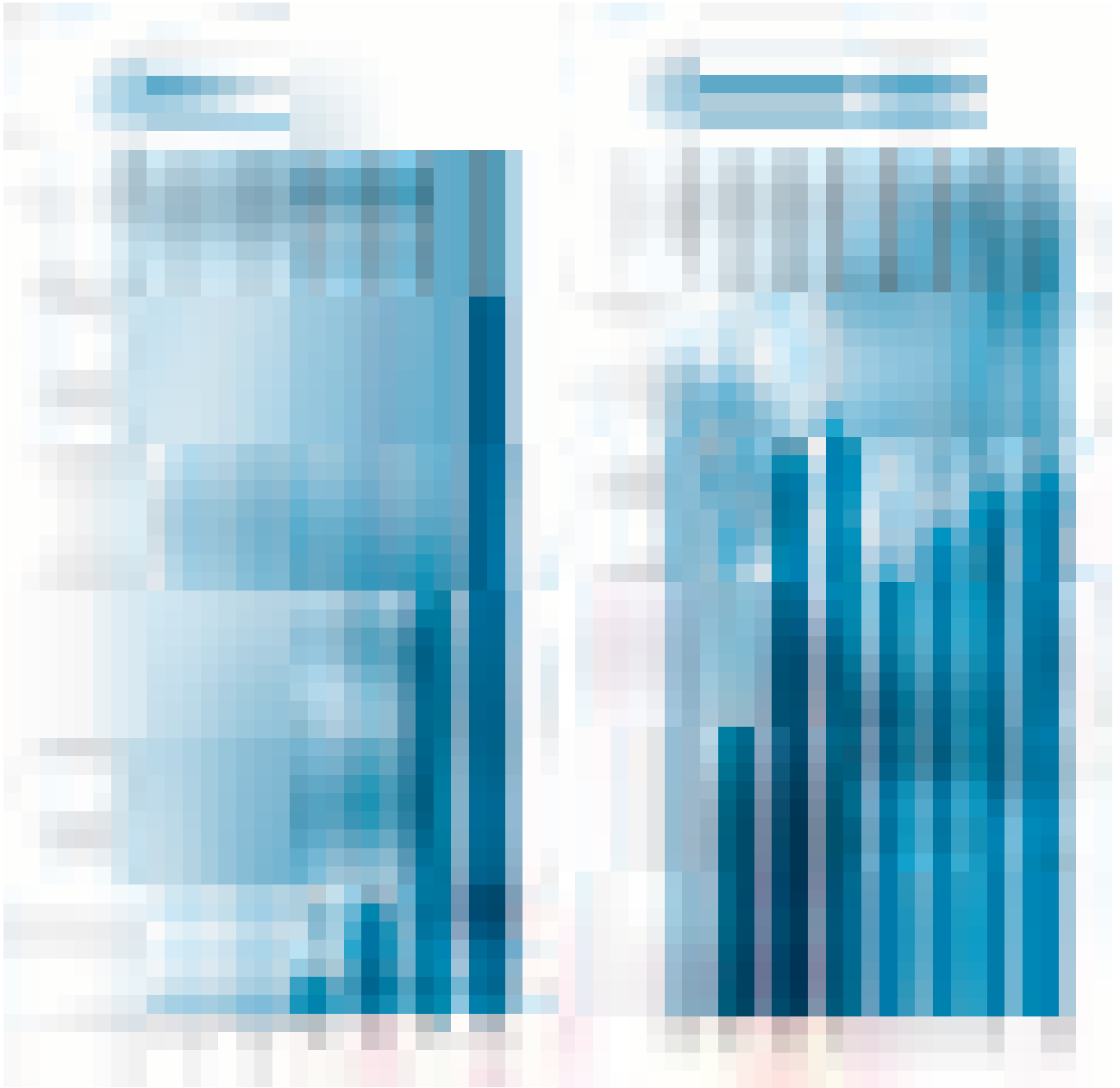
Die Anwenderprogramme sind ausgesprochen komfortabel, auch hier dominiert Microsoft in wichtigen Bereichen und hat die Pioniere der Textverarbeitung, Tabellenkalkulation oder Datenbanken längst verdrängt. Statt Visicalc, Lotus, WordStar oder dBase tragen die heute üblichen Anwenderprogramme meistens das Kürzel „MS“ im Namen. Kritiker werfen Microsoft häufig rabiate Geschäftsmethoden und das Ausnutzen seiner marktbeherrschenden Stellung vor. In den 1990er Jahren beispielsweise verpasste Microsoft mit seinem neuen Windows 95 den Internet-Trend. Stattdessen hatte Netscape die Nase vorn und stellte den Anwendern erfolgreich einen „browser“, d.h. das Programm, das zur Navigation im Internet benötigt wird, zur Verfügung. Microsoft drängte daraufhin Netscape mit aller Macht aus dem Markt. Doch was immer auch die vielen Kritiker von Microsoft einwenden, letztlich gibt der überragende unternehmerische Erfolg der Firma Recht. Kein Wunder also, dass das Softwareunternehmen heute eine Stellung in der PC-Welt genießt, wie sie Jahrzehnte lang IBM vorbehalten war. Der größte Gegenspieler von Microsoft sind längst nicht mehr die anderen Unternehmen der Branche, sondern die Kartellbehörden. Das kleine Unternehmen mit einer Handvoll Mitarbeitern, das IBM 1981 das MS-DOS verkauft hatte, ging im März 1986 an die Börse. Bill Gates besaß aufgrund seiner Firmenanteile plötzlich 234 Millionen Dollar. Der Siegeszug des PCs – und das heißt praktisch immer der von Microsoft – führte dazu, dass Gates heute, wo er noch 10 % der Anteile hält, ein Vermögen von je nach Aktienkurs zwischen 30 und 50 Milliarden Dollar sein Eigen nennt. Im Jahre 1999, als die Microsoft-Aktie ihren Höchststand erreichte, waren es sogar 100 Milliarden Dollar. Dabei ist Gates persönlich nicht sonderlich anspruchsvoll und außerordentlich freigiebig. Bis 2005 hatte der Microsoftgründer bereits 29 Milliarden Dollar in eine von ihm gegründete Stiftung eingezahlt. Diese verteilt pro Tag rund 2,5 Millionen Dollar vor allem für medizinische Zwecke und Bildungsprogramme in Entwicklungsländern. Das ist knapp ein Drittel des Entwicklungshilfeetats der Bundesrepublik und mehr, als beispielsweise Länder wie die Schweiz ausgeben. Hier müssen selbst Microsofts Gegner einräumen, dass sich weltweit wohl kaum ein größerer Wohltäter finden lässt. Jüngst kündigte Bill Gates an, sich bis 2008 ganz aus dem operativen Microsoft-Geschäft zurückzuziehen und sich aus-

Mit Windows 3.0 setzte sich dieses Programm durch. OS/2 von IBM hingegen blieb Episode.





Beschäftigte, Umsätze und Gewinne der Microsoft Corporation,
Stiftungskapital der Bill & Melinda Gates Foundation.

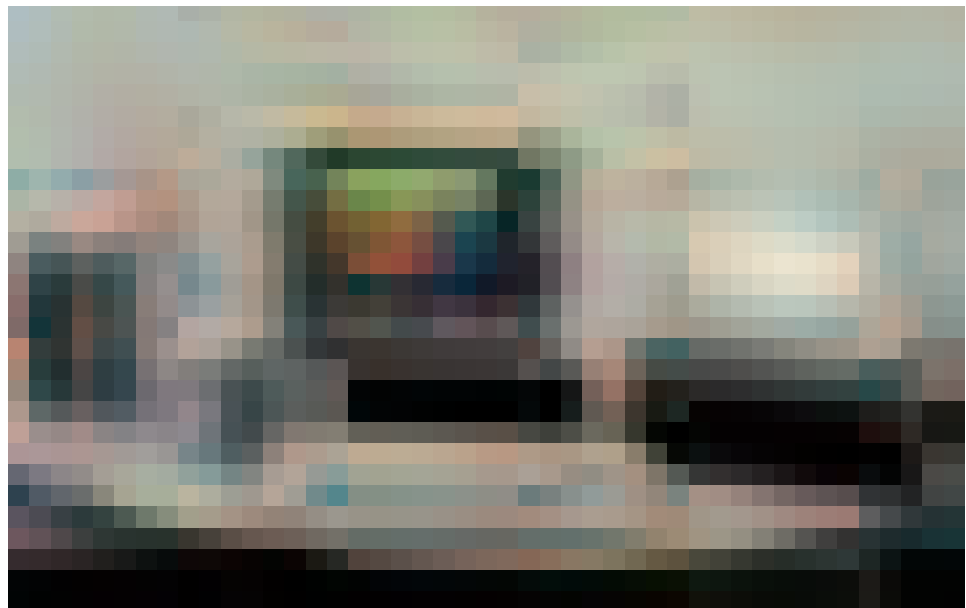


schließlich seiner karitativen Tätigkeit zu widmen, in die er letztlich den größten Teil seines Vermögens einbringen will.

Die Entwicklung der Hardware und der Technik, die Entstehung eines vielfältigen und benutzerfreundlichen Softwaremarktes, die massenhafte Produktion und Verbreitung des Computers in unserer Büro- und Alltagswelt, die Geschichte von Unternehmen wie Microsoft, Apple, IBM und anderen, all dies beschreibt sicher wichtige Teile der PC-Geschichte. Doch ein bedeutsamer Aspekt soll hier noch Erwähnung finden, denn tatsächlich haben sich im Verlauf der nun ca. dreißigjährigen Geschichte der persönlichen Rechner neue Entwicklungsperspektiven gezeigt, die über das ursprüngliche Konzept des PCs weit hinausweisen. Letzteres muss man sich an dieser Stelle noch einmal kurz vergegenwärtigen. Computer waren zunächst große und teure Rechenanlagen für institutionelle, keinesfalls private Kunden. IBM war so etwas wie der „Dinosaurier“ dieses Computerzeitalters, der die Neuerungen des PCs – trotz nennenswerter Erfolge – im Grunde verschlief. Ab den 1970er Jahren wurden parallel zu den weiterhin bestehenden Großrechenanlagen persönliche Computer entwickelt, die individuell im Büro oder im heimischen Haushalt ihren Einsatz fanden. Dieses Konzept beschreibt den PC im Prinzip als einen isolierten Rechner, der mit Hardware, dem Betriebssystem und mit etwas Software auskommt, die in der Regel in Pappkartons zu den Rechnern erhältlich ist. Der „Dinosaurier“ dieses Computerzeitalters ist Microsoft.

Doch beschreibt auch dieses Konzept eines persönlichen Computers keinen statischen Zustand. Zunächst wurden die Computer mobil, d.h. transportabel. Der Osborne 1 von 1981 gilt als erster tragbarer Computer. Man sollte sich hierunter kein heutiges Notebook vorstellen, sondern eine Kiste im Format einer Koffernähmaschine und mit kaum weniger Gewicht. Auf der Frontseite befanden sich ein winziger Bildschirm und zwei Laufwerke. Die Tastatur verbarg sich gewissermaßen als Deckel davor und wurde zur Benutzung aufgeklappt. Der Transport war nur mit erheblichem Kraftaufwand möglich. Der Epson HX 20 ein Jahr später hatte schon eher die Abmessungen eines heutigen tragbaren Computers. Er besaß ein Kassettenlaufwerk und eine noch winzigere Anzeige als der Osborne, die vielleicht eher einer Taschenrechneranzeige als einem Monitor vergleichbar war, außerdem 16 KByte Arbeits-

Das klassische Konzept des PCs:
Einzelplatzrechner mit etwas
Software im Pappschuber.



speicher sowie einen speziellen Prozessor, den 2 Hitachi 6301. Der Data General One von 1984 gilt als erster wirklicher Laptop, zum Marktführer avancierte dann aber ab Januar 1985 Toshiba mit dem IBM-kompatiblen T1100. Heute ersetzen die tragbaren Rechner, ursprünglich einmal als mobile Ergänzung zum Desktop gedacht, letzteren häufig gleich ganz.

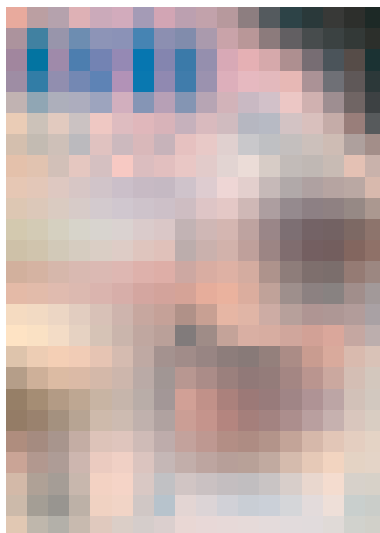
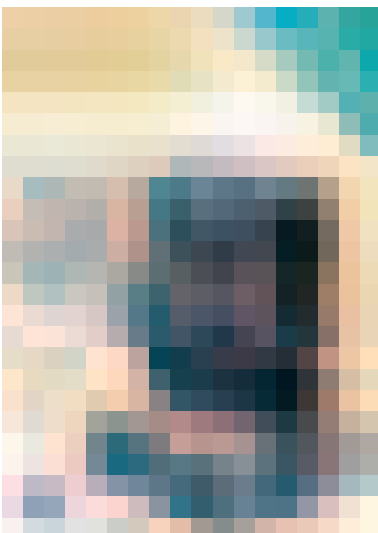
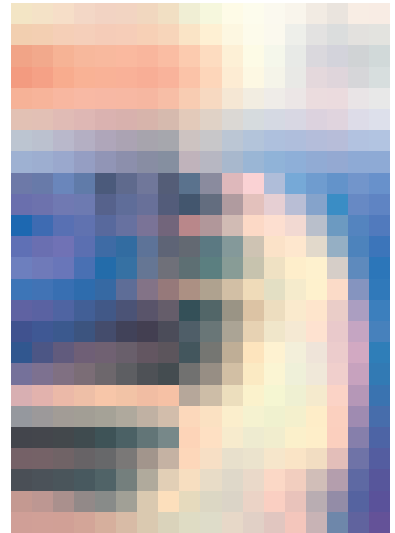
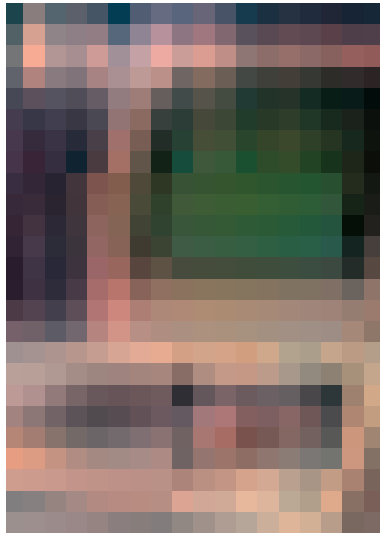
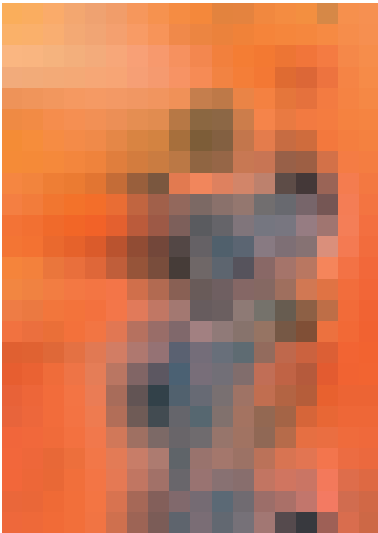
Doch Mobilität bedeutet heute weit mehr, als einen Computer durch die Gegend zu tragen. Zum einen werden Computer in Netzwerken, beispielsweise am Arbeitsplatz, miteinander verbunden und ermöglichen eine ganz andere Mobilität im Sinne von einfacher und schneller Kommunikation. Dies hatte man in der Computerindustrie seit den 1980er Jahren propagiert, meistens verbunden mit der irri- gen Annahme, solchermaßen vernetzte Einzelplatzrechner würden die klassischen Großrechner vollkommen ersetzen. Als noch bedeutender als diese Art der Netzwerke stellte sich ab Mitte der 1990er Jahre der Siegeszug des Internets heraus. Das „world wide web“ ermöglicht es heute, sich nahezu unbegrenzt in digitalen Informationswelten zu bewegen. Der Zugang zum Internet ist eine der wichtigsten Funktionen des PCs geworden. Vielfach entspricht er heute dem Terminal, über das man traditionell Zugang zum Großrechner fand. Der Unterschied liegt darin, dass dem Nutzer nicht Zugriff auf einen bestimmten Rechner gewährt wird. Er wird vielmehr Teil einer weltumspannenden digitalen Welt, welche die ursprüngliche Idee des persönlichen, separaten Rechners ins Gegenteil verkehrt.

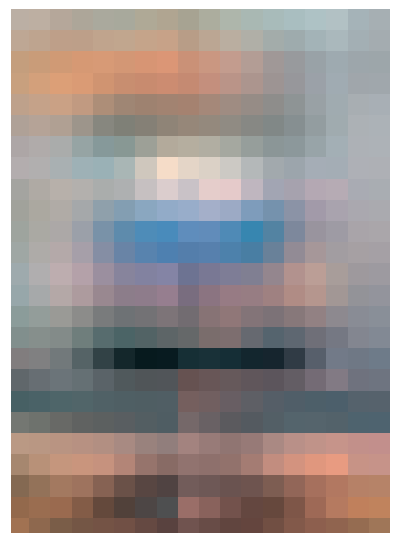
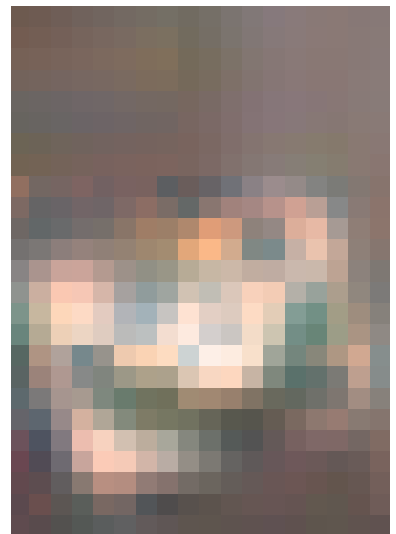
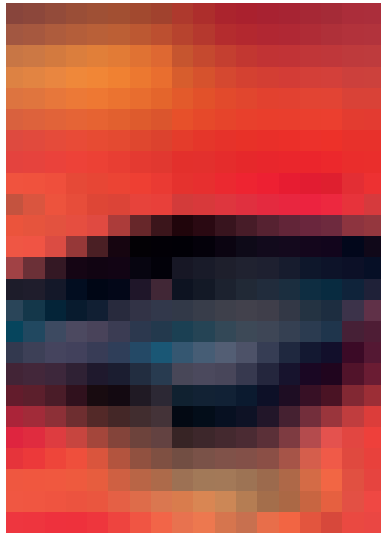
Darüber hinaus verwischen die Grenzen zwischen den Computern und anderen Bereichen, vor allem den ebenfalls digital arbeitenden Kommunikationstechnologien. Beispiele sind etwa der Persönliche Digitale Assistent (PDA), inzwischen mehr und mehr abgelöst vom Smartphone, der Mobilfunk, das Fernsehen oder die Musikmedien. Wenn Apple heute im Internetgeschäft mit Musik seine größten Umsätze macht, so trägt das Unternehmen genau diesen neuen Entwicklungen Rechnung. Außerdem erobert sich die Computertechnik mehr und mehr Bereiche, die zunächst wenig oder gar keinen Bezug zum Computer besaßen. Dass in der modernen Automobiltechnologie ohne Digitaltechnik kaum noch etwas geht, ist noch geläufig, doch Computer finden sich heute selbst in Bekleidung und Schuhwerk. Vor diesem Hintergrund mutet die Vorstellung eines singulären Rechners, geliefert mit etwas Software im Pappschuber, ähnlich altmodisch an wie die vom hallenfüllenden „Elektro- nenhirn“. Klar erkannt hat diese Tendenzen ausgerechnet ein Unternehmen, von dem man es vielleicht am wenigsten erwartet hat, der alte Branchenriese IBM. In den 1980er Jahren hatte er zwar erfolgreich PCs verkauft, ansonsten aber an der überkommenen Großrechner- technologie festgehalten. Der Konzern verlor hierdurch mehr und mehr an Boden. Anfang der 1990er Jahre schrieb „Big Blue“ große Verluste, 1993 über fünf Milliarden Dollar. Der neue Chef, Louis Gerstner, erkannte dann, dass weitere Versuche, mit dem PS/2-System die PC-Welten zu dominieren, keinen Sinn machten. Die Entwicklung ging hin zu umfassenden,



Der erste tragbare PC, der Osborne 1. Die Werbung wird dem hohen Gewicht des Computers jedoch nicht ganz gerecht.

Folgende Doppelseite:
Die Byte-Titelblätter, fast durchgängig aus den 1980er Jahren, zeigen das Bewusstsein für die vielfältigen Anwendungsmöglich-







Die IBM-Werbung von 2001 zeigt den Computer zwischen umfassender Dienstleistung, Vernetzung, Kommunikation und persönlichem Nutzen.

vernetzten Systemen. Die Kunden fragten immer weniger nach isolierten PCs plus Betriebssystem und Anwenderprogramm. In einer komplexen digitalen Welt stieg der Bedarf an Service und integrierten Lösungen immer weiter an, die PC-Endgeräte und auch das Betriebssystem machten nur noch einen begrenzten Teil des Computermarktes aus. IBM als Allrounder war für ein solches Profil wie geschaffen und konnte praktisch alles bieten: Dienstleistungen und Beratung, Hardware, Software und Serviceleistungen für alle denkbaren Systeme. Das Unternehmen überließ Microsoft das Betriebssystem und die Anwenderprogramme, es verkaufte 2005 seine PC-Hardwareproduktion. Stattdessen wandelte sich IBM mehr und mehr zum Consulting-, Service- und Softwarehaus, baut Speicherchips und Prozessoren, integrierte Lösungen und unterschiedlichste Hardware. Das größte Softwarehaus der Welt ist heute nicht Microsoft, sondern IBM.

Karlheinz Wiegmann

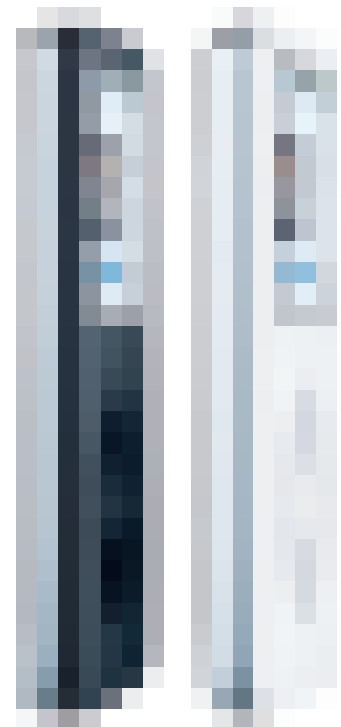
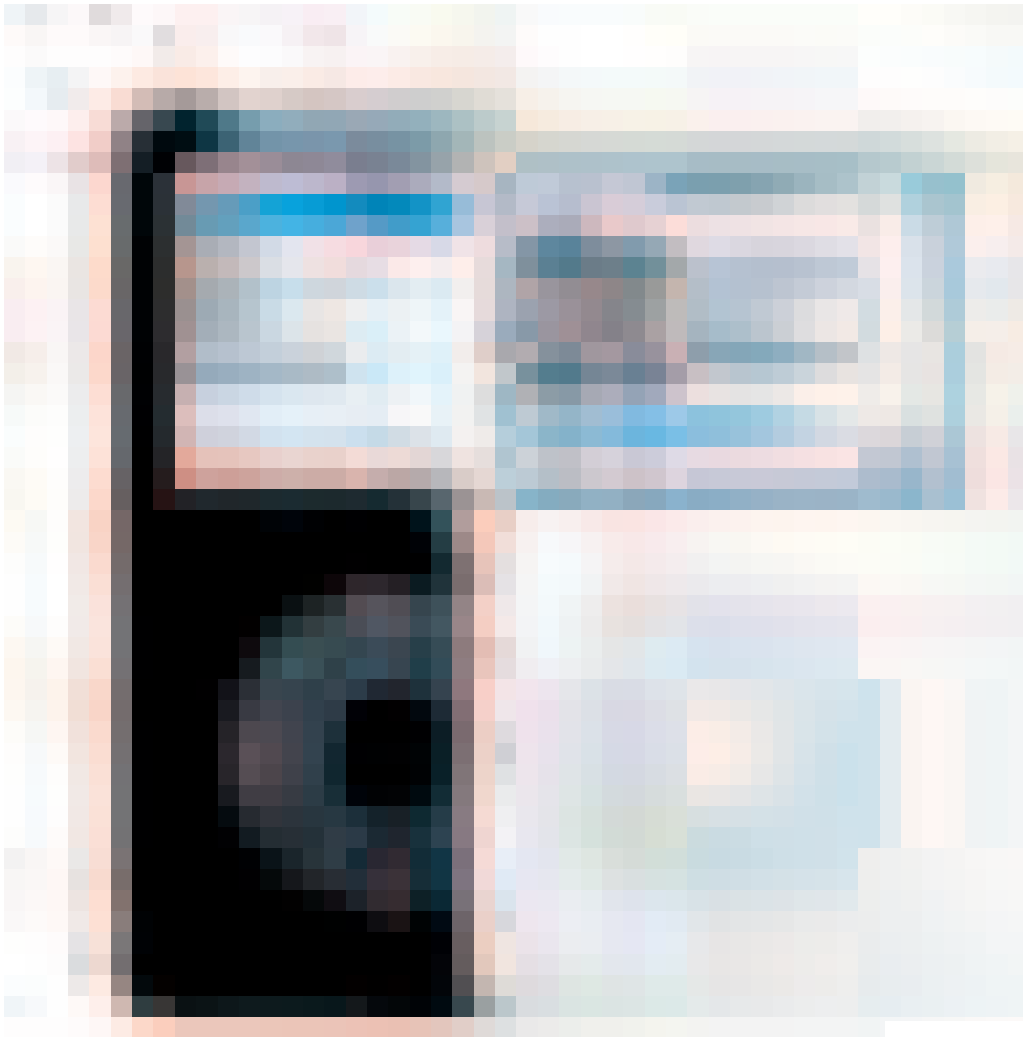
Weiterführende Literatur:

Gerstner, Lous V., *Wer sagt, Elefanten können nicht tanzen? Der Wiederaufstieg von IBM*, Stuttgart, München 2002.

Lowe, Janet C., *Bill Gates. Sein Erfolgsgeheimnis*, 2000.

Edstrom, Jenifer und Marlin Eller, *Barbarians led by Bill Gates. Microsoft von innen betrachtet*, Bonn 1999.

Young, Jeffrey S. u. William Simon, *Steve Jobs und die Geschichte eines außergewöhnlichen Unternehmens*, Frankfurt am Main 2006.



Mit der Entwicklung des iPod knüpfte Apple in technischer wie in ästhetischer Hinsicht an alte Traditionen an.



Der IBM PC

Ein Standard für die Computerwelt

Mittwoch, 12. August 1981. 160 Journalisten waren ins Nobel-Hotel Waldorf Astoria in New York gekommen, um die Welturaufführung einer kleinen grauen Kiste zu erleben – der Vorstellung des ersten IBM Personal Computers. Jeder war gespannt darauf, was der Branchenriesen unter größter Geheimhaltung entwickelt hatte. War doch das Ergebnis in zweierlei Hinsicht wegweisend. Zum einen konnte man davon ausgehen, dass IBM der Mikrocomputerwelt wesentliche Impulse geben würde. Zum anderen bewegte sich das Unternehmen, bislang vorzugsweise auf Großkunden ausgerichtet, erstmals in einem ihm bislang fremden Markt, dem der privaten Endabnehmer. Nie zuvor in der Firmengeschichte hatte ein Computer weniger als \$ 10.000 gekostet, genauer gesagt zwischen \$ 1.565,- und \$ 6.000,-.

Aufmerksam hatte die IBM-Führungsebene die stürmische Entwicklung des Mikrocomputer-Marktes gegen Ende der 1970er Jahre verfolgt. Immer wieder waren Außendienst-Mitarbeiter von ihren Kunden gefragt worden, wann denn IBM endlich auch ein solches Gerät anbieten würde. Die Meinungen hierüber gingen innerhalb des Unternehmens auseinander. Man hatte es bisher so gut wie immer mit Großkunden zu tun gehabt, die oft von vielen IBM-Mitarbeitern – vom Vertriebsbeauftragten bis zum Servicetechniker – gleichzeitig betreut wurden. In allen größeren Städten gab es IBM-Geschäftsstellen, deren Mitarbeiter fast rund um die Uhr für die Wünsche und Forderungen der Kunden einsatzbereit waren. Die Preise für die angebotenen Computer lagen i.d.R. im 5- bis 6stelligen Bereich. Warum also sollte man sich mit kleinen, billigen Geräten befassen, die im Vertrieb und der Kundenbetreuung einen unverhältnismäßig großen Aufwand erforderten? Es gab keine entsprechende Vertriebsorganisation und kein Händlernetz, auf das man sich hätte stützen können. Die Meinung vieler gestandener IBM-Manager, die ihr bisheriges, meist erfolgreiches Berufsleben mit Großsystemen zugebracht hatten, war aus diesen Gründen eher gegen dieses „Spielzeug“ gerichtet. Warum sollte eine Firma, die es mit den größten und renommiertesten Kunden zu tun hatte, nun plötzlich in einen anonymen Massenmarkt einsteigen?

Andererseits bot der schnell wachsende Markt für Mikrocomputer jedem Unternehmen glänzende Wachstumsperspektiven. So entschied man sich schließlich doch, trotz aller Bedenken und sehr spät, sich hieran einen Anteil zu sichern. IBM stand damit vor ungewohnten Problemen. Aus langjähriger Erfahrung wusste man, dass die Entwicklung eines neuen Produkts von der Idee bis zur Serienreife, je nach Größe und Komplexität, drei bis fünf Jahre dauerte. Soviel Zeit hatte man aber nicht, wollte man noch eine Chance haben. Man musste sich daher für ein IBM-untypisches Vorgehen entscheiden.

Am 1. Juli 1980 nahm P. D. Estridge, ein erfahrener IBM-Manager, in Boca Raton in Florida mit einem kleinen Team von 13 ausgesuchten Mitarbeitern seine Arbeit auf. Die Initiative war von Bill Lowe ausgegangen, dem Chef des IBM-Labors in Boca Raton. Man hatte innerhalb des Unternehmens IBM eine separate Einheit, eine sogenannte „Independent Business Unit“ (IBU), gegründet. Das Geld kam von IBM, die Verantwortung lag bei P.D. Estridge. Diese IBU, losgelöst von den üblichen Geschäftsstrategien von IBM, sollte unter dem Codenamen „Acorn“ einen neuen Kleincomputer konstruieren. Die IBU hatte die Freiheit, wie eine neugegründete Firma zu arbeiten und ihre eigenen Konstruktions-, Herstellungs- und Vertriebsstrategien zu entwickeln. Schließlich hatte man nicht viel Zeit und musste außerdem mit

Gegenüber:

Die IBM-Werbekampagne für den PC traf ins Schwarze: Charlie Chaplin ließ den Computer ebenso einfach wie sympathisch erschei-



Der IBM 5100 war zwar technisch gesehen ein PC, wurde aber nicht als solcher vermarktet, vor allem ließ der hohe Preis dies nicht zu.



ser im Juli 1981 angekündigt.

Bereits vor dem System/23 Datamaster hatte es im Unternehmen Versuche mit kleineren Computern gegeben. So entwickelte im ersten Halbjahr 1973 ein Team um Paul J. Friedl bei der IBM in Kalifornien den Prototyp eines technisch-wissenschaftlichen Tischrechners unter dem Projektnamen SCAMP, was in etwa „Spezial Computer für APL – tragbar“ bedeutete. APL (A Programming Language) ist eine anwenderfreundliche Programmiersprache von IBM. Auf der Basis dieses Prototyps entstand dann zuerst der IBM 5100, der im Jahr 1975 auf den Markt kam. Der Rechner war gedacht für Problemlösungen in den Bereichen Planung, Ingenieurwesen und anderen wissenschaftlichen Fachrichtungen. Die Arbeit konnte je nach Modell in den im System integrierten Programmiersprachen BASIC, APL oder auch beiden erfolgen. Die Datenspeicherung erfolgte auf Magnetband-Kassetten im eingebauten Laufwerk. Auf solchen Datenträgern lieferte IBM dem Kunden fertig programmierte Anwendungen z.B. für statistische, kaufmännische und mathematische Berechnungen. Passend zum Rechner gab es einen Grafikdrucker und ein externes Bandlaufwerk. In den Jahren 1978 und 1980 folgen weitere Modelle, IBM 5110 bzw. IBM 5120, unter anderem auch mit 8 Zoll-Diskettenlaufwerken. Bei Preisen ab \$ 9000,- aufwärts waren die verkauften Stückzahlen jedoch vergleichsweise gering und so sind diese Geräte nicht direkt mit dem späteren PC vergleichbar. Sie richteten sich an einen anderen Kundenkreis. „SCAMP“ und die daraus entstandenen Rechner IBM 5100 bis IBM 5120 können jedoch von ihrer technischen Konzeption als Vorläufer und „Ideenlieferant“ für den späteren IBM PC gesehen werden. Nicht zuletzt weist die korrekte Bezeichnung des IBM PCs – IBM 5150 – auf diese Herkunft.

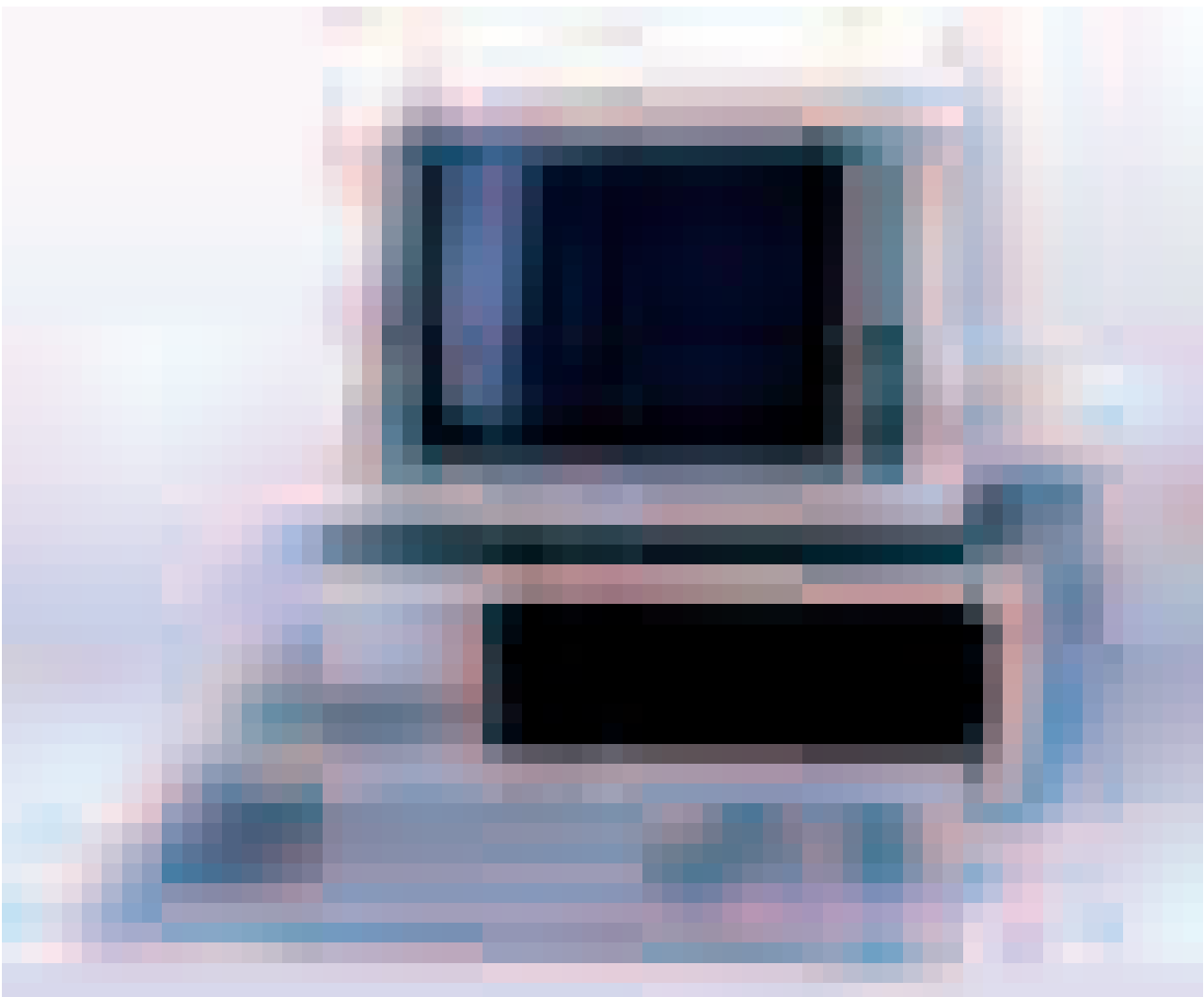
Technisch gesehen war der IBM PC von 1981 sicher kein Meilenstein in der Computerentwicklung. Mit seinem Intel-Prozessor 8088, seinem 120 KByte Diskettenlaufwerk, 16 KByte Hauptspeicher (RAM), erweiterbar auf 64 KByte, 40 KByte ROM (integriertes BASIC) und Anschluss für Kassettenrekorder (als Massenspeicher) entsprach er dem Stand der damaligen Technik. Sein CGA-Adapter (Farb-Grafik-Adapter) erlaubte den Anschluss an einen Farbfernseher. Das preiswerteste Modell wurde ohne Diskettenlaufwerk und ohne Monitor angeboten.

Neu für IBM war die Tatsache, sich einem offenen Standard zu verschreiben. Ebenso un-

anderen flexiblen Klein- und Kleinstfirmen konkurrieren. Noch ahnte man nicht, dass aus diesen bescheidenen Ursprüngen binnen kurzer Zeit ein bedeutender IBM-Geschäftsbereich entstehen würde. Keine drei Jahre nach Beginn der Arbeiten, am 1. März 1983, hatte sich die IBU zur „Entry Systems Division“ (ESD) mit immerhin 2.500 Mitarbeitern gemauert.

Bereits vier Monate nach Arbeitsbeginn war der Prototyp eines Mikrocomputers fertig. Den Arbeiten war zugutegekommen, dass schon im Februar 1978 mit der Planung und Konstruktion eines anderen kleinen Rechners, dem IBM System/23 Datamaster begonnen wurde. Dieses System war gedacht für kleinere Firmen mit Anwendungen für Text- und Datenverarbeitung. Es hatte einen Intel 8085 Prozessor und 64 KByte Hauptspeicher, 8 Zoll-Diskettenlaufwerke und einen 12 Zoll-Monitor. Die Tastatur war fest mit dem Gehäuse verbunden. Der 8-Bit-Prozessor 8085 war eng verwandt mit dem Intel 8088-Prozessor und hatte die gleiche Befehlsstruktur. Viele der Erfahrungen, die bei der Entwicklung des Systems/23 Datamaster gemacht wurden, kamen nun der schnellen Entwicklung des PCs zugute. Einzelne Konstruktionselemente, z.B. die Tastatur, konnten fast unverändert für den PC übernommen werden. Das System/23 Datamaster war von der Gesamtkonzeption her allerdings nie als PC gedacht und wurde deshalb auch unabhängig vom PC fertiggestellt und einen Monat früher als die-

Setzte den Standard für die PC-Welt: der IBM PC von 1981.



Gegenüber:
 Der IBM PC gab den kleinen Einzelplatzrechnern jenen seriösen Charakter, der sie für Unternehmen akzeptabel machte (Ausschnitt aus dem Titel von Creative Computing 1/1985).

gewöhnlich war der Sachverhalt, dass IBM zahlreiche Bauteile fremder Zulieferer benutzte. Schon während der Entwicklungsphase arbeiteten einige ausgewählte Hard- und Software-Firmen unter Geheimhaltungsverträgen mit IBM zusammen. Nach der Ankündigung des neuen IBM PC wurden die System-Spezifikationen allen interessierten Herstellern zugänglich gemacht. Jeder konnte unter seinem Namen Produkte entwickeln, herstellen und als Zubehör oder Ergänzung zum IBM PC anbieten. Das Unternehmen hatte auf Eigenentwicklungen verzichtet und bis auf die Tastatur fast alle wesentlichen Teile auf dem freien Markt beschafft. Auch das Herzstück des Computers, der Prozessor, war keine firmeneigene Schöpfung, sondern stammte von Intel. Nicht nur die Entwicklung, auch die spätere Produktion lief in erster Linie über fremde Zulieferer.

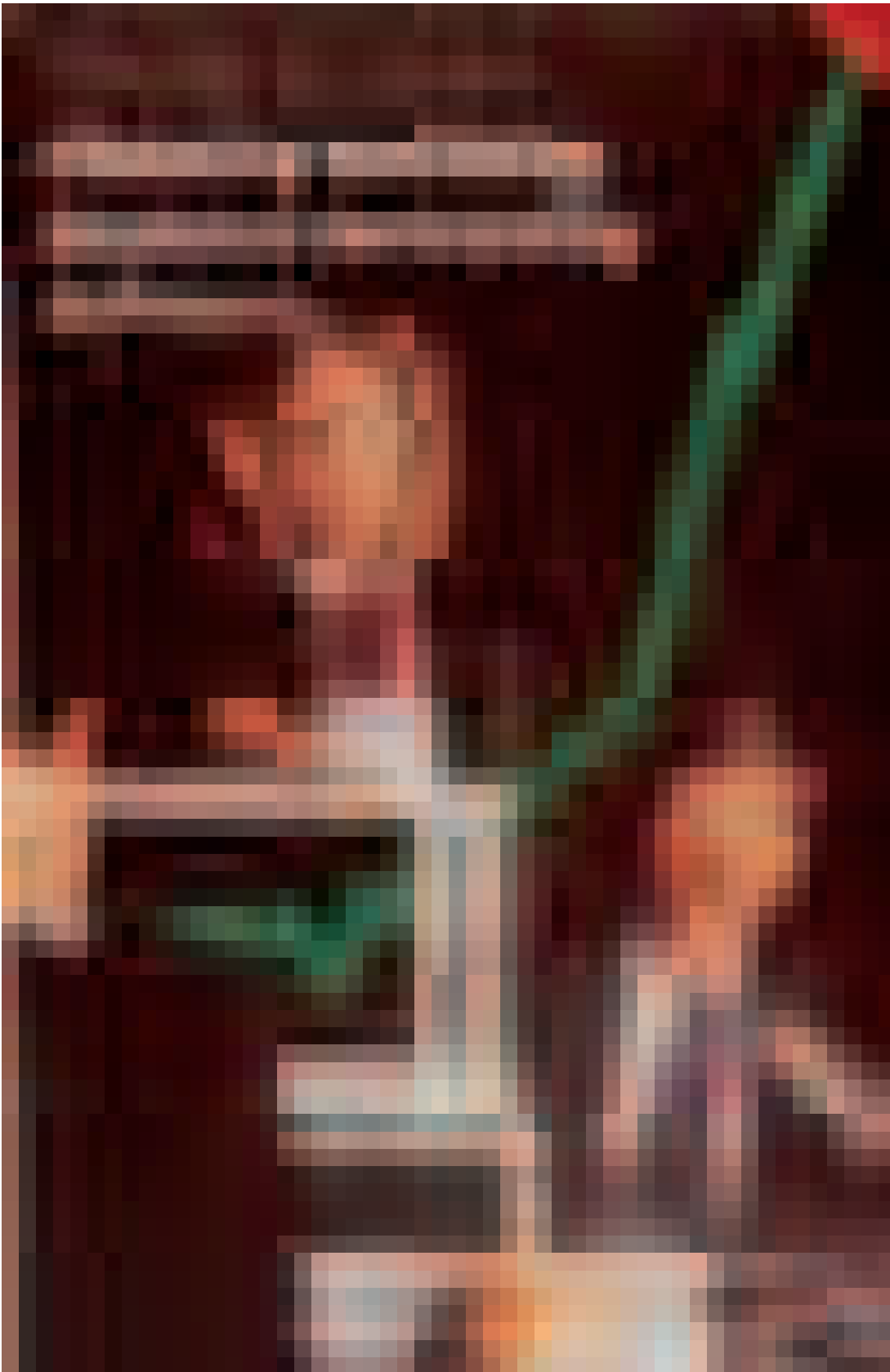
Sicher war der Zeitdruck, unter dem der IBM PC entwickelt wurde, ein Hauptgrund für dieses Vorgehen. Darüber hinaus hatte man noch eine Sicherung in den Computer eingebaut, die dem Unternehmen trotz des offenen Standards vermeintlich die Kontrolle über das Produkt geben sollte. Zwar stammte sowohl das Betriebssystem, als auch der BASIC-Interpreter, also die eingebaute Programmiersprache, von Microsoft. Doch das BIOS (Basic Input Output System) hatte IBM selbst entwickelt. Unter BIOS versteht man eine Art „Dolmetscher“ zwischen dem Betriebssystem und der Hardware, es handelt sich somit um eine zentrale Komponente des Rechners. Solange man nicht im Besitz des BIOS war, ließ sich der Rechner nicht nachbauen. Doch rasch gelang es anderen Firmen, das IBM-BIOS durch „Reverse Engineering“ (etwa „Rückverfolgung“) zu entschlüsseln und anhand dieser Daten ein eigenes BIOS zu schreiben. Von nun an konnte IBM nicht mehr verhindern, dass andere Hersteller den PC nachbauten. Eine Flut von sogenannten Klonen überschwemmte den PC-Markt, Rechner, die im Grunde vollkommen baugleich mit dem Original waren, aber in der Regel deutlich preiswerter.

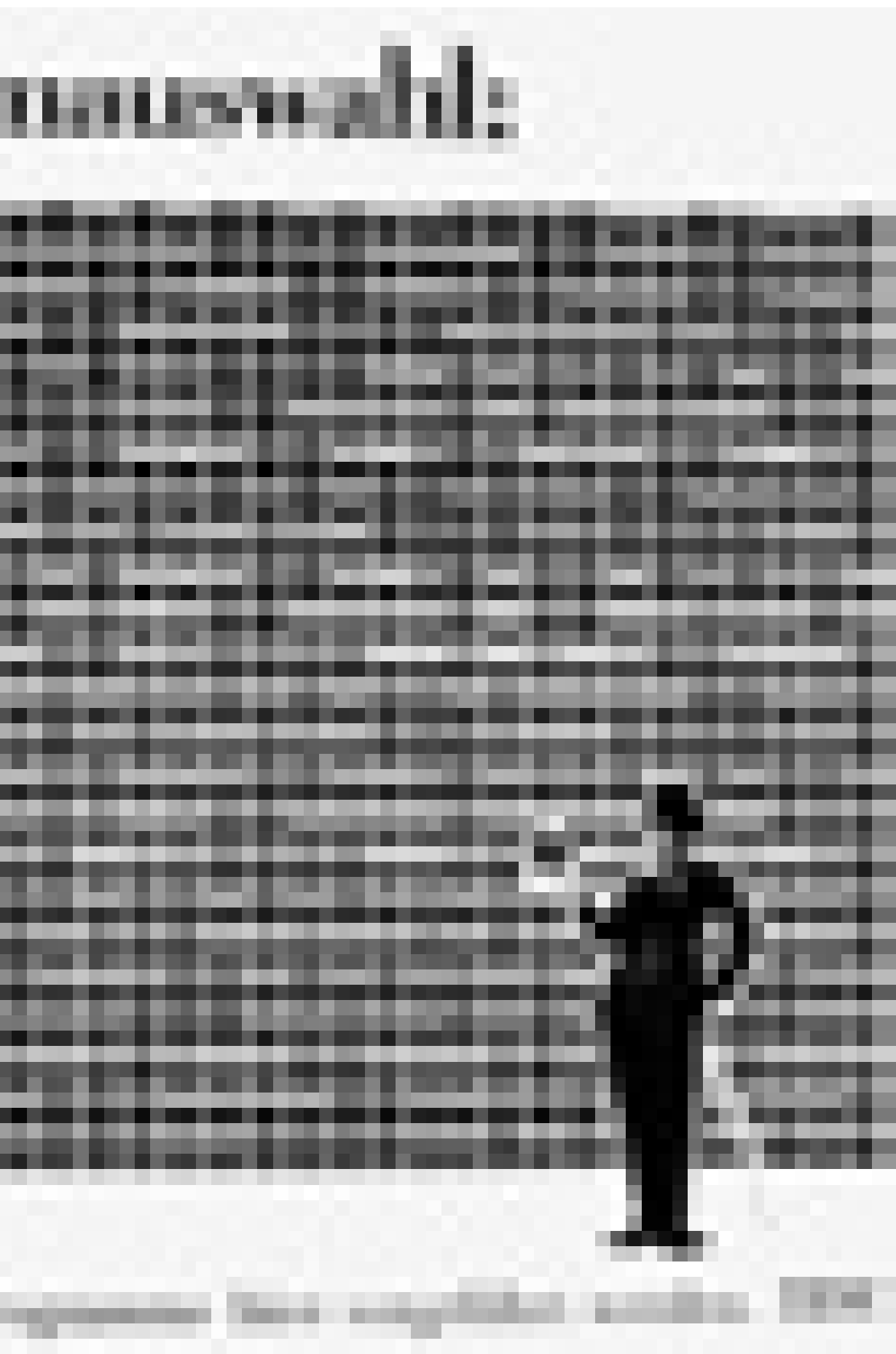
Sollte dies für IBM auf die Dauer gesehen, trotz zunächst überragender Absatzzahlen, ein Problem werden, so stellt sich das Vorgehen von Microsoft als weitsichtig heraus. Ursprünglich wollten die Entwickler bei IBM auf das schon weit verbreitete Betriebssystem CP/M von Digital Research zurückgreifen. Nachdem dies nicht geglückt war, schloss man mit Bill Gates und seiner damals kleinen Firma Microsoft einen Vertrag über die Lieferung eines Betriebssystems PC-DOS für den neuen Computer. Im Vertrag mit IBM war auch vereinbart worden, dass die Firma Microsoft das neue DOS auch unter eigenem Namen vermarkten durfte (MS-DOS). Der Erfolg der PC-Klone hatte daher keine negativen Auswirkungen auf Microsoft. Im Gegenteil: Je höher die Stückzahl der verkauften PCs war, ganz gleich ob IBM oder Klon, desto größer der Umsatz von Microsoft. Binnen eines Jahres schloss Microsoft Verträge mit über 50 Herstellern von IBM-kompatiblen Rechnern, die alle ein Betriebssystem und einen BASIC-Interpreter brauchten.

Doch zunächst verlief die Entwicklung auch aus Sicht von IBM ausgesprochen positiv. Am Ende des ersten Jahres war in den USA bereits ein Marktanteil von vier Prozent erobert. An seinem „zweiten Geburtstag“ stand der Rechner bereits auf 200.000 amerikanischen Schreibtischen. Für 1983 hatte man einen Absatz von 300.000 Stück geplant. Es sollten doppelt soviel werden. 1985 lag der Marktanteil des PC bei 25 %, der Umsatz belief sich auf fünf Milliarden Dollar.

Folgende Doppelseite:
 Die Werbeanzeige traf den Kern der Sache: Das ständig wachsende Softwareangebot verhalf dem PC entscheidend zum Durchbruch.

Seit Januar 1983 war der billigste und kleinste Computer des Unternehmens auch in Deutschland erhältlich zu Preisen zwischen DM 8.500,- und DM 14.100,-, je nach Ausstattung. Neben MS-DOS 1.1 war auch CP/M als Betriebssystem erhältlich. Die Anwendersoftware stammte noch nicht überwiegend von Microsoft. Im Angebot waren beispielsweise das mit dem



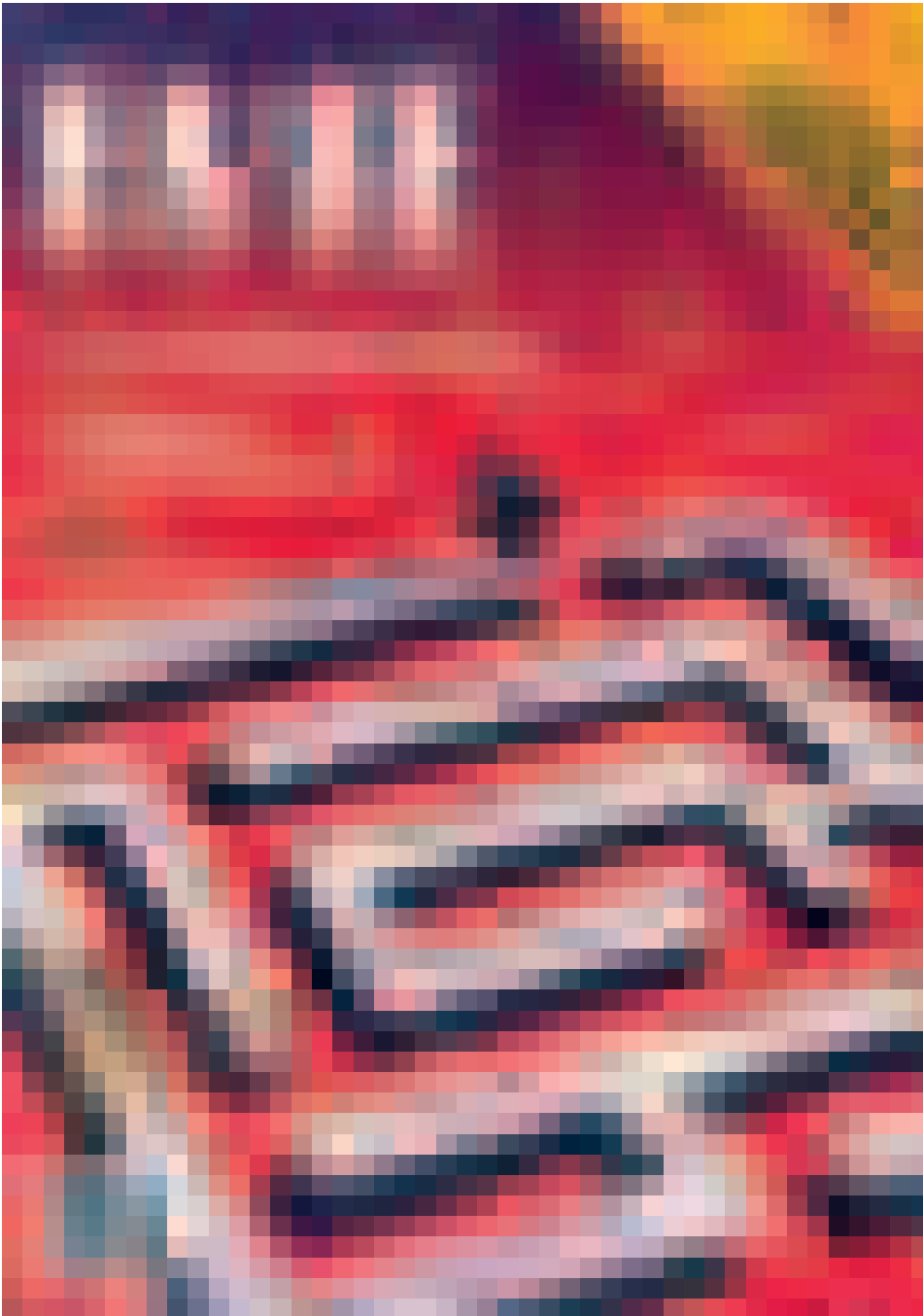


Apple II verbreitete Kalkulationsprogramm VisiCalc (Visicorp Inc.), das Textprogramm Easy-Writer (Information Unlimited Software Inc.) oder das Spiel Microsoft Decathlon (Microsoft Inc.), das den Olympischen Zehnkampf simulierte. Schon ein Jahr nach dem Erscheinen in Deutschland zählte man knapp 500 Anwendungsprogramme für den PC.

Im März 1983 kam der PC/XT Modell 5160 auf den Markt. Der PC/XT (XT steht für eXtended Technologie) war der erste IBM PC mit eingebauter Festplatte. Gegenüber dem Vorläufer, dem Modell 5150, hatte der PC/XT neben der Festplatte zwar ein wesentlich stärkeres Netzteil, außerdem drei zusätzliche Erweiterungsplätze für Adapterkarten, doch im Grunde brachte er nur wenige Neuerungen. Dafür verlangte man in der besten Ausstattung (256 KByte RAM, 360 KB Diskettenlaufwerk, 20 MB Festplatte, Monochrom-Monitor und Matrixdrucker) zur Markteinführung in Deutschland den stolzen Preis von nicht weniger als DM 34.500,-. Im Jahre 1984 brachte das Unternehmen dann seinen ersten tragbaren PC heraus, den PPC (Portable Personal Computer). Auch er mit Intel 8088-Prozessor wie der PC.

Ein wirklicher Schritt nach vorn war die Produktion des PC/AT (Advanced Technology), der im August 1984 angekündigt wurde. Er arbeitete mit der nächsten Intel-Prozessorgeneration, dem 80286. Der Hauptspeicher konnte bis 512 KByte aufgerüstet werden, er besaß 20 Mbyte Festplatte und ein Diskettenlaufwerk. Inzwischen war man bei der DOS-Version 2.1 oder 3.0 angelangt. Das Magazin „Chip“ lobte den professionellen Gesamtauftritt, bemängelte aber den hohen Preis von DM 20.000,-. Ab 1986 gab es den ersten IBM-Laptop, den IBM PC AP (Personal Computer Advanced Portable). Gelegentlich wurde dieser PC auch als „PC Convertible“ bezeichnet (= verwandelbar). Dieser Name bezog sich darauf, dass er im geschlossenen Zustand wie ein eleganter Aktenkoffer aussah. Außerdem konnte man an diesen PC direkt einen passenden Drucker anstecken.

Von 1981 an bis zu diesem Zeitpunkt hatte IBM die Entwicklung auf dem PC-Markt bestimmt. Der PC/AT sollte die letzte Rechnergeneration sein, bei der dies gelang. Tatsächlich hatte sich Mitte der 1980er Jahre die Welt der Computer auf den beruflichen wie privaten Schreibtischen als IBM-kompatibel etabliert. Dies bescherte zwar dem Urheber des PCs einen stattlichen Marktanteil, gute Umsätze und Gewinne, doch noch besser entwickelte sich die Situation der vollkommen baugleichen, aber meist deutlich preisgünstigeren Klone. Um stärkeren Einfluss auf den Markt zu gelangen, versuchte der Branchenprimus einen ebenso aufwendigen wie letztlich erfolglosen Alleingang. Die nächste Rechnergeneration sollte nach Vorstellung von IBM nicht mehr als offener Standard allen Konkurrenten ohne Einschränkung zum Nachbau zugänglich sein. Zwar arbeitete man weiterhin mit Intel-Prozessoren – vom inzwischen betagten 8086 bis zum neusten 80386 –, doch ein sogenannter Micro Channel für die „Bus-Architektur“, gewissermaßen die interne Datenautobahn des Computers, exklusiv von und für IBM, hätte den Klonen erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Der System-Bus ist eine Zusammenfassung der Daten-, Adress-, Kontroll- und Signalleitungen eines Computers. Daran angeschlossen sind alle wesentlichen Komponenten wie Prozessor, Hauptspeicher, Festplatten, Diskettenlaufwerke und Steckplätze für Adapterkarten. Der Bus nimmt damit einen zentralen Platz in der Systemarchitektur ein. Sicher hatte der Micro Channel-Bus Vorteile, z.B. erlaubte er es, mehrere Programme gleichzeitig abzuarbeiten. Doch IBM behielt sich diese Architektur vor, so dass nur noch IBM PCs oder Nachbauten mit IBM-Lizenz möglich gewesen wären. Daher wundert es nicht, dass den Rechnern der neuen Modellfamilie PS/2 ab 1987 kein durchschlagender Erfolg zuteil wurde, da letztlich niemand in der Branche „Big Blue“ folgte. Die Anwender wiederum verspürten wenig Neigung, ihre Adapterkarten im PC – die sie beim Kauf eines neuen Gerätes möglichst weiterverwendeten – komplett



Die Micro Channel-Architektur sollte IBM die Kontrolle über den PC-Markt beschermen – vergeblich.

auszutauschen. Dies wäre jedoch beim Micro Channel erforderlich gewesen. Letztlich setzte sich dann der PCI-Bus (Peripheral Component Interconnect) durch, den Intel als der Marktführer für PC-Prozessoren einführte. IBM hielt noch bis 1993 an seinem Micro Channel Bus fest und fuhr damit erhebliche Verluste ein. Der Branchenriese hatte die Vorreiterrolle in der PC-Technologie verloren. Auch eine kaum zu übersehende Palette an PS/2-Systemen vermag nicht hierüber hinwegzutäuschen.

Ganz ähnlich verhielt es sich mit dem Versuch, MS-DOS durch ein IBM-eigenes neues Be-



Nach dem Flop von OS/2 und Micro Channel konzentrierte IBM sich mit Erfolg auf die Produktion der ThinkPads, bis man die Sparte 2005 an den chinesischen Hersteller Lenovo verkaufte.

triebssystem abzulösen. D.h. ursprünglich wurde das Programm – OS/2 genannt – mit Microsoft gemeinsam entwickelt, doch dort verspürte man letztlich wenig Neigung zu diesem Projekt und stieg schließlich ganz aus. Das neue OS/2 war als Betriebssystem dem Microsoft-Produkt sicherlich klar überlegen. Doch auch hier sah kaum ein Anwender oder auch Hersteller die Notwendigkeit, einen aufwendigen Systemwechsel zu vollziehen, nur um sich letztlich in die Abhängigkeit von IBM zu begeben.

Einen wirklichen Erfolg konnte das Unternehmen dann noch einmal mit den tragbaren Rechnern vermelden. Die ab 1992 erhältlichen Notebooks mit dem Namen ThinkPad konnten bis zum Jahr 2003 zwanzig Millionen Mal verkauft werden. Verfügte das erste IBM ThinkPad, das Modell 700C, über einen Prozessor mit 25 MHz Taktfrequenz, eine 120 MB Festplatte und wog noch über 3 Kilogramm, so war das im August 2002 angekündigte ThinkPad-Modell X30 mit einem 1,2 GHz schnellen Prozessor und einer 40 GB Festplatte ausgestattet bei einem Gewicht von 1,6 Kilogramm. Weitere, noch leichtere und schnellere Modelle folgten. Zwar gelang dem Unternehmen noch hier und da eine Neuerung; so konnte 1994 das erste Notebook der Welt mit integriertem CD-Laufwerk, 1997 das erste DVD-Laufwerk vorgestellt werden. Doch letztlich blieb man ein PC-Hersteller unter vielen. Im Grunde führte die durch Louis Gerstner ab 1993 umgesetzte IBM-Neuausrichtung, die bereits an anderer Stelle beschrieben wurde, in ihrer Konsequenz zum Verkauf der PC-Sparte. 2005 ging diese an den chinesischen Hersteller Lenovo, der damit Rang drei in der PC-Welt hinter Dell und Hewlett Packard einnimmt. Auf der Haben-Seite von IBM stehen rückblickend, Desktops und No-

tebooks zusammengerechnet, über 100 Millionen verkaufte IBM PCs sowie die Tatsache, dass IBM einen weltweiten Standard setzte und entscheidende Impulse für die PC-Entwicklung gab.

Roland Kocher

Als die Personal Computer (PCs) sich dank der Initiative des Hauses IBM endlich auch im seriösen Büro etabliert hatten und nicht nur in den Bastelstuben der Hobbyisten, war es klar, dass der Begriff „Persönlicher“ Computer wirklich wörtlich gemeint war: Diese Rechner standen jeweils einer Person ausschließlich zur Verfügung, und darin lag ja auch ihr besonderer Charme: An anderer Stelle wurde bereits geschildert, wie gerade das Tabellenkalkulationsprogramm VisiCalc zur massenhaften Verbreitung des Apple II beitrug, weil es den Managern



„Das Netz ist der Computer“

erlaubte, „mal eben schnell“ ein paar Berechnungen anzustellen, ohne dass erst jemand gefunden werden musste, der dazu ein Programm schrieb und es den Hohepriestern im Rechenzentrum zur gnädigen Abarbeitung anbefahl, in der Hoffnung, doch mindestens am nächsten Tag ein Resultat zu haben. Zwar hatte sich in der Zwischenzeit auch im Rechenzentrum einiges getan: die Lochkarten und überhaupt jede Art der „Stapelverarbeitung“ waren passé, eine 1968 am MIT, der berühmtesten amerikanischen Ingenieurschule begonnene technische Entwicklung hatte sich durchgesetzt: das sogenannte „Time Sharing“, nicht zu verwechseln mit dem dubiosen Verkaufsmodell, mit dem heute immer noch, vor allem auf den kanarischen Inseln, versucht wird, ahnungslosen Touristen das Geld in größeren Maßstäben aus der Tasche zu ziehen. In Time-Sharing-Computersystemen hat jeder Benutzer ein interaktives Terminal zur Verfügung, und viele Benutzer können einen Zentralrechner scheinbar „gleichzeitig“ benutzen, wobei jedem in Wirklichkeit immer nur verschwindend kleine „Zeitscheiben“ zur Verfügung gestellt werden. Verglichen mit der Geschwindigkeit, mit der Menschen tippen (und denken) können, sind diese Zeitscheiben immer noch groß genug. Wir mussten also nicht mehr wirklich einen Tag auf Resultate warten.

Trotzdem verblieb ein wesentlicher Mangel der Rechenzentrums-Organisation: der Rechner als solcher war und blieb abgeschottet von den Benutzern; sie konnten dort nicht nach eigenem Gutdünken Programme installieren und wieder löschen, sondern alle kritischen Prozesse blieben weiterhin den Operateuren vorbehalten. Sie konnten Plattenplatz und Rechenzeit zuteilen und wieder entziehen, ihrer Meinung nach „wildgewordene“ Programme „abschießen“ und sie hatten die Herrschaft darüber, welche Anwendungsprogramme auf dem Rechner installiert waren. Auch dies war – unabhängig davon, wie sehr die Benutzer auf die ihrer Meinung nach unflexiblen Rechenzentren schimpften – nicht wirklich eine Frage der angemessenen Willkür, sondern jeder, der einmal in die Administration eines solchen Zentralrechners hineingeschaut hat, weiß, wie schnell eine komplizierte technische Infrastruktur durch ungeschickte Manipulationen zum Zusammenbruch geführt werden kann und wie groß der Ärger auf allen Seiten ist, wenn dies geschieht. Es gibt Daten, die nachweisen, dass die Kosten einer einzigen Ausfallstunde eines Großrechners ungefähr \$ 14.500,- bei einem Geldautomatendienst betragen, \$ 89.500,- bei einem Flugreservierungssystem und 2,6 Millionen Dollar bei einem Kreditkartenunternehmen. Angesichts dieser Zahlen fällt es leicht, Verständnis für eine restriktive Verwaltung des Großrechners aufzubringen.

Ein anderes Problem waren die Betriebssysteme der Großrechner, mit denen der Benutzer letztlich kommunizieren musste. Auch sie waren wie die Großrechner selbst eher schwergewichtig; manche Anwender haben schon geseufzt, die Arbeit mit den Großrechnern sei wie „kicking a dead whale around the beach“: „einen toten Wal über den Strand dribbeln“. Die bekannte Firma SAP hat ihren Ursprung 1972 in der Initiative von fünf IBM-Ingenieuren, Standard-Geschäftsprozesse auf eine leichtere, bequemere Art auf Großrechnern abzuwickeln. (In der Zwischenzeit ist SAP-Software selbst wieder so komplex geworden, dass sie einen völlig neuen Beruf, den SAP-Berater, geschaffen hat.)

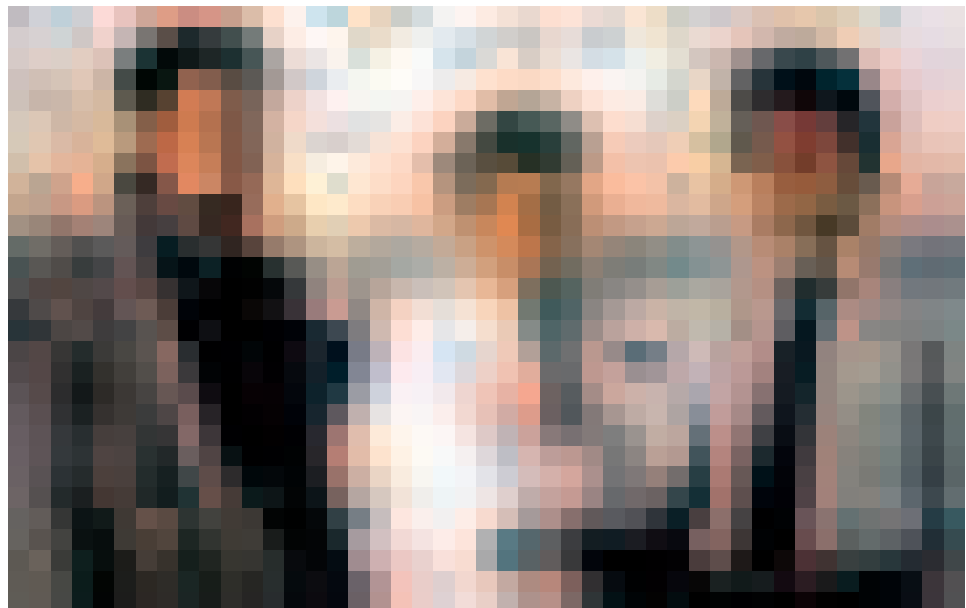
Der PC auf dem Schreibtisch hat alles dies radikal geändert: Er war von Anfang an recht leicht zu bedienen, auch als noch keine graphischen Benutzerschnittstellen existierten, kein

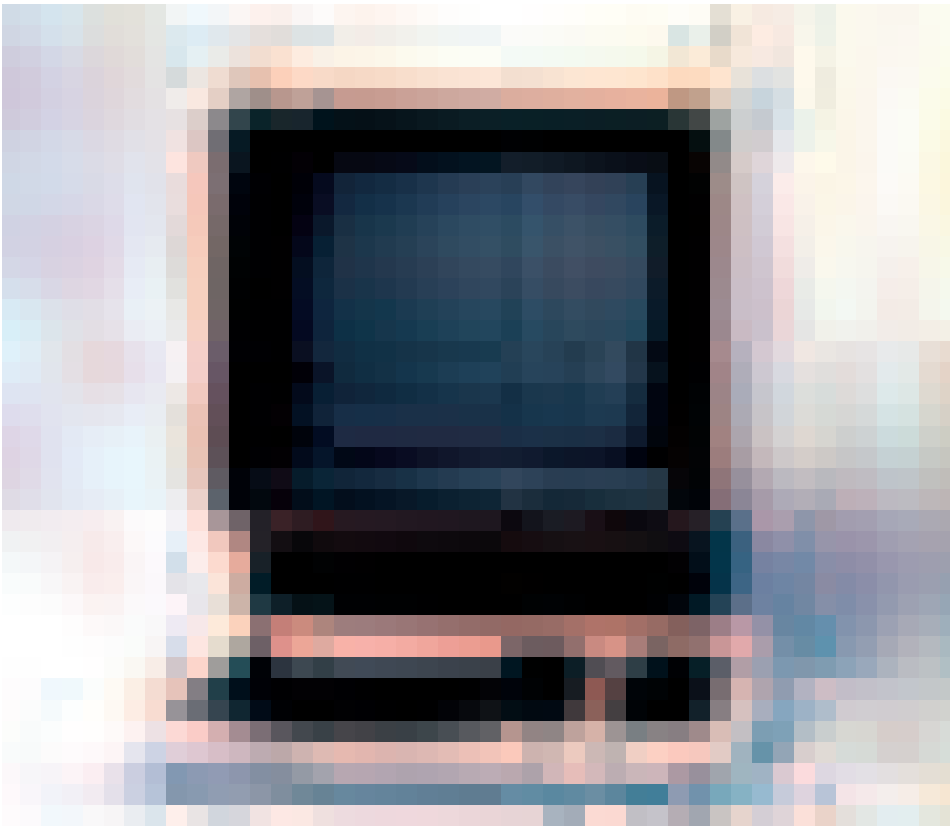
Schon Anfang der 1980er Jahre existierten Vorstellungen von einer vernetzten Computerwelt.

sie heute selbstverständlich sind, aber erst 1984 mit dem Apple MacIntosh und 1985 mit der ersten Version von Microsoft Windows kommerziell verfügbar wurden. Der Alto hatte aber auch eine andere, wichtige Innovation: er verfügte über eine Netzwerkschnittstelle, welche jeden Rechner mit der Gemeinschaft der anderen Rechner verbinden konnte und somit ungeahnte Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Rechnern und ihren Benutzern bot. Ziemlich zeitgleich mit dem Auftritt des IBM PC (1981) wurde im Silicon Valley (1982) von vier Doktoranden der Stanford University eine Firma „SUN“ gegründet, was ursprünglich die Abkürzung für „Stanford University Network“ war. Sie hatten die Möglichkeiten des in großer Nähe (sozusagen auf der anderen Straßenseite) entwickelten Alto und seiner Vernetzung erkannt und waren der Ansicht, dass die Welt der Großrechner ebenso wie die Welt der isolierten PCs nur Übergangsstufen zu einer völlig vernetzten Welt sein konnten, in der Unzahlen von Rechnern gemeinsam an einer gestellten Aufgabe arbeiten würden, daher ihr Slogan: „Das Netz ist der Computer“. Sie entwarfen das NFS („Network File System“) als Möglichkeit, Dateien an beliebigen Stellen in einem Netzwerk von Computern zu speichern und den RPC („Remote Procedure Call“) als Vorrichtung, um von anderen Rechnern im Netz Dienstleistungen anzufordern. Grundlage ihrer Arbeit war das Unix-Betriebssystem, zu dem hier einige Worte gesagt werden müssen:

Wir erwähnten bereits die Erfindung des Time-Sharing-Systems für Großrechner ebenso wie das Auftreten von eher kleineren Rechnern, den sogenannten Minicomputern, die vor allem von der Firma DEC propagiert wurden. Zwischen diesen beiden Dingen gibt es eine interessante Verbindung: Time Sharing wurde zuerst am MIT auf Anregung und unter Leitung von J. C. R. Licklider, einem studierten Psychologen, experimentell umgesetzt und erprobt. Als Ergebnis entstand ein revolutionäres „Mehrbenutzer-Multiprogramming“-Betriebssystem mit dem Namen Multics. Kurz darauf fanden zwei Forscher bei den Bell Laboratories der Firma AT&T einen ungenutzten PDP 10-Rechner. Diesen wollten sie für ein Computerspiel verwenden, wozu ihnen aber ein Betriebssystem fehlte. Die innovativen Konzepte von Multics gefielen ihnen, aber sie wollten es ein paar Nummern kleiner und einfacher anfangen, also schrieben sie entlang den Multics-Ideen ein kleines, aber feines Betriebssystem, das sie

Bill Joy, Scott McNealy,
Andreas Bechtolsheim (v.l.), die
gemeinsam mit Vinod Khosla
SUN Microsystems gründeten.





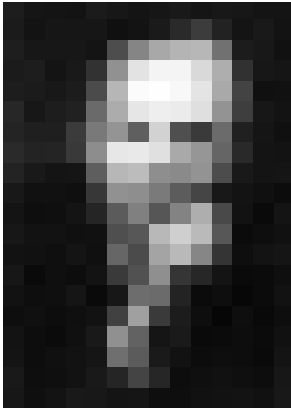
Die SUN-Workstation von 1982.

Administrator funkte dem Benutzer dazwischen, wenn er ein neues Programm installieren wollte, und wenn der Rechner dadurch „abstürzte“, so war dies niemandes Schaden außer desjenigen, der diesen PC ja exklusiv für sich besaß.

Gerade die Computerwelt ist aber sehr stark dadurch gekennzeichnet, dass immer dann, wenn sich irgendein Konzept gerade auf dem Markt durchsetzt, an einer anderen Stelle bereits etwas ganz anderes, großartigeres in Entwicklung ist, das dieses junge Konzept bald gefährden wird. So geschah es auch mit dem PC. An anderer Stelle wurde bereits vom Xerox Alto berichtet, der 1972 bereits Konzepte der graphischen Benutzerschnittstelle anbot, wie



„Live free or die“: Unix genießt im Bereich der Software einen ähnlichen Kultstatus wie Apple bei der Hardware.



J.C.R. Licklider
baute das ARPANet auf.

Gegenüber:
Visionen von Kommunikation und
Vernetzung mittels Computer
begleiteten schon früh die
PC-Entwicklung.

Das ARPANet, Ahnherr des Internet.



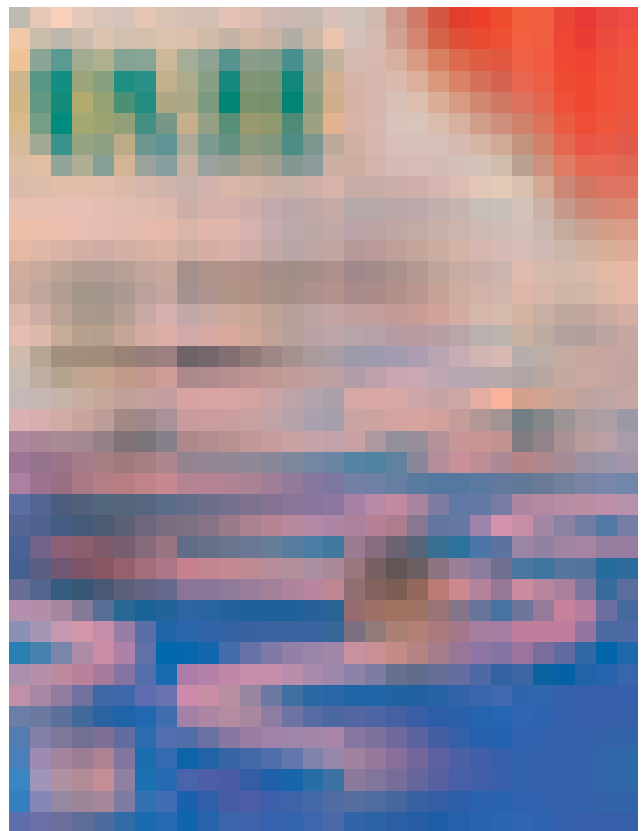
Unix nannten. Unix zeichnete sich außer durch die klare Art, wie hier überzeugende Konzepte umgesetzt waren, durch seine große Einfachheit aus, so dass es in der Tat auf den Minicomputern zu Leistungen führen konnte, die man sich von diesen kleinen Maschinen nicht erwartet hätte. Lange vor der PC-Revolution hatten deshalb die kleinen Unix-Rechner bereits die Universitätsinstitute und Forschungslabore erobert und dort ebenfalls Forscher und Ingenieure unabhängig von ihren Großrechenzentren gemacht. Sun Microsystems, wie die Firma SUN heute heißt, setzte völlig zu Recht auf Unix.

Time Sharing war aber nicht die einzige Innovation, die Licklider sich einfallen ließ: bereits 1962 träumte er von einem „galaktischen Netzwerk“, das unzählige Computer miteinander verband. Durch einen glücklichen Zufall (s. Klaeren 2006) kam er an gigantische Geldmittel, die es erlaubten, ein solches Netzwerk – wenn auch in kleinerem als dem galaktischen Maßstab – aufzubauen, das sogenannte ARPANet (ARPA war die „Advanced Research Projects Agency“ des US-amerikanischen Verteidigungsministeriums).

Andere Netzwerke waren anschließend entstanden, und als sich die PCs durchsetzten, gab es natürlich auch schnell Netzwerke von PC-Besitzern, die aber in der Regel über Telefonverbindungen mit Hilfe von „Modems“ hergestellt wurden und – ebenso wie die Netzwerke der Profis – vor allem für den Transport von elektronischer Post und anderen Dateien verwendet wurden. Die Art von Zusammenarbeit über viele Rechner hinweg, wie sie sich Licklider schon 1962 vorgestellt hatte und wie sie Sun Microsystems ab 1982 kommerziell anbot, war in den PC-Netzen wie auch in den Netzwerken der Profis noch nicht vorgesehen.

Für Microsoft stand sehr lange – viel zu lange, ehrlich gesagt – die Vision des „Personal Computers“, der einer einzigen Person ausschließlich und uneingeschränkt zur Verfügung steht, so sehr im Vordergrund, dass die Entstehung des Internet und die damit verbundenen Möglichkeiten beinahe verschlafen wurden. Spätestens 1983 gab es durch die Einführung des DNS („Domain Name Service“), in dem beliebige Rechner durch einen leicht zu merkenden Namen, z. B. informatik.uni-tuebingen.de, angesprochen werden konnten, ein Internet. Zu diesem Zeitpunkt hatten schon viele professionelle Benutzer von PCs festgestellt, dass die Vielfalt der Varianten von Dateien auf hunderten von PCs innerhalb des Unternehmens ausgesprochen problematisch war. Anbieter wie z. B. die Firma Novell boten Vernetzungen von PCs an, die unter Einsatz zusätzlicher Hardware und durch spezielle Programme für das vorherrschende Betriebssystem MS-DOS dafür sorgten, dass PC-Benutzer auch auf die Daten anderer PCs zugreifen konnten. Vor dem MS-DOS wurden die lokalen Netzwerke versteckt und als Festplattenlaufwerke „getarnt“. Erst im Jahr 1992 bot Microsoft selbst in Form von Windows 3.1 („Windows for Workgroups“) eine eigene Unterstützung für lokale Netzwerke an.

Zu diesem Zeitpunkt gab es aber schon eine weitere Innovation, geschaffen 1991 am CERN („Centre de Recherche Nucléaire“ in Genf) durch Timothy Berners-Lee: die sogenannten „Hypertexte“, also Texte, die auch Bilder und andere Informationen beinhalten konnten und vor allem Verweise („links“) auf andere Hypertexte. Dazu gab es auch einen speziellen Transportmechanismus, um solche Hypertexte im Internet zu verbreiten; besondere Programme („Browser“) dienten zur Anzeige von Hypertexten und zur Navigation in ihnen. Bemerkenswert muss aber, dass Hypertexte als solche nichts Neues waren: in Lickliders Vision des „galaktischen Netzwerks“ von 1962





Globe of Science and Innovation
des CERN in Genf.

waren Hypertexte ganz selbstverständlich bereits enthalten, und Douglas Engelbart, der auch die Computermouse erfand, hatte schon 1968 ein Hypertextsystem öffentlich vorgeführt. Trotzdem hatten sich solche Systeme nicht durchgesetzt, weil die technische Infrastruktur dazu fehlte. Das Internet bot diese Struktur in nahezu perfekter Weise. In der Wissenschaftlergemeinschaft verbreitete sich diese Art, Informationen zu teilen, mit rasender Geschwindigkeit; der ursprüngliche Browser „Mosaic“ und sein Nachfolger „Netscape“ gehörten sehr bald zum unverzichtbaren Bestandteil der täglichen Arbeit. Als Microsoft vier Jahre später, 1995, endlich den Internet Explorer anbot, wäre es fast schon zu spät gewesen. Heute gehört das Internet mit seinen Suchmaschinen, die es seit 1994 gibt, zu einem unverzichtbaren Teil des öffentlichen Lebens. Man kann kaum noch Bus fahren, ohne irgendwo im Gespräch die Vokabeln „Chat“, „Google“, „E-Bay“, „Mail“, „Homepage“ etc. zu hören. Ständig kommen neue Innovationen hinzu, Electronic Banking, Electronic Commerce, Auktionsbörsen, öffentliche Tagebücher („Blogs“), Vorrichtungen zur gemeinsamen Arbeit an Dokumenten über alle unterschiedlichen Hardwareplattformen und Betriebssysteme hinweg („Wikis“) usw. Die Gesellschaft ändert sich, so wie sie auf die neuen Möglichkeiten der Kommunikation reagiert und deren Potential auslotet, und wir dürfen alle gespannt sein, was sich daraus noch ergibt, denn bis jetzt hat sich immer gezeigt, dass immer dann, wenn eine neue Technik auf die Menschheit trifft, sehr bald Unerwartetes, Unvorhersehbares geschieht. Noch ist die Prophezeiung von Licklider aus dem Jahr 1962, dass die Menschen „in wenigen Jahren“ in der Lage sein würden, über Computer effizienter zu kommunizieren als von Angesicht zu Angesicht, noch nicht eingetroffen, aber mit ganz großer Gewissheit ist die Menge der Kommunikationsmöglichkeiten durch Computer – zu denen ja auch die Handys gehören – ganz wesentlich bereichert worden.

Herbert Klaeren

Weiterführende Literatur:

Klaeren, Herbert, Viren, Würmer und Trojaner – Streifzüge durch die Computerwelt, Tübingen 2006.



Erst die Software machte den PC zu einem sinnvollen Instrument.
Visicalc war das erste erfolgreiche Anwenderprogramm der PC-Welt.

Abbildungsverzeichnis

- S. 4 Horst Zuse, Berlin
- S. 8 Retina Implant GmbH, Reutlingen
- S. 11 Leonard Kleinrock, Los Angeles
- S. 12 Peter Neumann, Ammerbuch
- S. 13 links Friedrich Seck, Tübingen
- S. 13 rechts Württembergische Landesbibliothek Stuttgart
- S. 14 Württembergische Landesbibliothek Stuttgart
- S. 15 alle Peter Neumann, Ammerbuch
- S. 16 Friedrich Seck, Tübingen
- S. 17 alle Peter Neumann, Ammerbuch
- S. 18 Eberhard Karls Universität Tübingen, Graphische Sammlung am Kunsthistorischen Institut
- S. 19 alle Eberhard Karls Universität Tübingen, Universitätsbibliothek
- S. 20 Eberhard Karls Universität Tübingen, Universitätsbibliothek
- S. 21 Peter Neumann, Ammerbuch
- S. 23 Württembergische Landesbibliothek Stuttgart
- S. 24 Landesmuseum Württemberg, Stuttgart
- S. 25 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 26 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 27 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 28 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 29 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 30 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 32 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 33 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 34 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 35 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 36 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 38 IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 39 alle IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 40 alle IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 41 alle IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 42 o. Deutsches Museum, München
- S. 42 Mitte Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Bestand De Beauplaire
- S. 42 u. Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Bestand De Beauplaire
- S. 43 alle IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 44 o. Deutsches Museum, München
- S. 44 u. IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 45 o. Smithsonian Institution, Washington D.C.
- S. 45 u. Unisys Deutschland GmbH, Sulzbach
- S. 46 o. Unisys Deutschland GmbH, Sulzbach
- S. 46 u. IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 47 IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 48 o. links AT&T, San Antonio, Texas
- S. 49 ganz o.r. Texas Instrument, Dallas, Texas
- S. 48 rechts Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 48 o. rechts Urheber nicht zu ermitteln
- S. 50 IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 51 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 52 IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 53 IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 55 DATEV e.G., Nürnberg
- S. 56 IBM Bildservice, Stuttgart
- S. 57 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 58 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 59 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 60 Computerspiele Museum, Berlin
- S. 61 o. <http://www.multikonsole.de>
- S. 61 u. Computer Museum of Nova Scotia, Kanada
- S. 62 linke Reihe von oben
Paul Terrell, University of California, Berkeley
Stanford University
Lee Felsenstein, Palo Alto
Apple Computer, München/Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 62 rechte Reihe von oben
Stanford University
Stanford University
Margret Wozniak
- S. 63 alle Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 64 Charlotte Wilkes/The Courier Herald
- S. 65 Computer Museum of Nova Scotia, Kanada
- S. 66 Palo Alto Research Center
- S. 67 alle Microsoft Deutschland GmbH
- S. 68 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 69 alle Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 70 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 71 o. Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 71 u. Apple Computer, München/Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 72 o. links Dan Kottke
- S. 72 o. rechts Maggie Canon
- S. 72 u. links Margret Wozniak
- S. 72 u. rechts Dan Kottke
- S. 74 alle Digital Research
- S. 77 Digital Research
- S. 78 Levi Thomas
- S. 80 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 81 rechts Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 81 links Apple Computer, München/Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 82 Microsoft Deutschland GmbH
- S. 83 oben Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 83 unten Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 84 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
- S. 85 rechts <http://www.netzwelt.de>
- S. 85 o. links Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 85 u. links Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
- S. 86 <http://www.clive.nl>
- S. 87 links Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun

- S. 87 u. rechts Microsoft Deutschland GmbH
S. 87 u. links Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 88 alle Apple Computer München/Heinz Nixdorf
MuseumsForum, Paderborn
S. 89 alle Apple Computer, München/Heinz Nixdorf
MuseumsForum, Paderborn
S. 90 alle Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
S. 92 o. Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
S. 92 u. Apple Computer, München/100zehn GmbH, Haar
S. 93 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 96 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 97 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
S. 98 alle Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 99 alle Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 100 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 101 Apple Computer, München/100zehn GmbH, Haar
S. 102 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 103 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 104 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 105 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
S. 107 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 108/109 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 111 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 112 IBM Bildservice, Stuttgart
S. 114 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 116 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
S. 117 o. Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn/Jan Braun
S. 117 u. <http://www.unix.org>
S. 118 o. Koby-Antupit Photographers, Cambridge, MA
S. 118 u. <http://www.cybergeography.org/atlas>
S. 119 alle Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
S. 120 CERN, Genf
S. 122 Urheber nicht zu ermitteln
S. 125 Epson Deutschland GmbH, Meerbusch
S. 126 Peter Steiner, The Cartoon Bank

In einigen Fällen konnten die Inhaber eventueller Bildrechte nicht mehr ausfindig gemacht werden. Sollten Ansprüche bestehen, richten Sie diese bitte an das Stadtmuseum Tübingen.

Grafiken S. 94–95 Stadtmuseum Tübingen, Grafik: Christiane Hemmerich Konzeption und Gestaltung, Tübingen, Fotos: Fotolia.de

Gegenüber:

Mobilität wurde seit den 1980er Jahren zu einem wichtigen Trend der PC-Entwicklung – hier der Epson HX-20, einer der ersten tragbaren





Das Internet erlaubt nicht nur E-Mail, Auktionen, Recherchen oder Online-Banking – mit den Möglichkeiten des „world wide web“ stellt sich auch die Frage, wie sich der Mensch in der digitalen Welt präsentiert und definiert.

Dank

Bettina Baronesse von Freytag gen. Löringhoff, Tübingen
 Christopher Blum, Universitätsstadt Tübingen
 Dr. Gerd Brinkhus, Eberhard Karls Universität Tübingen,
 Universitätsbibliothek
 Otto Buchegger, Tübingen
 Gaby Chaudry, München
 Computerspiele Museum, Berlin
 Fahrion Engineering GmbH, Kornwestheim
 Susanne Fehlings, Tübingen
 Hanspeter Göke, Tübinger Musikschule e.V.
 Frank Hansch, Tübingen
 Christiane Hemmerich Konzeption und Gestaltung, Tübingen
 Florian Hoser, 100zehn GmbH, Haar
 Martin Käser, Stuttgart
 Wolfgang Kainz-Huber, Computermuseum München
 Susanne Kalk, Universitätsstadt Tübingen
 Susanne Kiefer, Philipp-Matthäus-Hahn-Museum, Albstadt
 Prof. Dr. Herbert Klaeren, Wilhelm Schickard-Institut
 der Eberhard Karls Universität Tübingen
 Eric Knauel, Wilhelm Schickard-Institut
 der Eberhard Karls Universität Tübingen
 Robert Kocher, IBM-Museum, Sindelfingen
 Klemens Krause, Computermuseum Stuttgart
 Kreissparkasse Tübingen
 Hilmar H.W. Krieg, Paderborn, KUK-Kunst GmbH
 Mediafanten.com, Tübingen
 Dr. Annette Michels, Eberhard Karls Universität Tübingen,
 Graphische Sammlung am Kunsthistorischen Institut
 Michael Mikolajczak, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn

Christine M. Müller, Microsoft Deutschland GmbH
 Christian Naß, Tübingen
 Peter Neumann, Ammerbuch
 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
 Karl-Heinz Panse, IBM-Bildarchiv
 Magdalene Popp-Grilli, Württembergische Landesbibliothek Stutt-
 gart, Handschriftenabteilung
 Gerhard Raiser, Tübingen
 Armin Rempfer, Eberhard-Karls Universität Tübingen,
 Universitätsbibliothek
 Dr. Alfons Renz, Tübingen
 Retina Implant GmbH, Reutlingen
 Saturn Tübingen
 Sebastian Schreiber, SySS GmbH, Tübingen
 Dr. Friedrich Seck, Tübingen
 Werner Seebode, IBM-Museum, Sindelfingen
 Prof. Dr. Herrad Spilling, Württembergische Landesbibliothek
 Stuttgart, Handschriftenabteilung
 Dr. Stefan Stein, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
 Dieter Stühmeier, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
 transtec AG, Tübingen
 Bernd Vettermann, Saturn Tübingen
 Wolfgang Vöhringer, Tübingen
 Alfred Wegener, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
 Private Leihgeber

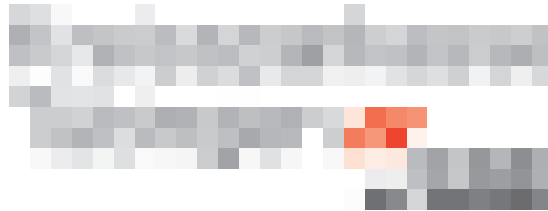
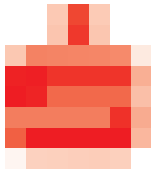
Unser Dank geht natürlich und in erster Linie auch an die Mitar-
 beiter des Stadtmuseums: Dr. Evamarie Blattner, Meike Niepelt,
 Simone Richter, Norbert Schuppe.

Leihgeber

Otto Buchegger, Tübingen
 Gaby Chaudry, München
 Computermuseum München
 Computermuseum Stuttgart
 Computerspiele Museum, Berlin
 Fahrion Engineering GmbH, Kornwestheim
 Eberhard Karls Universität Tübingen, Graphische Sammlung
 am Kunsthistorischen Institut
 Eberhard-Karls Universität Tübingen, Universitätsbibliothek
 IBM-Museum, Sindelfingen
 Martin Käser, Stuttgart

Prof. Dr. Herbert Klaeren, Wilhelm Schickard-Institut
 der Eberhard Karls Universität Tübingen
 Mediafanten.com, Tübingen
 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn
 Retina Implant GmbH, Reutlingen
 Saturn Tübingen
 transtec AG, Tübingen
 Württembergische Landesbibliothek Stuttgart, Handschriftenabtei-
 lung
 Private Leihgeber

Wir danken für die freundliche Unterstützung:



Abbildungen Rückseite:
ganz links: Peter Neumann, Ammerbuch
alle übrigen: Fotolia.de