

## 5. 100000000000 Jahre Informatik?

100 Milliarden Jahre Informatik? Nein, nicht ganz: Binärzahlen haben Sie ja gerade näher kennen gelernt und die Zahl 100000000000 entspricht im üblichen Dezimalsystem der 2048. Viele Leserinnen und Leser wundern sich bestimmt trotzdem noch: Eventuell ist der Name Konrad Zuse bekannt, der in den 30er-Jahren des 20. Jahrhunderts den ersten funktionierenden elektrischen Computer gebaut hat, aber 2048 Jahre ist das noch nicht her!

In den letzten Kapiteln konnten Sie jedoch nachvollziehen, dass Informatik eine Disziplin des menschlichen Denkens und der menschlichen Kreativität ist. Computer stellen dabei die wesentlichen Werkzeuge dar, sind aber genau genommen nicht Gegenstand unserer Wissenschaft!

Auf den folgenden Seiten werde ich daher die für viele unbekannte Geschichte der Informatik etwas näher beleuchten und darlegen, warum es fast unmöglich ist, einen genauen Beginn der Informatik festzulegen. Auf jeden Fall liegt dieser aber deutlich weiter zurück als Konrad Zuses erster Erfolg beim Bau des Computers. Machen Sie sich selbst ein Bild! Natürlich dürfen Sie dabei wieder fleißig experimentieren. Dafür erhebt dieses Kapitel keinesfalls Anspruch auf historische Vollständigkeit. Vielmehr soll es durch einige ausgewählte Schlaglichter anregen, selbst noch mehr herauszufinden. Viel Vergnügen bei lebendiger Geschichte!

### Rechenmaschinen

Bereits seit Jahrtausenden bauten Menschen Maschinen, um sich Arbeiten des täglichen Lebens zu erleichtern bzw. diese überhaupt zu ermöglichen. Hebelkonstruktionen ließen unsere Urahnen bereits sehr große Gewichte bewegen. Transportwagen brachten Güter zu entfernten Orten. Spezielle Öfen erlaubten es, Ton wasserdicht zu brennen und Eisenerz zu schmelzen. Die Geschichte menschlichen Erfindungsreichtums ist umfangreich.

Der Einsatz von Apparaten beschränkte sich aber durchaus nicht nur auf mechanische Tätigkeiten. Den ersten „Rechenapparat“ bildeten sicherlich die menschlichen Finger, zusammen mit einfachen Regeln für die Addition und Subtraktion, so wie sie heute auch noch von Kindern auf der ganzen Welt verwendet werden. Die plausible Begründung für unser heutiges Zahlensystem mit zehn verschiedenen Ziffern sind unsere zehn Finger.

Kerbhölzer dienten den Babyloniern schon vor über 30.000 Jahren als Zähl- und Rechenhilfe. Zum Addieren ritzte man nacheinander die Summanden ein und zählte danach alle Kerben.

Vielleicht fängt die Geschichte der Informatik aber auch erst an, wenn die Hilfsmittel für das Rechnen ein Stellenwertsystem repräsentieren: Die Perlen im über 3000 Jahre alten Abakus stehen je nach Position für 1, 10, 100, ... Chinesen und Römer nutzten einen Typ Abakus wie den in Abbildung 5.1, der auch noch jeweils Perlen für den Faktor



**Kerbholz**, wie es seit Jahrtausenden genutzt wurde. Als „Quittung“ konnte es längs auseinandergebrochen werden, dann hatte jeder Vertragspartner die Möglichkeit, nachträgliche Manipulation festzustellen.

**Abbildung 5.1**

Abakus aus Holz – nach römischer bzw. chinesischer Bauart. Die dargestellte Zahl ist 182.463.



**Wilhelm Schickard** (1592–1635) war Universalgelehrter und Professor für biblische Sprachen, Mathematik und Astronomie an der Universität Tübingen.



5 hatte, um sich die Arbeit mit den Grundrechenarten zu vereinfachen. Die Ausführung wurde über die Zeit immer besser, aber an der grundsätzlichen Funktionsweise hat sich bis heute nichts verändert. Geht man in China in einen kleinen Laden, zum Markt oder auch in ein modernes Kaufhaus, wird dort heute noch oft der Preis mit einem Abakus bestimmt.

Können Sie mit dem Abakus umgehen? Zum Recheng Gerät wird er nämlich erst in Verbindung mit festen Abläufen, die man erlernen muss, um ihn zu bedienen. Der Mensch ist hier noch von entscheidender Bedeutung.

Mit der Zeit wurden dann auch Geräte entwickelt, die schon mehr nach „Maschine“ aussahen. So konstruierte 1623 der Tübinger Professor Wilhelm Schickard einen Apparat, der automatisch addieren und subtrahieren konnte. Diese Maschine gilt als erste urkundlich erwähnte Rechenmaschine mit einem Zahnradgetriebe (Abbildung 5.2). Selbst Multiplikation und Division sind (allerdings unter starker menschlicher Mithilfe) möglich.

Innerhalb weniger Jahre zogen unzählige andere berühmte Wissenschaftler mit eigenen Modellen nach, so Blaise Pascal und Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibniz. Die Nachbauten sind heute noch funktionsfähig im Deutschen Museum in München zu bewundern.

Auch wenn die beschriebenen Maschinen geistige statt körperlicher Arbeit verrichten oder erleichtern konnten, so waren sie doch vom Typ her eher mit dem Hebelkran oder dem Pferdewagen vergleichbar als mit einem Computer von heute. Warum?

Bei all diesen Maschinen war von ihrer Erbauung an klar, wofür sie gebraucht wurden: Man konnte mit einer Maschine Lasten transportieren, mit der anderen Additionen ausführen. Niemand ist auch nur auf die Idee gekommen, zum Beispiel mit einer Rechenmaschine Musik zu komponieren oder Texte zu schreiben – hierfür gab es wiederum spezielle Apparaturen.



**Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646–1716) war als Jurist, Naturwissenschaftler, Politiker, Philosoph, Historiker, Theologe und Diplomat. Er verband immer die Mathematik und besonders Zahlen mit der Mythologie. 1673 stellte er seine Rechenmaschine vor, die nicht nur Addition und Subtraktion, sondern auch Multiplikation und Division beherrschte.



**Abbildung 5.2**  
Rekonstruktion der Schickard'schen Rechenmaschine im Technoseum Mannheim

Ein Umbau zu einer Spieluhr oder einer Satzmaschine wäre vielleicht möglich gewesen – es wäre dabei aber ein völlig neuer Apparat entstanden, der dann wiederum nur eine vorbestimmte Funktionsweise besessen hätte.



## Babbage und seine Idee

Beim heutigen Computer ist alles anders: Seine Herstellung legt noch überhaupt nicht fest, ob er später einmal auf einem Schreibtisch für Textverarbeitung verwendet wird oder in einer Industriehalle Roboter steuert oder an Bord eines Flugzeugs den Piloten bei der Navigation unterstützt: Seine Funktionsweise wird weitgehend nicht von seiner Bauart bestimmt, sondern von der Software, die darauf läuft.

Charles Babbage war im England des 19. Jahrhunderts als Mathematiker und Naturwissenschaftler tätig. Er entwickelte für die Krone verschiedene Rechenapparate, zum Beispiel einen, mit dem man mechanisch Quadratzahlen bestimmen konnte, um auf diese Weise genaue Rechentabellen herzustellen. Solche Tabellen waren wiederum für die Navigation auf See unerlässlich und ein Großteil der britischen Macht beruhte auf dem zielgenauen Einsatz der Flotte.

Babbages Rechenapparate funktionierten gut und der Staat finanzierte den Erfinder dafür. Allerdings verwendete dieser immer mehr Entwicklungszeit auf seine eigentliche Vision: die Analytical Engine (deutsch „untersuchende Maschine“). Im Wesentlichen handelte es sich um einen komplexen mechanischen Apparat, der statt einer festen Funktion eine Programmierung durch Lochkarten erlaubte.

Diese Idee war revolutionär: Nicht nur, dass hier eine Maschine entworfen wurde, ohne ihre genaue Funktion zu umreißen, sie hatte auch bereits wichtige Eigenschaften

**Blaise Pascal** (1623–1662). Sein Vater war ein hoher Steuerbeamter und für ihn erfand Pascal 1642 eine Rechenmaschine, die „Pascaline“. Anfangs konnte sie nur addieren, nach zehn weiteren Jahren Entwicklungsarbeit auch subtrahieren. Pascal ist uns heute hauptsächlich als Namensgeber des Pascal'schen Dreiecks und des „Satzes von Pascal“ geläufig, beides war allerdings bereits lange vor seiner Zeit bekannt. Die Programmiersprache wurde seiner Rechenmaschine zu Ehren nach Pascal benannt, ebenso die Einheit des Luftdrucks, um seine diesbezüglichen Experimente zu würdigen.

**Abbildung 5.3**

Lochkarten zur Steuerung eines automatischen Webstuhls. Sie enthalten die Information für das Muster des Stoffes.



**Charles Babbage** (1791–1871) war Mathematiker und Naturwissenschaftler und – wie man sagen könnte – einer der ersten Ingenieure. Er entwickelte auf Basis seiner fundierten wissenschaftlichen Ausbildung Maschinen für verschiedene Tätigkeiten, die vorher dem Menschen vorbehalten waren, etwa das Erstellen von Tabellen für die Navigation von Schiffen. Er hatte als Erster die Idee für eine „universelle Maschine“, deren Zweck zum Zeitpunkt des Erbauens der Maschine noch nicht feststand, die also nachträglich programmiert werden konnte (und musste).

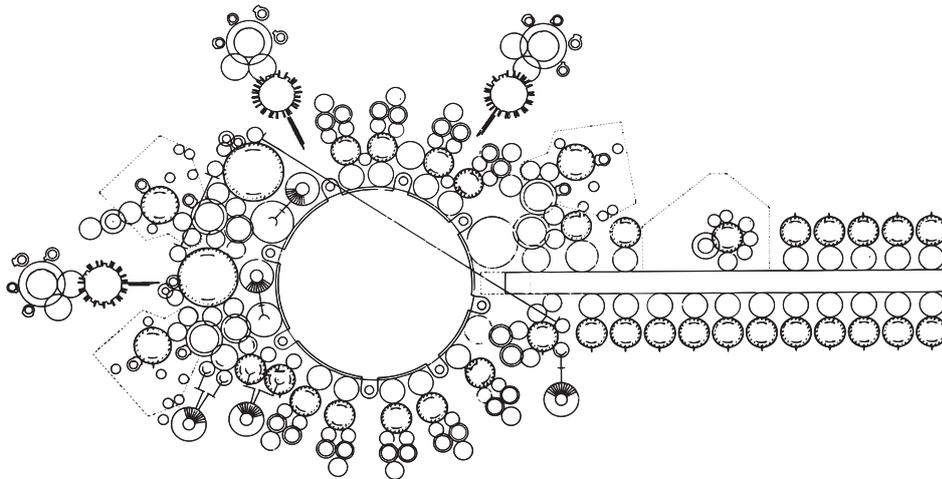
heutiger Computer. So unterschied Babbage zwischen dem „Store“, also dem Speicher für die Daten, und der „Mill“, die einem Rechenwerk, also etwa einem heutigen Prozessor entspricht. Abbildung 5.4 zeigt eine vereinfachte Konstruktionszeichnung von der „Mill“. Mit den Lochkarten konnte man dann programmieren, welche mathematischen Grundoperationen das Rechenwerk auf bestimmten Speicherstellen ausführen sollte und welche Teile dieses Programms unter welchen Bedingungen zu wiederholen sind.

Lochkarten sind keinesfalls eine Erfindung der Informationstechnik, sondern werden seit 1745 dazu genutzt, automatische Webstühle mit einem Muster für Stoffe und Teppiche zu „programmieren“. Das Verfahren stammt aus Frankreich und wurde von Jacques de Vaucanson entwickelt, 1804 von Joseph-Marie Jacquard verbessert, nach dem es heute noch benannt ist.

Die Karten für besonders hübsche Stoffmuster oder -bilder waren sehr viel wert und wurden häufiger entwendet. Erste Formen der „Software-Piraterie“? Abbildung 5.3 zeigt Lochkarten, die in einen automatischen Webstuhl eingelegt sind.

Interessanterweise war damals die Frauenquote in der Informationstechnologie sehr hoch, denn neben Babbage beschäftigte sich nur noch eine Person mit der Analytical Engine: Ada Augusta, Countess of Lovelace. Sie war die Tochter des englischen Dichters Lord Byron und kombinierte sein poetisches Erbe mit einer fundierten wissenschaftlichen Ausbildung.

Als eine von sehr wenigen erkannte sie das große Potential von Babbages Erfindung und unterstützte ihn fortan – einerseits als sein Sprachrohr zur englischen „High Society“ und andererseits, indem sie bereits ausführliche Programme schrieb. Die so erstellte Software diente einerseits zur Berechnung mathematischer Größen wie den Bernoulli-Zahlen, andererseits aber auch zur Komposition komplexer Musik. Ada ging daher als erste Programmiererin in die Geschichte ein. 1979 wurde eine Pro-



**Abbildung 5.4**  
Babbages „Analytical Engine“ hatte ein mechanisches Pendant zum modernen Rechenwerk. Er nannte dies „Mill“, weil die Zahnradkonstruktion an eine Mühle erinnert.

grammiersprache nach ihr benannt. Sie wird noch heute als Symbolfigur genutzt, um mehr Frauen für technische Studien und Berufe zu begeistern.

Tragisch: Obwohl die meisten der Programme lauffähig waren, erlebte Ada die Ausführung auf einer echten Maschine nie. Die Analytical Engine blieb in der Planungsphase stecken. Wie so viele große Erfinder beschäftigte sich Babbage nicht genügend mit der Akquise von Mitteln für die Realisierung. Bei seinem Tod 1871 hatte er noch nicht einmal einen Prototyp komplett fertiggestellt und seine Idee geriet lange Zeit in Vergessenheit.

Eventuell hat bei Babbages Maschine jedoch auch ein wichtiges Konzept gefehlt. Welches könnte das sein? Wir haben ja bereits besprochen, dass darin ganz wichtige Ideen moderner Computer durchaus vorhanden waren: die Aufteilung in unterschiedliche Werke, eine Art Programmablaufspeicher, ein Antrieb usw.

Allerdings wollte Babbage, dass seine Maschine in dem uns Menschen vertrauten Dezimalsystem arbeitet. Um zu ergründen, warum das eventuell eine schlechte Entscheidung ist, gehen wir in der Geschichte vorübergehend noch einmal viel weiter zurück: in die Zeit antiker Hochkulturen in Ägypten und Äthiopien.

## Die Äthiopische Multiplikation

Abbildung 5.5 zeigt zwei Händler, die sich über den Preis für 37 Amphoren mit Datteln geeinigt haben: Jede Amphore soll 13 Shekel kosten. Aber wie viel muss nun insgesamt bezahlt werden? Weder Käufer noch Verkäufer konnten multiplizieren.

Die einfachste Möglichkeit wäre sicher gewesen, neben jeder Amphore 13 Shekel zu deponieren und diese dann einzusammeln. Tatsächlich ist jedoch ein anderes Verfahren überliefert, das heute unter den Bezeichnungen „Äthiopische Multiplikation“, „Ägyptische Multiplikation“ oder „Russische Bauernmultiplikation“ bekannt ist.

Es beruht auf zwei Spalten mit Kuhlen, die in den Sand gegraben und mit unterschiedlichen Anzahlen von Steinchen befüllt werden. Sie können die Kuhlen aus Abbildung 5.K1 oder dem Bastelbogen verwenden. Als Ersatz für Steinchen eignen sich zum Beispiel Linsen oder Steckperlen. Sie können natürlich auch einfach Zahlen schreiben.



**Ada Augusta Byron King, Countess of Lovelace** (1815–1852) war für ihre Zeit eine Ausnahme, da sie – unterstützt von ihrer Mutter und später von ihrem Ehemann – als Frau in Mathematik und Naturwissenschaften ausgebildet war. Ada gilt als erste Programmiererin der Welt, da sie nicht nur Babbages Ideen dokumentierte und ergänzte, sondern auch für die damals nie gebaute Analytical Engine erste Programme verfasste.

**Abbildung 5.5**  
Händler verhandeln einen  
Preis – sie können allerdings  
nicht rechnen.



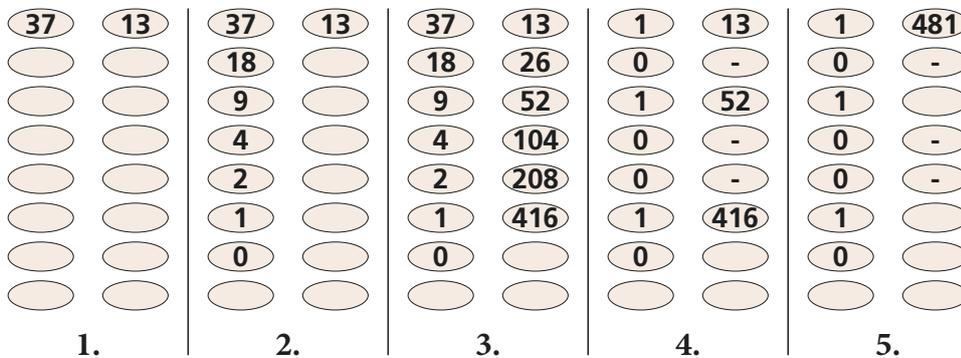
Ich zeige die durchzuführenden Rechenschritte anhand des Beispiels der Multiplikatanden 37 und 13, bitte vollziehen Sie diese mit anderen, selbst ausgedachten Zahlen nach. Falls Sie tatsächlich kleine Objekte zum Zählen verwenden, sollten Sie auf jeden Fall kleinere Zahlen als im Beispiel benutzen – warum, werden Sie bald sehen.

Führen Sie nun den folgenden Algorithmus durch. Abbildung 5.6 zeigt zum Vergleich die Schritte mit den Beispielzahlen.

1. Die beiden Multiplikanden kommen in die oberen beiden Kuhlen
2. Wir betrachten nur die **linken** Kuhlen: In jede leere Kuhle kommen halb so viele Steinchen wie in die Kuhle darüber. Geht das nicht auf, runden wir ab. Das kann man machen, indem man so viele Steinchen in die Hand nimmt wie darüber, und dann nur jedes zweite Steinchen in die Kuhle darunter abzählt. Bleibt abgerundet kein Steinchen übrig, hören wir auf.
3. Wir betrachten nur die **rechten** Kuhlen: In jede leere Kuhle kommen doppelt so viele Steinchen wie in die Kuhle darüber. Das machen wir in allen Kuhlen, für die in der Kuhle links davon auch Steinchen liegen. Das kann man machen, indem man zwei Mal jeweils so viele Steinchen abzählt wie in der Kuhle darüber, und sie in die Kuhle darunter gibt.
4. Noch einmal nur in der **linken** Spalte: Aus allen Kuhlen so lange immer zwei Steinchen auf einmal herausnehmen, bis sich nur noch eines oder gar keines darin befindet. Bleibt keines übrig, die Steine der Kuhle rechts daneben auch gleich entfernen.

5. Alle verbleibenden Steinchen der rechten Spalte zusammenzählen. Sie haben das Ergebnis.

## Gemeinsamkeit von Computer und Wüstenhändler



$$\begin{array}{r}
 1101 \cdot 100101 \\
 1101 \\
 00 \\
 110100 \\
 0000 \\
 00000 \\
 \hline
 110100000 \\
 111100001
 \end{array}$$

Die Binärzahlen, die wir hier genommen haben, entsprechen genau den dezimalen Zahlen im Beispiel für die Äthiopische Multiplikation – 13 und 37. Das Ergebnis ist dann auch das binäre Pendant zu 481.

Grund genug, dass wir die Rechnung der Wüstenvölker nochmals betrachten, diesmal allerdings ebenfalls mit binär dargestellten Zahlen.

Wir beginnen, wie nebenstehend abgebildet, mit den beiden obersten Kuhlen. Wir gehen nun die linke Spalte von oben nach unten durch und halbieren jeweils die Zahl.

100101	1101

Was bedeutet halbieren? Im Binärsystem heißt das, durch die Basis des Zahlensystems zu dividieren. Um sich das vorzustellen, denken Sie bitte an das vertraute Dezimalsystem: Was passiert, wenn Sie hier eine beliebige ganze Zahl durch die Basis des Zahlensystems – also 10 – dividieren (ohne Rest)?

Genau: Die letzte Stelle fällt einfach weg. Das Gleiche passiert auch im Binärsystem. Von Kuhle zu Kuhle wird die Zahl also einfach immer um die letzte Stelle kürzer. Auch dieser Schritt ist am Rand zu sehen.

100101	1101
10010	
1001	
100	
10	
1	

In der rechten Spalte verdoppeln wir – das bedeutet, mit der Basis des Zahlensystems zu multiplizieren. Wieder können wir unsere Erfahrungen vom Dezimalsystem übertragen: Es wird jeweils einfach eine Null angehängt.

Nun nochmals zur linken Spalte: Es werden aus jeder Kuhle paarweise Steinchen eliminiert – also immer so viele, wie die Basis des Zahlensystems ist. Auch hier versuchen wir aus dem Dezimalsystem zu schließen, was passiert. Wenn wir eine beliebige, ganze Zahl immer wieder um 10 reduzieren, werden alle Stellen ab der Zehnerstelle so lange heruntergezählt, bis nichts mehr übrig bleibt als die Einerstelle, die davon ja nicht betroffen ist.

100101	1101
10010	11010
1001	110100
100	1101000
10	11010000
1	110100000

Bei der Äthiopischen Multiplikation bleibt also jeweils nur die letzte Stelle der binären Repräsentation der Zahl stehen. Vergleichen Sie: Von oben nach unten gelesen ergeben die Ziffern in den Kuhlen die Originalzahl.

Steht links eine Null, wird die rechte Zahl ebenfalls entfernt, sonst bleibt sie stehen – es handelt sich um die Zahl von ganz oben rechts, also den zweiten Multiplikanden, ergänzt um eine entsprechende Zahl von Nullen.

1	1101
0	00
1	110100
0	0000
0	00000
1	110100000

Zum Schluss addieren Sie alle verbleibenden Zahlen der rechten Spalte.

**Vergleichen Sie die Vorgehensweise mit der schriftlichen binären Addition. Was stellen Sie fest?**



1	1101
0	00
1	110100
0	0000
0	00000
1	110100000
	<hr/>
	111100001

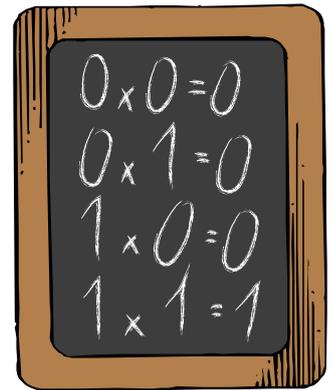
Die alten Wüstenvölker haben genau nach dem gleichen Prinzip multipliziert wie wir, allerdings quasi im binären Zahlensystem. Sicherlich nicht, weil es so kompliziert ist, sondern ganz im Gegenteil: Weil es so schön einfach ist!

Stellen Sie sich vor, Sie hätten in der Grundschule auch nur das kleine Einmaleins des Binärsystems lernen müssen. Genau vier einfache Zeilen und fertig! Keine peinlichen Momente, wenn einem gerade ´mal entfallen war, ob 7 mal 9 eher 61 oder 63 sind...

Genau aus diesem Grund multiplizieren Computer noch heute prinzipiell nach dem gleichen Verfahren wie die Wüstenhändler es vor einigen Jahrtausenden niedergeschrieben haben. Alles, was wir als Menschen auswendig lernen müssen, kann auch für den Computer nicht als Programm abgeleitet werden – es muss fest in Hardware

gebaut werden. Wie das genau funktioniert, werden wir später im Buch ergründen. Zunächst glauben Sie mir aber sicherlich, dass die Implementierung des kleinen Einmaleins des Dezimalsystems deutlich mehr Platz beansprucht und erheblich höhere Kosten verursacht als das kleine Einmaleins des Binärsystems.

Auch wenn die eigentlichen Berechnungen im Binärsystem etwas länger werden, weil die Zahlen mehr Stellen haben: Computer arbeiten auch heute noch mit dem Binärsystem, weil es so einfach und deshalb kostengünstig und effektiv zu implementieren ist.



## Von Zuse zur Univac

Erst über 60 Jahre nach dem Tod Babbages wandte sich wiederum ein Einzelkämpfer der Idee einer universellen Rechenmaschine zu: Konrad Zuse baute mit Hilfe seiner Eltern und Freunde im Wohnzimmer seinen ersten Computer, die Z1. Diesen stellte er 1938 auf Basis von mechanischen Schaltern (später Relais) fertig. Als Bauingenieur musste er sehr viele Berechnungen von Hand durchführen – zum Beispiel um die Auslegung von Brückentragwerken zu bestimmen. So meinte Zuse später zu seiner Erfindung: „Ich war zu faul zum Rechnen und erfand den Computer.“

Auch diese Maschine wurde wiederum von der Trennung zwischen Speicher und Rechenwerk bestimmt. Entscheidend war jedoch die Idee, das bisher für Rechenapparate verwendete Dezimalsystem durch das Binärsystem zu ersetzen.

Bald nach Fertigstellung der Z1 brach allerdings der Zweite Weltkrieg aus. Anfangs wurde Zuses Computereentwicklung durch die Wehrmacht gefördert. So hatte er bis 1941 einen brauchbaren Rechner gebaut, der allerdings etwa fünf Sekunden für eine Addition benötigte. Unzufrieden mit der Geschwindigkeit, wollte er nun einen deutlich schnelleren Computer entwickeln. Sein Student Helmut Schreyer schlug zu diesem Zweck vor, die Relais durch Röhren zu ersetzen. Damit wäre eine Steigerung der Geschwindigkeit um den Faktor 1000 möglich gewesen.

Die Verwirklichung dieser bahnbrechenden Idee fiel in Deutschland allerdings dem Kriegswahn zum Opfer: Zuse veranschlagte für die Konstruktion und den Bau eines Nachfolgecomputers zwei Jahre. Die deutschen Machthaber gingen aber davon aus,

Das Binärsystem wurde übrigens bereits 1697 von Gottfried Wilhelm Leibniz vorgestellt. Damals war jedoch eine direkte Anwendung noch nicht denkbar und so leitete Leibniz kurzerhand von der Existenz eines so elementaren Zahlensystems einen Beweis für die Erschaffung der Welt aus dem Nichts ab.



Konrad Zuse (1910 – 1995) gilt als Erfinder des ersten funktionsfähigen digitalen Computers.

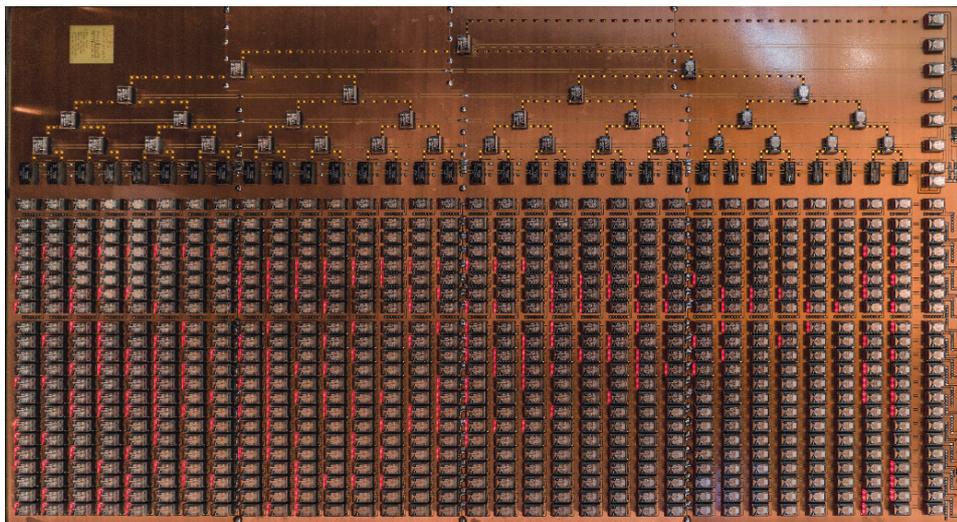


Abbildung 5.7 Nachbau des Speicherwerks der Zuse Z3 mit modernen Relais durch Raúl Rojas, FU Berlin



**John Presper Eckert** (1919–1995, oberes Bild), und **John William Mauchly** (1907–1980, unteres Bild) haben mit der ENIAC nicht nur einen der ersten Computer der Welt entwickelt, sondern waren auch Pioniere dabei, diese neue Technologie von der reinen militärischen und wissenschaftlichen Anwendung in die Wirtschaft zu transferieren: 1951 verkauften sie den ersten Computer, die UNIVAC, an das US-amerikanische Büro für Volkszählungen.

den Krieg viel schneller zu gewinnen, was das Projekt militärisch uninteressant machte. Für zivile Ziele hatte man kein Geld. Daher musste Zuse seine führende Rolle in der IT bald abtreten.

An der Universität Pennsylvania in den USA wurde 1942 das Projekt ENIAC begonnen. Von der Armee finanziert (hier erkannte man auch das militärische Potential), entstand ein Computer auf Basis von Elektronenröhren, wie sie in Radios und Verstärkern eingesetzt wurden. Den Krieg konnte ENIAC nicht mehr entscheiden, denn die Fertigstellung erfolgte erst 1946.

Aufgrund von Patentstreitigkeiten mit der Universität wurden die Erfinder J. Presper Eckert und John W. Mauchly aber zu einem Schritt gezwungen, der die Computertechnik weiter revolutionierte: Sie mussten noch 1946 den wissenschaftlichen Betrieb verlassen und das Konzept in ein wirtschaftlich ertragreiches Produkt umsetzen: Die UNIVAC (Universal Automatic Computer) wurde geboren und 1951 an das US-amerikanische Büro für Volkszählungen ausgeliefert.

Davon alarmiert, stieg jetzt auch IBM in das Geschäft mit der universellen Maschine ein. Vorher stellten sie hauptsächlich Büromaschinen her, die mit mechanischen Lochkarten arbeiteten. Insbesondere dank einer Armee von ausgezeichnet geschulten und motivierten Handelsvertretern konnte IBM trotz leistungsmäßig unterlegener Technologie bald Marktführer werden.

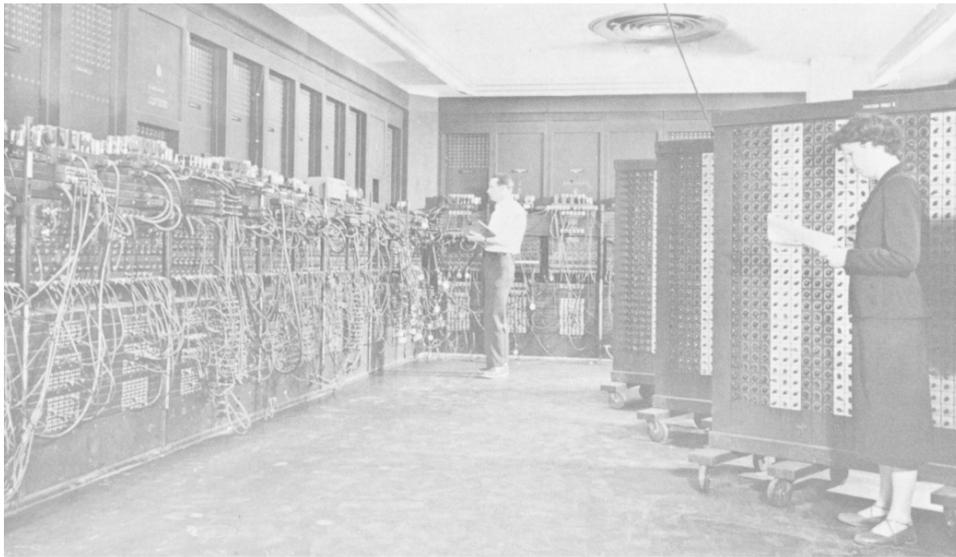
## Der Computer als Massenware

Damit fing eine neue Revolution an: Bisher war der Computer ein wissenschaftliches oder militärisches Gerät gewesen – es gab nicht viele auf der Welt. Amerikanische Wirtschaftsprofessoren sagten noch 1948 voraus, eine Handvoll Computer reiche aus, um den Bedarf zu decken: sechs in Amerika und drei in Europa.

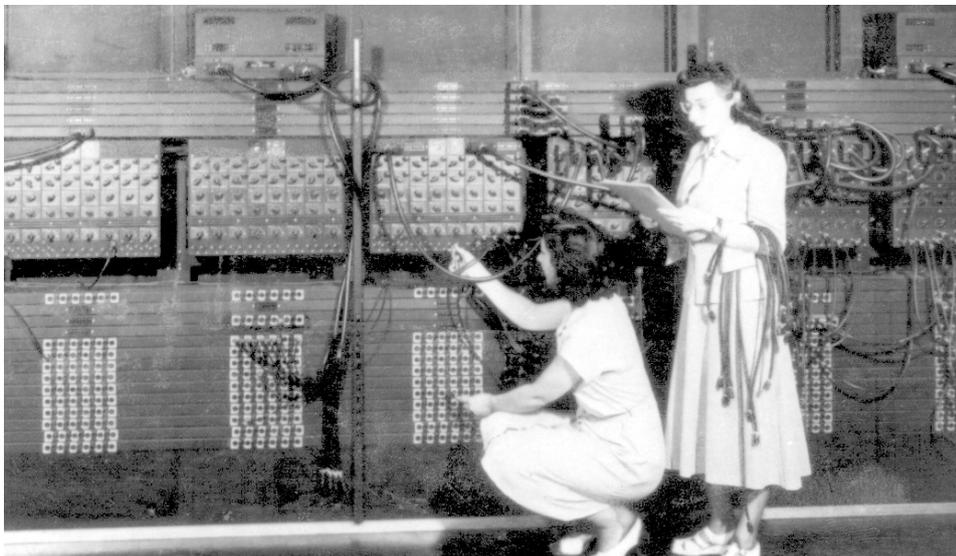
Plötzlich änderte sich alles: Viele Firmen sahen das unglaubliche Potential der neuen Technik und bestellten ihre eigenen Computer. IBM verkaufte allein im ersten Jahr 1951 über tausend davon. Das führte jedoch zur Verknappung eines ganz anderen „Rohstoffs“ ...

Computer arbeiten mit einer ganz eigenen Sprache, die im Wesentlichen Befehle enthält wie:

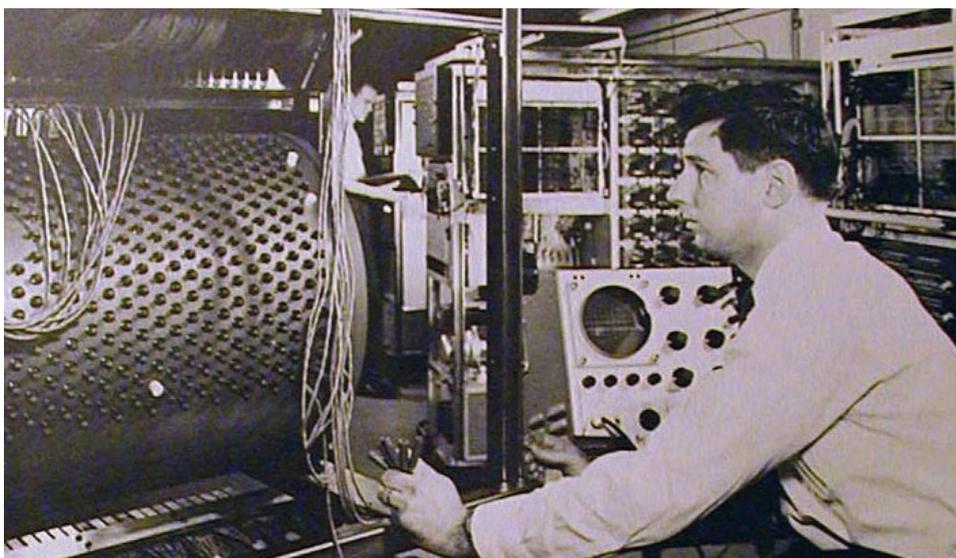
- Lese die Speicherstelle 394 aus
- Addiere Speicherstelle 395
- Schreibe das Ergebnis in Speicherstelle 396
- Kopiere den Inhalt der Speicherstelle 390 nach 394
- Fahre mit dem Programm bei Speicherstelle 119 fort



**Abbildung 5.8**  
Die ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) hatte über 18.000 Elektronenröhren, was alleine schon in der Wartung eine große Herausforderung darstellte. Sie benötigte die Energie eines kleinen Kraftwerks und die Fläche einer Drei-Zimmer-Wohnung und konnte immerhin 5000 Additionen in der Sekunde durchführen.



**Abbildung 5.9**  
Wissenschaftlerinnen der Universität Pennsylvania beim „Programmieren“ der ENIAC



**Abbildung 5.10**  
Teil einer UNIVAC in einer Werbeanzeige von 1956

## Software

Der Begriff „Software“, also direkt übersetzt „weiche Ware“ oder „Computerprogramm“, ist übrigens auch hoch offiziell vom Deutschen Institut für Normung definiert worden. Unter DIN 44300 als „Gesamtheit oder Teil der Programme für Rechensysteme, wobei die Programme zusammen mit den Eigenschaften der Rechensysteme den Betrieb der Rechensysteme, die Nutzung der Rechensysteme zur Lösung gestellter Aufgaben oder zusätzliche Betriebs- und Anwendungsarten der Rechensysteme ermöglichen.“

Tatsächlich handelt es sich hier freilich nicht um richtige Befehle in einer uns verständlichen Sprache, sondern um Zahlen im binären System (hier als Beispiel schon in Gruppen angeordnet):

- 10001000 00000001 10001010
- 11001001 00000001 10001011
- 10001001 00000001 10001100
- 00111010 00000001 10000110 00000100
- 00000101 01110111

Die Umsetzung in den sogenannten Hex-Code (Zahlen im 16er-System) und die Einführung der Mnemonics – natürlichsprachliche Abkürzungen für die Befehle – waren erste Schritte, das Erlernen dieser Sprache und damit das Schreiben von Programmen zu erleichtern. Da die Entwicklung hauptsächlich in den USA betrieben wurde, beziehen sich die Abkürzungen selbstverständlich auf die englische Sprache.

- RD 018A
- ADD 018B
- WRI 018C
- CPY 0186 +4
- JMP 77

Menschen, die hier durchblickten, waren rar und auch in anderen – abwechslungsreicheren und besser bezahlten – Berufen hoch geschätzt. Daher kostete die Entwicklung der Software bald das Drei- bis Vierfache der (bereits sehr teuren) Maschinen. Die Computerrevolution wurde ausgebremst durch eine Knappheit an Programmierern.

Was macht man, wenn es nicht genug Leute gibt, die bereit sind, mit den Rechnern im Binärcode (oder ähnlichem „Kauderwelsch“) zu sprechen? Man versucht dem Rechner eine Sprache beizubringen, die näher an der normalen Sprache der Menschen ist.

FORTRAN wurde geboren. Es ist die Abkürzung für „Formular Translation“ und wurde besonders gerne von Mathematikern und Ingenieuren genutzt. Auch in dieser Sprache bestanden Programme aus einem Ablaufplan mit vielen Sprüngen und Verzweigungen, aber technische Formeln und Gleichungen konnten weitgehend als solche beschrieben werden.

Das folgende Beispiel ist aus einem Original-Handbuch von 1956 entnommen („Fortran 1 Programmer's Reference Manual“ von IBM). Es liest Zahlen ein und gibt die größte davon aus. Auch wenn man nie gelernt hat, FORTRAN zu programmieren, kann man die Struktur und den Sinn doch recht leicht erkennen.

```
DIMENSION A(999)
FREQUENCY 30(2,1,10), 5(100) READ 1, N, (A(I), I*1, N)
1 FORMAT (I3/(12F6.2)) BIGA = A(1)
5 DO 20 I = 2, N
30 IF (BIGA A(1)) 10,20,30
10 BIGA = A(1)
20 CONTINUE PRINT 2, BIGA
2 FORMAT (23H DIE GROESSTE ZAHL IST F7.2) STOP 7777
```

Selbstverständlich wünschten sich nun auch Banker und Geschäftsleute, dass der Computer ihre Sprache der Wirtschaft versteht. COBOL wurde aus der Taufe geho-



**John Warner Backus** (1924–2007) war als einer der ersten Informatiker der Kopf des Teams, das die Programmiersprache Fortran und damit die erste höhere Programmiersprache überhaupt entwickelt hat. Später beschäftigte er sich dann mit dem Konzept „Sprache“ allgemeiner und entwickelte zusammen mit Peter Naur eine formale Beschreibungssprache für Sprachen – die Backus-Naur-Form.

ben, die Abkürzung steht für „Common Business Oriented Language“. Der Sprachstandard wurde 1960 verabschiedet.

Bei diesen höheren Programmiersprachen übersetzt der Computer die Symbole erst einmal in einen für ihn verständlichen Binärcode und führt ihn dann aus.

Das Sprachproblem war gelöst und auch ein neues elektronisches Bauteil leistete der florierenden Computerindustrie weiteren Vorschub: der Transistor. Während Röhren störungsanfällig waren, häufig ausgetauscht werden mussten und sehr viel Energie verbrauchten, tat der neue Baustein auf Basis von Silizium den gleichen Job deutlich sparsamer, effizienter und zuverlässiger. Außerdem sind Transistoren sehr viel kleiner. Der erste Computer auf Transistor-Basis wurde 1956 verkauft.

## Atlas und die Alptraum-Kabel ...

Diese technologische Revolution ließ die Ingenieure noch kleinere und vor allem sehr viel komplexere Maschinen bauen. Schnell stieß man an die nächste Grenze: Alle verwendeten Bauteile mussten irgendwie verkabelt werden. Der in Manchester gebaute „Atlas I“ enthielt auf zehn „Kleiderschränke“ verteilt ca. 80.000 Transistoren und 300.000 Dioden. Immerhin konnte er bereits 1.000.000 Befehle pro Sekunde ausführen, aber die Verkabelung der Bauteile und damit auch die Wartung bei Störungen erwies sich als ein einziger Alptraum. So war mit der bestehenden Technologie erst einmal kein größerer Computer möglich.

Es gab jedoch bereits einen Ausweg: 1959 waren die ersten integrierten Schaltkreise verfügbar. Beim Urahn der heutigen Computerchips wurden Transistoren und die verbindenden Leiterbahnen gemeinsam durch ein fotochemisches Verfahren hergestellt – und das mit einem der billigsten Rohmaterialien: Silizium, das leicht aus einfachem Sand gewonnen wird.

Interessanterweise zeigten die Computerfirmen jedoch lange Zeit ziemlich wenig Interesse an der Erfindung: Aufgrund des geringen Absatzes waren die neuen Schaltkreise trotz geringer Rohstoffpreise einfach zu teuer. Das änderte sich erst 1962, also John F. Kennedy der Welt verkündete, dass die USA bis zum Ende des Jahrzehnts Menschen zum Mond und sicher zurückfliegen wollten.

Der NASA war klar, dass man zum Manövrieren im Weltraum einen Computer benötigte. Zur Landung auf dem Mond muss man den Erdtrabanten erst einmal umkreisen. Auf der abgewandten Seite besteht dann allerdings keine Funkverbindung. Somit musste ein entsprechend leistungsstarker Computer auch an Bord sein, nicht nur in der Bodenstation.

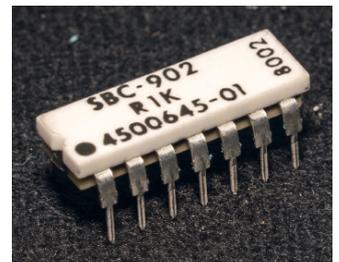
Ein Atlas wog über 20 Tonnen – viel zu schwer für eine Rakete, die kaum ihre drei Astronauten tragen konnte. Die einzige Lösung war die Verwendung integrierter Schaltkreise. Die nächste technologische Revolution war damit vorprogrammiert: Da die Chips nun in hohen Stückzahlen gekauft wurden, konnten sie günstiger produziert werden und bald gab es kaum noch Computer ohne die „kleinen schwarzen oder weißen Käfer“.



**Grace Brewster Murray Hopper** (1906–1992) war als Mathematikerin und Physikerin nicht nur eine der ersten Computeranwenderinnen der Welt, sondern leistete auch wesentliche Vorarbeiten zur Programmiersprache Cobol



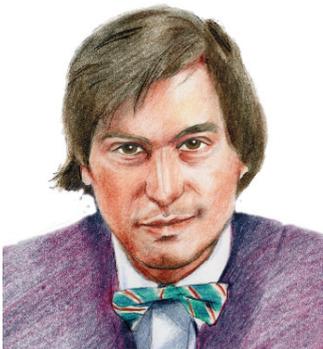
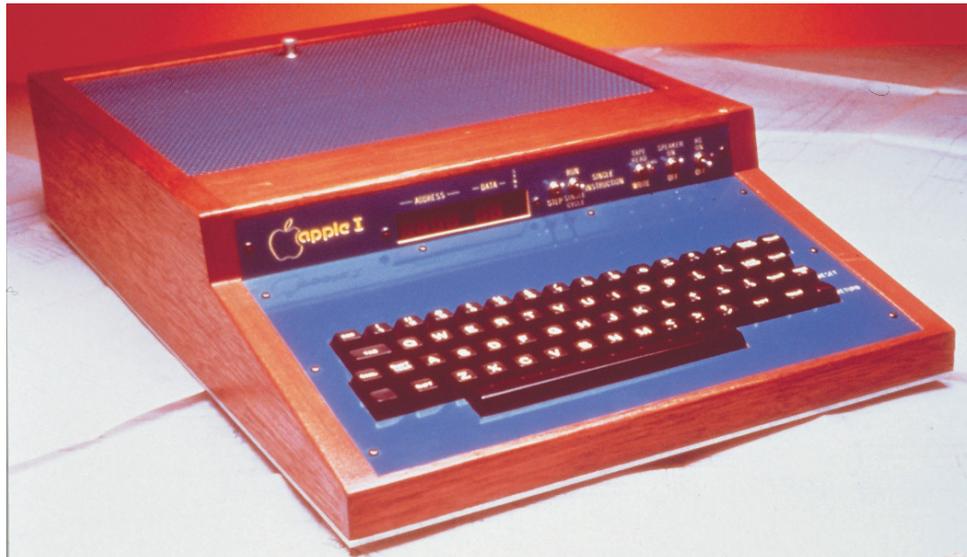
**Niklaus Wirth** (geb. 1934) ist der erste deutschsprachige Turing-Preisträger. Er entwickelte mehrere Programmiersprachen, von denen PASCAL die bekannteste ist, die besonders in den 1990er-Jahren aufgrund ihrer konsequenten Struktur gerne in der Informatik-Ausbildung eingesetzt wurde.



Ein integrierter Schaltkreis

**Abbildung 5.11**

Der erste Apple-Computer mit einem in der heimischen Garage handgefertigten Gehäuse (oben), aber bereits ähnlich zum unten abgebildeten typischen Design, das über zehn Jahre lang sehr erfolgreich verkauft wurde.



**Steve Jobs** (1955–2011, oben) und **Stephan Gary Wozniak** (\*1950, unten) träumten von einem eigenen Computer in einer Zeit, als Computer noch professionelle, teure Großgeräte waren. Sie brachten mit ihrem Apple die PC-Revolution in Gang.

## Die PC-Revolution

Die kostengünstige Herstellung leistungsfähiger und kleiner elektronischer Schaltkreise ermöglichte dann auch die Verwirklichung eines Traums, den viele junge Leute in den 1960er-Jahren träumten: irgendwann einmal einen eigenen Computer zu besitzen. Unter ihnen waren auch Steve Jobs und Steve Wozniak. Ihre 1976 gegründete Firma Apple produzierte den ersten ernst zu nehmenden Computer für Privatleute und kleine Firmen. Der Apple II verkaufte sich in den folgenden Jahren millionenfach.

Erst 1981 stieg IBM dann auch in das Geschäft mit den kleinen Rechnern ein und brachte den ersten PC auf dem Markt. Das Ende dieser Revolution ist noch nicht erreicht – auch heute werden immer kleinere Computer mit immer mehr Leistung für immer weniger Geld verkauft.



**Abbildung 5.12**  
Die erste Maus mit Holzgehäuse

## Mensch und Computer

Eine Revolution ganz anderer Art begann ebenfalls in den 1970ern: Immer mehr Menschen fragten sich, ob Computer wirklich die hochkomplizierten, nur von speziell geschultem Personal bedienbaren Maschinen bleiben müssen. Für sie war das vornehmliche Ziel, den Rechner menschlicher zu machen. Das bedeutet, dass er sich nicht unbedingt menschlich verhalten muss, sich aber den menschlichen Denk- und Kommunikationsgewohnheiten anpasst.

Nehmen wir einmal die heute alltägliche Computer-Maus. Wussten Sie, dass das erste Exemplar dieser Gattung bereits 1963 das Licht der Welt erblickte? Douglas C. Engelbart entwickelte sie damals an der Universität Stanford. Sie hatte keine Kugel und auch nicht die heute übliche optische Abtastung der Tischoberfläche, sondern zwei separate Räder an der Unterseite.

Die heute noch übliche Form der Maus mit Kugel wurde dann in den frühen 1970ern am Xerox PARC (Palo Alto Research Center) entwickelt. Ihr zugrunde liegt die Beobachtung, dass Menschen im Alltag Dinge anfassen, bewegen und an anderer Stelle wieder ablegen. Wenn der Computer menschlicher werden soll, muss er Fähigkeiten ausnutzen, die der Bediener bereits besitzt, und so wurden in der ersten GUI (Graphical User Interface = graphische Bedienoberfläche) genau diese Fertigkeiten auch zum Manipulieren von Bildern, Dateien und Graphik im Computer herangezogen: Man klickt (greift) einen Gegenstand (z. B. eine Datei), hält diesen dann fest (Maustaste bleibt gedrückt), verschiebt ihn (Mausbewegung) und lässt ihn am Ziel fallen (Maustaste loslassen).

Letztlich waren das die Anfänge der Bedienoberfläche des viel verkauften Computers Apple Macintosh, später wurde das Konzept dann auch von Microsoft für Windows übernommen. Diese uns vertraute Arbeitsumgebung auf dem Rechner hat also bereits eine Geschichte von einem halben Jahrhundert. Heute ist „Human Computer Interaction“ (deutsch „Mensch-Maschine-Kommunikation“) eine eigene Fachdisziplin in der Wissenschaft Informatik. Hier versucht man, den Computer noch besser an die Bedürfnisse des Menschen anzupassen.



**Douglas Carl Engelbart** (1925–2013) war Elektrotechniker und kümmerte sich zeitlebens besonders intensiv um sogenannte Mensch-Maschine-Schnittstellen (auch wenn der Begriff erst später geprägt wurde). Neben entscheidenden Ideen zu graphischen Bedienoberflächen (GUI = Graphical User Interface) hatte er auch die Idee der Eingabe durch natürliche Handbewegungen, für die er eine erste Maus erfand.

## Resümee

Es könnten hier noch unzählige Geschichten mehr erzählt werden: vom Turing-Test, mit dem man herausfinden möchte, ob Computer eine Art „Intelligenz“ entwickeln können, von neuronalen Netzen, die das menschliche Denken simulieren sollten, von riesigen Rechnern und ganz kleinen, von Ansätzen, Chips nicht mehr herzustellen, sondern als eine Art Biorechner anzubauen, und so weiter und so weiter ...

Hier historisch akkurat zu berichten, würde den Rahmen dieses Buchs sprengen, das ja für das Mitmachen begeistern möchte. Daher sind in den folgenden Mitmach-Kapiteln kleine historische Querbezüge enthalten. Oft stehen diese in der Randspalte. Falls Sie diese bisher noch nicht beachtet haben: Schauen Sie doch einmal hinein.

Für dieses Kapitel war mir wichtig, zu zeigen, dass die Informatik bereits eine recht lange und illustre Geschichte aufweist. Viele der heute noch verwendeten Verfahren wie etwa die binäre Multiplikation haben ihren Ursprung tausende von Jahren in der Vergangenheit. Informatik ist eine Disziplin menschlicher Kreativität und menschlichen Denkens!

Sie wissen nun auch, dass viele Situationen der letzten Jahre sich bereits schon einmal ähnlich ereignet haben: Immer wieder gab es Grenzen bei der Fortentwicklung von Hardware und Software und immer wieder wurden die scheinbaren Barrieren durch neue Techniken oder durch kreativen Einsatz der vorhandenen Möglichkeiten durchbrochen. Und das ist doch eigentlich das Spannende an einer Wissenschaft: Es gibt immer die Möglichkeit, dass Sie etwas ganz Neues entdecken. Daher: Entdecken Sie doch gleich mit dem nächsten Kapitel die Informatik für sich neu!