

1 Einführung

1.1 Was ist eigentlich Informatik?

Im Jahre 1962 wurde der Begriff „informatique“ von dem französischen Ingenieur Philippe Dreyfus geprägt und 1968 – vorgeschlagen von dem damaligen Bundesforschungsminister Gerhard Stoltenberg – als „Informatik“ in die deutsche Sprache übernommen. Im englischen Sprachraum spricht man meist von „Computer Science“, also „Computer-Wissenschaft“, wengleich der Begriff Informatics ebenfalls bekannt ist. Das Wort Informatik vereinigt die Begriffe Information und Automation in sich, bedeutet also in etwa „automatische Informationsverarbeitung“.

Im „Informatik-Duden“ heißt es:

Informatik (*Computer Science*): Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern.

Die Hilfsmittel einer solchen automatischen Informationsverarbeitung sind Rechenmaschinen (Computer) oder allgemeiner (elektronische) Datenverarbeitungsanlagen. Deren prinzipieller Aufbau wird unter Verzicht auf technische Details in Kap. 1.3, 4 und 5 beschrieben.

Was unter Information zu verstehen ist, davon hat jeder Mensch eine intuitive Vorstellung. Für professionelle Anwendungen muss dieser Begriff noch präzisiert werden (siehe Kap. 2).

Möchte man eine klarere Vorstellung vom Wesen der Informatik erlangen, so ist es sinnvoll, nach den Wurzeln zu fragen. Historisch gesehen ist die Informatik aus der *Mathematik* und der *Elektrotechnik* hervorgegangen. Eine wichtige Rolle hat anfangs bei der Konstruktion von Rechenmaschinen auch die *Mechanik* gespielt. Im Vergleich mit anderen Wissenschaften steht die Informatik der Mathematik auch heute noch am nächsten, ist jedoch im Unterschied zu den reinen *Geisteswissenschaften* in wesentlich höherem Maße praxisorientiert. Von den *Naturwissenschaften* ist die Informatik durch ihre Beschäftigung mit *ideellen Sachverhalten* und *künstlichen Systemen* abgegrenzt und von den *Ingenieurwissenschaften* durch ihren teilweise *immateriellen Arbeitsgegenstand*. Mit all diesen Nachbardisziplinen besteht aber eine starke Wechselbeziehung. Man könnte die Informatik am ehesten unter dem umfassenderen Begriff der Wissenschaft von *Strukturen* und *Systemen* einordnen. Schlagwortartig, aber in gewissem Sinne auf den Punkt gebracht, kann man Informatik als „Intelligenzformalisierungstechnik“ einstufen [Bra96].

Einer weiteren Begriffsklärung und Abgrenzung mag die Unterteilung der Informatik in folgende Bereiche dienen:

- Die theoretische Informatik befasst sich mit Informations- und Codierungstheorie, formalen Sprachen, Automatentheorie, Algorithmen, Berechenbarkeit, Datenstrukturen und mathematischen Methoden.
- Das Arbeitsgebiet der praktischen Informatik ist in erster Linie die Software-Entwicklung. Dazu gehören auch Betriebssysteme, Compiler, Datenbanken und Rechnernetze.
- Aufgabe der technischen Informatik ist die Erforschung und Anwendung ingenieurwissenschaftlicher und physikalischer Grundlagen und Methoden, die für die Informatik benötigt werden. Ferner gehört dazu die Entwicklung von Schaltwerken (vgl. Kapitel 4.3) und Hardware-Strukturen, bis hin zum Aufbau von Rechenanlagen (Technik der Informatik).

- Bei der angewandten Informatik schließlich geht es zunächst um die Anwendung, Pflege und Entwicklung von Dienstprogrammen wie Editoren, Datenbanken und Compilern sowie um Betriebssysteme und Rechnernetze. In einem mehr praktischen Sinne steht der Einsatz von Computern im Vordergrund. Man unterscheidet hier *wirtschaftlich orientierte Anwendungen*, beispielsweise in der Verwaltung, bei Banken und Versicherungen sowie die *Informatik in der Technik*, d.h. die Anwendung der Informatik auf *technisch/wissenschaftliche Probleme*. Weitere Anwendungsbereiche sind die Informatik in der Lehre, in der Medizin in den Naturwissenschaften und in vielen anderen Fachgebieten. Von Bedeutung sind ferner Datenschutz und Datensicherheit sowie soziale und ethische Fragen. Oft entstehen so interdisziplinäre Arbeitsgebiete mit eigenen Namen wie *Wirtschaftsinformatik*, *Ingenieurinformatik*, *Medieninformatik*, *Medizininformatik* und *Bioinformatik*.

Zur Abgrenzung gegen die angewandte Informatik fasst man die theoretische, praktische und technische Informatik unter dem Oberbegriff Kerninformatik (auch allgemeine Informatik) zusammen.

In ihrem Selbstverständnis betrachten viele Informatiker ihr Arbeitsgebiet, trotz gewisser Probleme mit der eigenen Standortbestimmung, letztlich als Ingenieur-Disziplin. Ein Informatiker sollte sich daher auch eingehend über die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften informieren [Czi00] und sich daran orientieren, zumindest soweit er im Bereich der technischen Informatik arbeitet.

Ein sehr wesentlicher Aspekt bei der Arbeit des Informatikers ist die Modellbildung. Dabei wird ein Ausschnitt der Wirklichkeit der Welt mit Objekten, die Personen, Dinge, Abläufe und Beziehungen sein können, durch ein Modell ersetzt. Das Modell beschreibt mit logischen Begriffen reale oder auch nur gedachte (abstrakte) Objekte sowie Beziehungen zwischen ihnen. In der Informatik realisiert man Modelle durch eine Beschreibung (Spezifikation) oder durch Algorithmen. Modelle der Wirklichkeit kann man nutzen, um Einsichten in Vergangenes zu erlangen, um Bestehendes zu ordnen, vor allem aber um Aussagen über zukünftige Ereignisse zu machen. Sehr wichtig ist es, sich durch Tests ein Bild vom Grad der Übereinstimmung des Modells mit der Wirklichkeit zu machen (Validierung) und für eine möglichst fehlerfreie Realisierung des Modells durch eine Implementation als Computerprogramm zu sorgen. Hier bleibt immer eine Restunsicherheit, welche die Verantwortung des Informatikers für sein Handeln bestimmt. Dies gilt insbesondere wenn man wirkliche Abläufe mit weitreichenden Folgen steuert, die auch potentiell gefährlich sein können.

Mit den Informatikern konkurrieren in der beruflichen Praxis Absolventen anderer Studienrichtungen, die je nach ihrer Ausbildung Spezialkenntnisse mitbringen, über die Informatiker oft nicht verfügen: Betriebswirte, Volkswirte, Bankkaufleute und Wirtschaftsingenieure im kommerziellen Bereich (z.B. als DV-Organisatoren) sowie Ingenieure verschiedener Fachrichtungen im technisch- wissenschaftlichen Bereich, aber auch Mathematiker, Physiker und Lehrer. Der Informatiker kann demgegenüber seine vertieften Kenntnisse in den Grundlagen ins Feld führen. In Deutschland war bis ca. 2005 nach Studienabschluss an wissenschaftlichen Universitäten der akademische Grad *Diplominformatiker(in)* und an Fachhochschulen (Universities of Applied Sciences) der akademischen Grad *Diplominformatiker(in) (FH)* üblich. Im Zuge der Internationalisierung von Studienabschlüssen wurden auch in Deutschland *Bachelorstudiengänge* mit sechs bis sieben Semestern Regelstudienzeit eingeführt. Darauf aufbauend werden weiter qualifizierende *Masterstudiengänge* mit zumeist drei oder vier Semestern Dauer angeboten. Eine formale Differenzierung nach Abschlüssen an Universitäten und Fachhochschulen besteht zwar nicht mehr, üblicherweise sind die Studiengänge an Universitäten jedoch mehr forschungsorientiert und an den Hochschulen für angewandte Wissenschaften (Fachhochschulen) mehr anwendungsorientiert. Nach dem Master-Abschluss steht besonders begabten Absolventen auch die *Promotion* an Universitäten offen.

1.2 Zur Geschichte der Informatik

Die Wurzeln der Entwicklung der Informatik liegen im Bestreben der Menschen, nicht nur körperliche Arbeit durch den Einsatz von Werkzeugen und Maschinen zu erleichtern, sondern auch geistige Tätigkeiten. Dazu kam der Wunsch, Informationen zur Kommunikation mit anderen Menschen möglichst effizient zu übermitteln.

1.2.1 Frühe Zähl- und Rechensysteme

Am Anfang der Entwicklung standen Rechenhilfen, deren älteste Formen Rechensteine und Rechenbretter waren. Die wohl am weitesten verbreitete Rechenhilfe ist der etwa 4000 Jahre alte Abakus, der vermutlich von den Babyloniern erfunden wurde und über China nach Russland sowie in die arabische Welt gelangte und auch heute noch in Teilen der Welt gebräuchlich ist. Es handelt sich hierbei um ein aus beweglichen Perlen aufgebautes Zählwerk mit Überlaufspeicher, welches das Rechnen mit den vier Grundrechenarten erlaubt.

Voraussetzung für die Konstruktion und den Gebrauch von Rechenhilfen sind logisch aufgebaute Zähl- und Rechensysteme, die sich bereits in vorgeschichtlicher Zeit zu entwickeln begannen. Schon vor über 20000 Jahren findet man in steinzeitlichen Höhlenmalereien erste Zuordnungen von gleichartigen, relativ abstrakten Zählsymbolen zu Objekten, meist Tierdarstellungen [Dam88]. Nachweislich wurden vor ca. 12000 Jahren in sesshaften Kulturen mit Hilfe von eindeutigen Zuordnungen zwischen Objekten und Symbolen Quantitäten kontrolliert. Eine über bloßes Zählen hinausgehende Arithmetik existierte damals jedoch noch nicht. Diese entwickelte sich vor etwa 5000 Jahren in Mesopotamien; es gab allerdings zunächst keine auf Zahlen als ideelle Objekte bezogene Begriffsbildung. Dies zeigte sich zum Beispiel daran, dass der Wert von Zahlsymbolen vom Anwendungsbereich abhängen konnte: ein und dasselbe Zeichen konnte beispielsweise den Wert 10 besitzen, wenn es um das Abzählen von Bierkrügen ging, aber den Wert 18 im Zusammenhang mit Flächenmaßen von Getreideanbaugebieten. Abbildung 1.2.1 gibt ein Beispiel für die archaische Arithmetik.

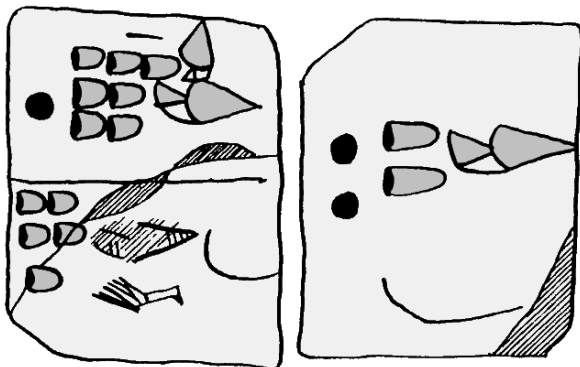


Abbildung 1.2.1:

Die linke Bildhälfte zeigt die Vorderseite einer ca. 5000 Jahre alten Steintafel, auf der Bieramphoren verzeichnet sind. Es werden 17 Einheiten und 5 Einheiten addiert. Das Ergebnis, 22 Einheiten, ist auf der Rückseite der Steintafel (rechte Bildhälfte) eingeritzt. Dabei hat das Zeichen • den Wert 10 und das Zeichen ▷ den Wert 1.

Im Zusammenhang mit solchen und auch weitaus komplizierteren Berechnungen wurde der Abakus entwickelt. Bereits zur Zeit Hammurabis um 1800 v. Chr. konnten die Babylonier schematische Lösungsverfahren einsetzen, z.B. um astronomische Probleme zu bearbeiten, etwa die Vorhersage von Sonnen- und Mondfinsternissen, was damals religiöse Bedeutung hatte. Dennoch war damit vermutlich noch kein abstrakter Zahlbegriff verbunden. Diese kulturhistorische Entwicklungsstufe wurde nach heutigem Wissen erstmals in der griechischen Antike vor 2500 Jahren erreicht [Ger96]. Aus dieser Zeit sind die ersten begrifflichen Bestimmungen von Zahlen als rein ideelle Objekte, also losgelöst von realen Objekten und Anwendungen, überliefert. Damit und mit Hilfe der von Aristoteles begründeten Logik war dann erstmals der Beweis von Zahleigenschaften sowie arithmetischen und geometrischen Sätzen

möglich. Damals entstandene Werke wie Elemente über die Grundlagen der Geometrie von Euklid und die Arbeiten des Archimedes besitzen auch heute noch uneingeschränkte Gültigkeit.

Der wichtigste Schritt war damit schon getan, denn auf dem Rechnen mit ganzen Zahlen baut letztlich die gesamte Computer-bezogene Mathematik auf: „*Die ganzen Zahlen hat Gott geschaffen, alles andere ist Menschenwerk*“ (Ludwig Kronecker).

Die ältesten Zähl- und Rechensysteme sind uns von den Sumerern, Indern, Ägyptern und Babyloniern übermittelt. Unser Zählsystem sowie die Schreibweise unserer Ziffern geht auf das indische und das daraus entwickelte arabische Ziffernsystem zurück. Insbesondere das von den Indern im 7. Jahrhundert v. Chr. entwickelte dezimale Stellensystem sowie die Einführung der Null waren wesentliche Fortschritte, durch die das Rechnen sehr erleichtert wurde. Abbildung 1.2.2 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Ziffernschreibweise. Im Mittelalter war noch das römische Ziffernsystem verbreitet, mit dem selbst einfachste Berechnungen nur sehr umständlich durchgeführt werden konnten [Bau96]. Die von Adam Riese (1492-1559) in seinen Rechenbüchern vorangetriebene Ziffernschreibweise in der heute gebräuchlichen Form sowie die üblichen formalen Regeln für das praktische Rechnen mit den vier Grundrechenarten sind allerdings erst ca. 500 Jahre alt.

— = ≡ ≠ ∫ ∫ ∫ ∫ ∫ ∫	Indisch um 300 vor Chr.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	Indisch um 800 nach Chr.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	Westarabisch, 11. Jh.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	Europäisch, 15. Jh.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	Europäisch (Dürer), 16. Jh.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	Neuzeit

Abbildung 1.2.2:

Die Entwicklung der Ziffernschreibweise von frühen Anfängen bis in unsere Zeit.

1.2.2 Die Entwicklung von Rechenmaschinen

Die konsequente Entwicklung von Rechenmaschinen begann im 17. Jahrhundert in Europa. Die Rechensteine bzw. die beweglichen Perlen des *Abakus* wurden durch die Zähne von Zahnrädern ersetzt. In Europa wurde ab 1650 eine von Partridge erfundene mechanische Rechenhilfe populär: der Rechenschieber. Mit Hilfe verschiebbarer Skalen mit logarithmischer Teilung kann man damit sehr schnell multiplizieren und dividieren. Die älteste dokumentierte Addiermaschine nach dem Zählradprinzip stammt von Wilhelm Schickard (1624). Im Laufe des 17. Jahrhunderts wurde das Prinzip weiterentwickelt und verfeinert, insbesondere durch Blaise Pascal (ab 1641). Pascals Maschine wurde kommerziell unter anderem für die Berechnung von Währungs-Wechselkursen und Steuern eingesetzt. Der Universalgelehrte Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) konstruierte ab 1673 die ersten Rechenmaschinen unter Verwendung von Walzen mit neun achsenparallelen Zähnen, deren Länge gestaffelt ist, den sog. Staffelwalzen. Von Leibniz stammen weitere sehr wesentliche Impulse, beispielsweise die Einführung der binären Arithmetik, die in den Arbeiten von George Boole (1815-1864) über die binäre Logik zu einer der Grundlagen der Informatik weiterentwickelt wurde. Leibniz war geleitet von der Vorstellung, es gäbe "... *eine allgemeine Methode, mit der alle Wahrheiten der Vernunft auf eine Art Berechnung zurückgeführt werden können*", eine Vermutung, die sich erst im 20. Jahrhundert als nicht haltbar erwies.

Im 17. Jahrhundert waren viele Grundsteine schon gelegt, die Mechanik der Rechenmaschinen war jedoch noch nicht mit der notwendigen Präzision und Stabilität herstellbar. Die zuverlässige, serienmäßige Produktion gelang erst Philipp Matthäus Hahn (1774).

Neben dem Rechenwerk ist ein Datenspeicher wesentlicher Bestandteil von Datenverarbeitungsanlagen. Die Entwicklung von Speichern begann mit Holzbrettchen, die mit Bohrungen versehen waren und der Steuerung von Webstühlen dienten. Das erste brauchbare Modell, mit dem auf einfache Weise Stoffe mit beliebigen Mustern gewebt werden konnten, wurde von Joseph Maria Jacquard (1804) gebaut. Auch mechanische Spieluhren verdienen in diesem Zusammenhang genannt zu werden. Das Speichern von Daten auf Lochkarten wurde von Hermann Hollerith perfektioniert und 1886 für statistische Erhebungen bei Volkszählungen im großen Stil eingesetzt. In dieser Zeit datiert auch der erste Anschluss eines Druckers an eine mechanische Rechenmaschine durch die Firma Burroughs im Jahre 1889. Ebenfalls im 19. Jahrhundert entstanden die ersten Analogrechner, die zunächst auf mechanischer, später dann auf elektrischer und elektronischer Basis arbeiteten, aber erst ab 1930 Bedeutung erlangten.

Das erste umfassende Computer-Konzept nach heutigem Muster mit Rechenwerk, Speicher, Steuerwerk sowie Ein- und Ausgabemöglichkeiten ist von Charles Babbage (1792-1871) überliefert. Die wissenschaftliche und auch materielle Unterstützung von Ada Byron Countess of Lovelace ermöglichte es Babbage, ab 1833 den Bau verschiedener Prototypen zu versuchen, darunter die Difference Engine und die Analytical Engine. Nach Ada Lovelace wurde übrigens die Programmiersprache ADA benannt. Wegen der damals noch unzulänglichen Fertigungsmethoden und beschränkter Finanzmittel kam Babbage allerdings über ein Versuchsstadium nicht hinaus. Eine der richtungsweisenden Ideen Babbages war die Umsetzung von Algorithmen in auf Lochkarten gespeicherte Programme, die seine Rechenmaschine steuern sollte. Von Ada Lovelace stammen auch die ersten Computerprogramme nach diesem Muster. Die Bezeichnung Algorithmus geht auf den arabischen Gelehrten Al Chwarizmi, um 820, zurück. Die Idee, Algorithmen als Lösungsverfahren mathematischer Probleme zu „mechanisieren“ wurde in Europa um das Jahr 1000 von Gerbert d'Aurillac, dem späteren Papst Silvester II., propagiert. Die Beschreibung von Algorithmen – für Leibniz „nach festen Regeln ablaufende Spiele mit Zeichen“ – erfordert die Formalisierung der Sprache zu einer symbolischen Sprache. Mit dieser um die Jahrhundertwende einsetzenden Entwicklung sind Namen wie Frege, Russel, Whitehead, Peano und Gödel eng verbunden. Letztlich ist ein Computerprogramm für Digitalrechner nichts anderes als die Übersetzung eines Algorithmus in eine für den Computer verständliche Sprache.

Neben der Entwicklung von mechanischen Rechenmaschinen lieferten auch die Fortschritte in der Mechanisierung der Kommunikation wesentliche Beiträge zum Konzept eines Computers. Die Ursprünge sprachlicher Kommunikation liegen im Dunkel. Die ersten schriftlichen Aufzeichnungen sind Wort- und Silbensymbole, die auf über 5000 Jahre alten sumerischen Steintafeln gefunden wurden. Diese Schriftsysteme entwickelten sich dann in verschiedenen Teilen der Erde weiter über die ägyptische Hieroglyphenschrift sowie die chinesische und japanische Silbenschrift bis hin zur Etablierung bedeutungsunabhängiger, alphabetischer Schriftzeichen mit Konsonanten und Vokalen im Mittelmeerraum (Semiten, Phönizier, Etrusker, Griechen). Die ersten, vor etwa 3000 Jahren entstandenen Alphabete dienten dann als Grundlage für die römischen Schriftzeichen, die im lateinischen Alphabet bis in unsere Zeit verwendet werden.

Parallel mit der Entwicklung von Sprache und Schrift nahm schon in vorgeschichtlicher Zeit die optische und akustische Übertragung von Nachrichten über weite Strecken mit Signalfeuern, Rauchzeichen und Trommelsignalen ihren Anfang. Bekannt aus der griechischen Geschichte sind die Fackeln des Polybius, die vor allem zur optischen Übertragung militärischer Informationen verwendet wurden.

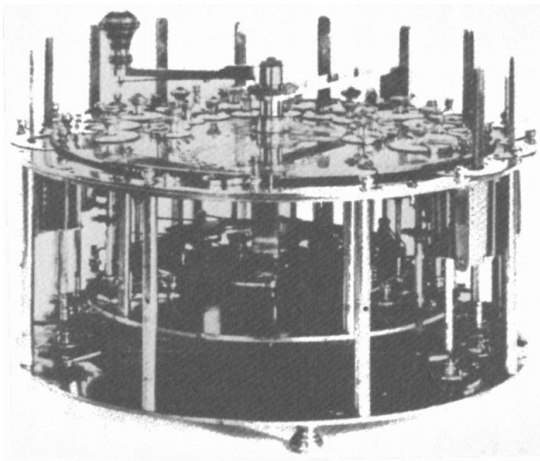
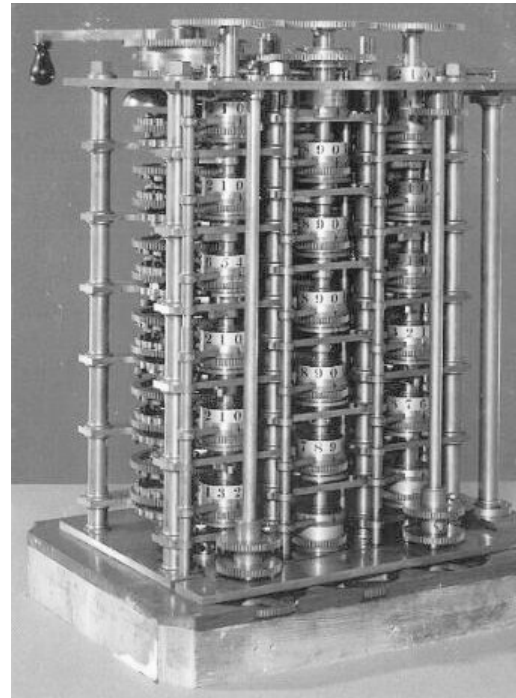
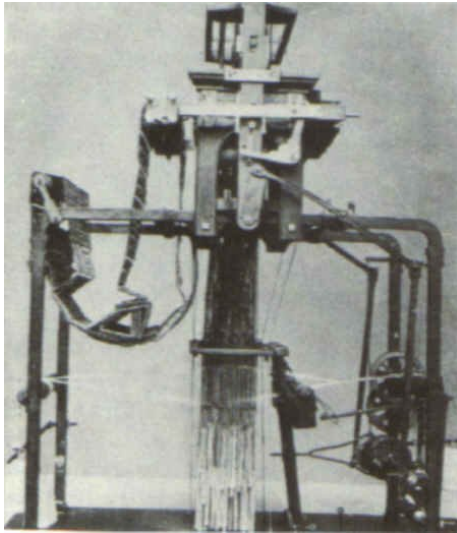


Abbildung 1.2.3:

Beispiele zur Entwicklung mechanischer Rechenmaschinen.

Links oben: Teilansicht des programmgesteuerten Webstuhls von J. M. Jacquard.

Links unten: die Addiermaschine von B. Pascal.

Rechts oben: Die Difference Engine von Ch. Babbage.

Buchstaben		Ziffern	
a	.-	1	-----
ä	.-.-	2	-----
b	---.	3	-----
c	---.	4	-----
ch	----	5	-----
d	..	6	-----
e	.	7	-----
f	8	-----
g	..	9	-----
h	0	-----
i	..		
j	.-.-		
k	.-.		
l	.-.		
m	--		
n	..		
o	---		
ö	----		
p	---.		
q	---.		
r	..		
s	...		
t	-		
u	..		
ü	.-.-		
v	...-		
w	.-.		
x	.-.		
y	.-.		
z	---.		

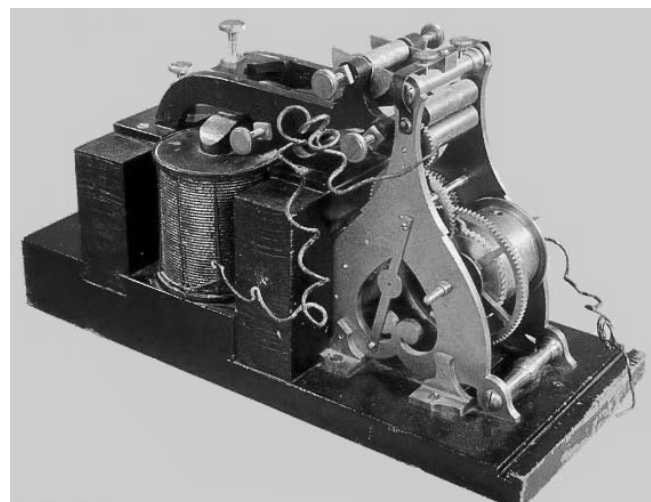


Abbildung 1.2.4:

Links: Das Morse-Alphabet. Ein Punkt steht für einen kurzen, ein Strich für einen langen Ton, die Zeichentrennung erfolgte durch eine längere Pause. Um codierte Texte kurz zu halten, wurden häufig auftretenden Zeichen wie e, t, i, a, n und m kurze Folgen aus Strichen und Punkten zugeordnet.

Rechts: Ein Morse-Telegraphenregister zum Empfangen und Ausgeben von Morse-Nachrichten.

Größere Bedeutung erlangte der optische Flügeltelegraph von C. Chappe gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Noch heute sind in der Seefahrt Flaggensignale gebräuchlich. Global durchsetzen konnte sich die Informationsübertragung über weite Strecken aber erst nach der Erfindung der elektrischen Telegraphie und des Morse-Alphabets (siehe Abb. 1.2.4) durch Samuel Morse, der 1836 in Amerika den ersten Schreiblegraphen entwickelte. Die erste elektrische Sprachübertragung (Telefonie) wurde 1861 von Philipp Reis in Frankfurt demonstriert und dann in Amerika durch A. G. Bell zur Marktreife gebracht. In dieser Zeit nahm die Nachrichtentechnik einen raschen Aufschwung. Als Meilensteine zu nennen sind die Inbetriebnahme der ersten Kabelverbindung von Europa nach Nordamerika in 1857, die erste Funkübertragung über den Ärmelkanal durch Markoni in 1899, die Erfindung der Nachrichtenspeicherung durch T. A. Edison auf Magnetwalzen und Schallplatten sowie die 1901 erstmals gelungene Übertragung von Bildern zunächst in der Bildtelegrafie durch A. Korn und danach in Fernsehgeräten (General Electric, 1928).

1.2.3 Die Computer-Generationen

Bereits zwischen 1910 und 1920 hat der Spanier Torres y Queveda elektromechanische Rechenmaschinen gebaut. Der erste Rechner mit einer Programmsteuerung nach dem Prinzip von Babbage war jedoch die aus elektromechanischen Schaltelementen bestehende Z1 von Konrad Zuse (1910-1996), die allerdings über ein Entwicklungsstadium nicht hinauskam. Der Durchbruch zu einer voll funktionsfähigen Anlage gelang Zuse dann 1941 mit der Z3, die mit einigen tausend Relais für Steuerung, Speicher und Rechenwerk ausgestattet war. Die Maschine beherrschte die vier Grundrechenarten und war auch in der Lage, Wurzeln zu berechnen. Eine Multiplikation dauerte ca. 3 Sekunden. Programme wurden über Lochstreifen eingegeben. Zuses Verdienst ist auch die Einführung von Zahlen in Gleitpunktdarstellung.



Abbildung 1.2.5: Konrad Zuse.

Die Entwicklung von Computern nahm dann einen steilen Aufschwung in den U.S.A. 1939 wurde durch George R. Stibitz bei den Bell Laboratories ein spezieller Rechenautomat auf Basis von Relais entwickelt, der die bei der Schaltungsentwicklung benötigte Multiplikation und Division komplexer Zahlen beherrschte. 1944 entstand MARK1, eine von Howard A. Aiken (1900-1973) entwickelte Maschine auf elektromechanischer Basis. Schon wenig später, 1946, war ENIAC (Electronic Numeric Integrator and Computer), der von John P. Eckert (1919-1995) und John W. Mauchly (1907-1980) konstruierte erste mit Elektronenröhren arbeitende Computer einsatzbereit. Er nahm ca. 140 m² in Anspruch, hatte eine Leistungsaufnahme von ca. 150 kW und enthielt ca. 18000 Röhren. ENIAC war etwa 1000 mal schneller als MARK1: Für die Multiplikation zweier zehnstelliger Zahlen benötigte er 2.8 Millisekunden. Haupteinsatzgebiet von ENIAC war die Berechnung von Bahnen für Flugkörper. Der erste in Deutschland gebaute Computer mit Elektronenröhren war die PERM an der TU München. An diesem Rechner hat noch die erste Generation von Informatik-Studenten (einschließlich des Schreibers dieser Zeilen) Programmieren gelernt, bis er Anfang der 70er Jahre außer Betrieb genommen wurde. Stark geprägt wurde die Informatik in Deutschland damals durch F. L. Bauer, unter dessen Leitung die TU München als erste deutsche Universität 1967 eine „Studienrichtung Informationsverarbeitung“ anbot. 1970 wurde dann mit einem eigenständigen Studiengang Informatik begonnen.

Die Computer-Wissenschaft wurde in dieser Zeit wesentlich durch den Physiker und Mathematiker John von Neumann (1903-1957) beeinflusst; nach ihm werden die damals entwickelten Prinzipien zum Bau von Rechenanlagen als von-Neumann-Architektur bezeichnet. Kennzeichnend dafür ist im wesentlichen die sequentielle Abarbeitung von Programmen.

Die seit etwa 1940 zu beobachtende stürmische Entwicklung von Datenverarbeitungsanlagen ist auch heute noch ungebrochen. Zu ihrer Klassifikation teilt man DV-Anlagen üblicherweise grob in folgende Generationen ein:

0. Generation

Programmierbare elektromechanische Rechenmaschinen nach den Prinzipien von Babbage. Da diese Maschinen elektromechanisch mit Hilfe von Relais arbeiten, kann man sie noch nicht als elektronische Rechenanlagen im engeren Sinne bezeichnen. Vertreter dieser Generation waren die Maschinen von Zuse (Z3) und Aiken (MARK I).

1. Generation

Übergang von der Elektromechanik zur Elektronik. An Stelle von Relais wurden jetzt also Röhren eingesetzt. Zu dieser Generation gehören die ersten nach heutiger Definition als Computer zu bezeichnenden Maschinen wie ENIAC und PERM. Dazu zählen aber auch die ersten Rechner der Firmen Remington Rand und IBM, die ab 1948 gebaut wurden. Geschichte machte der nicht nur für technisch/wissenschaftliche, sondern auch schon für kommerzielle Zwecke eingesetzte, 1952 in Serie gegangene IBM-Großrechner des Typs 701. Als Speicher dienten damals Magnettrommelspeicher. In dieser Zeit begann bei IBM auch die Entwicklung von Betriebssystemen unter Gene Amdahl. Programmiert wurde zunächst in ASSEMBLER, einer symbolischen Maschinensprache, die erstmals 1950 von H. V. Wilkes in England eingesetzt wurde. FORTRAN, entwickelt 1954 von John Backus, folgte als erste höhere Programmiersprache.

2. Generation

Diese Entwicklungsstufe ist geprägt durch die Ersetzung der Röhren durch die wesentlich kleineren, sparsameren und weniger anfälligen Transistoren. Der erste Vertreter dieser Generation war ein 1955 bei den Bell Laboratories gebauter Rechner für militärische Zwecke, der 11000 Dioden und 800 Transistoren enthielt. Die Leistungsaufnahme betrug nur noch 100 Watt. Kurz darauf wurde auch bei kommerziellen Großrechnern diese Technik eingesetzt. Als Hauptspeicher dienten magnetische Ferritkernspeicher, als externe Speicher Trommel- und Magnetbandspeicher. 1956 entstand IPL, ein Vorläufer der KI-Sprache LISP, führte aber zunächst wegen der beschränkten Leistungsfähigkeit der Hardware nur ein Schattendasein. 1960 war dann auch die bei IBM entwickelte erste kommerzielle Programmiersprache COBOL (Common Business Oriented Language) einsatzfähig. Ebenfalls 1960 wird ALGOL (Algorithmic Language) als Alternative zu FORTRAN vorgestellt, konnte sich jedoch nicht durchsetzen.

3. Generation

Von Transistoren ging man nun zu integrierten Schaltkreisen über. Mit deren Hilfe konnten bei erhöhter Leistungsfähigkeit noch kleinere und preiswertere Geräte entwickelt werden. Von der Firma Digital Equipment (DEC) wurden als typische Vertreter dieser Generation um 1960 die ersten Minicomputer (PDP 8) auf den Markt gebracht, die auf einem Schreibtisch Platz finden konnten. IBM stellte 1964 den ersten Großrechner der Serie 360 vor. Diese unter der Leitung von Gene Amdahl entwickelte Rechner-Familie stellte für lange Zeit die weltweit am meisten eingesetzten Computer. Die Bezeichnung „360“ sollte symbolisieren, dass dieser Rechner „rundum“, alle Ansprüche befriedigen könne. In dieser Zeit kamen auch zahlreiche weitere Programmiersprachen wie BASIC, PL/1, PASCAL etc. auf den Markt.

4. Generation

Einsatz von höchstintegrierten Schaltkreisen (Very Large Scale Integration, VLSI). Mit dieser Technik wurde es möglich, eine vollständige CPU auf einem einzigen Chip zu integrieren. Zur vierten Generation gehört eine breite Palette von Computern, die vom preiswerten Personal-Computer bis zu den Super-Computern der Firmen Control Data Corporation (CDC) und Cray reicht. Die Geschichte der Mikro-Computer begann 1973 auf Grundlage des Mikroprozessors 8080 der Firma Intel. Ein Meilenstein war der IBM Mikro-Computer 5100 mit 64 kByte Arbeitsspeicher, der in BASIC oder APL programmiert werden konnte und schon für 8.975,- Dollar zu haben war. 1977 brachten Steve Jobs und Stephen Wozniak den sehr erfolgreichen Apple-Computer heraus, am 12. August 1981 endlich stellte der Branchenriese IBM den Personal-Computer (PC) der Öffentlichkeit vor. 1985 drang dann der Computer mit dem Commodore Amiga auch in die Kinderzimmer vor. Ab 1988 kamen die ersten 32-Bit Mikroprozessoren auf den Markt.

Eng verbunden mit dem IBM-PC ist das Betriebssystem MS-DOS, das Microsoft für IBM entwickelt hat. Die geistigen Väter sind Tim Patterson und Bill Gates, der heute zu den reichsten Menschen der Welt zählt. Weit verbreitet war damals auch das 1976 bei Digital Research entstandene Betriebssystem CP/M (von Control Program / Micro Computer) für Mikro-Computer. Auch die KI-Sprachen LISP und PROLOG kommen nun zu Ehren. Die Programmiersprache C und das Betriebssystem Unix, von B. W. Kernighan und D. M. Ritchie bei den Bell Laboratories entwickelt, treten ihren Siegeszug an.

Als Vertreter der 4. Generation sind schließlich noch die ersten elektronischen Taschenrechner von Texas Instruments (1972) und Hewlett-Packard (1973) zu nennen. Im Jahre 1976 folgten dann frei programmierbare Taschenrechner von Hewlett-Packard.

5. Generation

Seit Mitte der 80er Jahre wird parallel zur vorherrschenden 4. Generation die 5. Rechnergeneration entwickelt, deren wesentliches Merkmal eine Abkehr von der vorherrschenden von-Neumann-Architektur ist. Parallele Verarbeitung mit mehreren Prozessoren und der Einsatz neuer Bauelemente stehen dabei im Vordergrund. Auch gewinnt neben dem Rechnen mit Zahlen die Verarbeitung nicht-numerischer Daten immer mehr an Bedeutung. Zu nennen sind hier etwa komplexe Textverarbeitung, Datenbanken sowie Expertensysteme, Verstehen von Bildern und Sprache und andere Anwendungen im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI). In diese Kategorie fallen auch Rechner, die nach dem Prinzip der Neuronalen Netze arbeiten sowie massiv parallele Multiprozessor-Systeme wie etwa die Connection Machine (siehe Kap 5.3).

Seit den Zeiten des ENIAC bis heute gelang eine Steigerung der Rechenleistung von Computern um ca. 6 Zehnerpotenzen. Parallel dazu stieg die Packungsdichte um etwa denselben Faktor, während die Herstellungskosten dramatisch sanken.

Wegen der immer stärker werdenden Betonung nichtnumerischer Anwendungen ist die Bezeichnung „Rechner“ oder „Computer“ heute eigentlich nicht mehr ganz zutreffend; der Ausdruck „elektronische Datenverarbeitungsanlage“ bzw. „EDV-Anlage“ erscheint korrekter.

Diskutiert werden in diesem Zusammenhang auch die Grenzen des überhaupt Machbaren [Hof89], [Pen02], bzw. inwieweit die Realisierung der sich eröffnenden Möglichkeiten auch wünschenswert und ethisch vertretbar ist [Wei76].