



Rainer Hattenhauer

Informatik

für Schule und Ausbildung

PEARSON
Schule

Informatik für Schule und Ausbildung

Rainer Hattenhauer

Informatik für Schule und Ausbildung



ein Imprint von Pearson Education
München • Boston • San Francisco • Harlow, England
Don Mills, Ontario • Sydney • Mexico City
Madrid • Amsterdam

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Informationen in diesem Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht.

Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht ausgeschlossen werden.

Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Autor dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien.

Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.

Fast alle Produktbezeichnungen und weitere Stichworte und sonstige Angaben, die in diesem Buch verwendet werden, sind als eingetragene Marken geschützt.

Da es nicht möglich ist, in allen Fällen zeitnah zu ermitteln, ob ein Markenschutz besteht, wird das ®-Symbol in diesem Buch nicht verwendet.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

12 11 10

ISBN 978-3-86894-901-8

© 2010 Pearson Schule

ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH,
Martin-Kollar-Straße 10-12, D-81829 München/Germany

Alle Rechte vorbehalten

www.pearson-schule.de

Lektorat: Birgit Ellissen, bellissen@pearson.de

Fachlektorat: Christian Wenz

Korrektorat: Marita Böhm, München

Einbandgestaltung: Thomas Arlt, tarlt@adesso21.net

Herstellung: Monika Weiher, mweiher@pearson.de

Satz: mediaService, Siegen (www.media-service.tv)

Druck und Verarbeitung: Firmengruppe APPL, aprinta druck, Wemding

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1	Einleitung	9	Kapitel 4	Software	63
1.1	Ein Lern- und Lehrbuch zur Informatik	10	4.1	Das Betriebssystem	64
1.2	Für wen eignet sich das Buch?	11	4.1.1	Der Bootloader	64
1.3	Elemente des Buches	12	4.1.2	Der Bootvorgang	65
1.4	Beispiele, Übungen und Begleitmaterial	13	4.1.3	Der Login-Manager	66
			4.1.4	Die grafische Oberfläche	67
			4.1.5	Nicht grafische Benutzerschnittstellen	68
Kapitel 2	Informatik einst und jetzt	15	4.1.6	Partitionen	69
2.1	Kleine Geschichte der Informatik	16	4.1.7	Das Dateisystem	70
2.1.1	Die Anfänge	17	4.1.8	Arbeiten mit Dateien und Verzeichnissen	71
2.1.2	Die frühen Computer	18	4.1.9	Prozesse, Prozessverwaltung und Multitasking	72
2.1.3	Die ersten Personal Computer	20	4.2	Officesoftware	76
2.1.4	Die Geburt des WWW	22	4.2.1	Textverarbeitung	76
2.1.5	Das Web wird universell	23	4.2.2	Tabellenkalkulation	79
2.1.6	Das Web wird dynamisch und sozial	23	4.2.3	Präsentationsprogramme	83
2.1.7	Was die Zukunft bringt	24	4.2.4	Datenbanken	86
2.2	Aufgaben und Teilgebiete der Informatik	25	4.2.5	Personal Information Management	89
2.2.1	Einsatzbereiche von Computern bzw. Informatiksystemen	26	4.2.6	Desktop-Publishing und Satzprogramme	91
2.2.2	Teilgebiete der Informatik	27	4.3	Kommunikation	93
			4.3.1	E-Mail-Programme	94
Kapitel 3	Grundlagen der Computertechnik	33	4.3.2	Sofortnachrichtendienst (Instant Messaging)	96
3.1	Hardware	34	4.3.3	Voice over IP und Videokonferenzen	97
3.1.1	Die Hardwarekomponenten eines Computers	35	4.4	Systemwerkzeuge	100
3.1.2	Erscheinungsformen einst und jetzt	39	4.4.1	Dateimanager	100
3.1.3	Das Von-Neumann-Prinzip	39	4.4.2	Kompressionsprogramme	101
3.1.4	Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe	41	4.4.3	Erstellen von Prüfsummen	103
3.1.5	Codierung von Daten	41	4.5	Mathematiksoftware	104
3.1.6	Rechnen mit Bits	44	4.5.1	Computeralgebrasysteme (CAS)	104
3.2	Software	45	4.5.2	Dynamische Geometriesysteme	107
3.3	Schnittstellen	50	4.6	Zertifizierungen	108
3.3.1	Hardwareschnittstellen	50	4.6.1	ECDL	109
3.3.2	Softwareschnittstellen	53	4.6.2	MCSE	110
3.4	Vernetzte Computer	53	4.6.3	LPIC	110
3.4.1	Netzwerktypen	54	4.6.4	Apple Zertifizierung	110
3.4.2	Netzwerkhardware	56			
3.4.3	Netzwerkprotokolle	57			
3.5	Die Zukunft der Informatiksysteme	60			
3.5.1	Quantencomputer	60			
3.5.2	DNS-Computer	61			
3.5.3	Neuronale Netzwerke	61			

Kapitel 5	Grafik & Multimedia	113	7.3.5	C++-Compiler	183
5.1	Computergrafik	114	7.3.6	Java-Compiler	183
5.1.1	Grundlagen	114	7.3.7	Deklarative Sprache: Prolog	185
5.1.2	Pixelorientierte Grafik mit Gimp	120	7.4	Entwicklerwerkzeuge	187
5.1.3	Vektorgrafik mit Inkscape	122	7.4.1	Der Editor	187
5.2	Digitales Audio	124	7.4.2	Die Kommandozeile	188
5.2.1	Grundlagen der digitalen Tontechnik	124	7.4.3	Entwicklungsumgebungen	188
5.2.2	Audiodatenkompression	125	7.5	Datentypen	190
5.2.3	Bearbeiten von Audiodateien	127	7.5.1	Elementare Datentypen	190
5.3	Digitales Video	129	7.5.2	Spezielle Datentypen	191
5.3.1	Grundlagen der digitalen Videotechnik	129	7.5.3	Ein- und Ausgabeklassen	191
5.3.2	Umwandlung von Videomaterial	131	7.6	Programmstrukturen	194
5.3.3	Nicht linearer Videoschnitt	132	7.6.1	Anweisungsfolge	196
5.3.4	DVD-Authoring	134	7.6.2	Verzweigungen	196
5.4	Multimedia-Autorensysteme	135	7.6.3	Mehrfachauswahl	200
5.4.1	Adobe Flash	135	7.6.4	Gezählte Wiederholung	201
5.4.2	Alternativen	136	7.6.5	Schleife mit Einstiegsbedingung	203
			7.6.6	Schleife mit Ausstiegsbedingung	205
Kapitel 6	Netzwerke	139	Kapitel 8	Algorithmen	211
6.1	Netzwerktheorie	140	8.1	Klassische Algorithmen	212
6.1.1	Netzwerktypen	140	8.1.1	Bestimmung von Quadratwurzeln nach Heron	212
6.1.2	Netzwerkhardware	141	8.1.2	ggT nach Euklid	213
6.1.3	Übertragungstechniken	143	8.1.3	Sieb des ERATOSTHENES/Primzahlen	214
6.1.4	Netzwerkdienste	144	8.2	Iteration und Rekursion	217
6.1.5	Adressierung im Netzwerk	148	8.2.1	Iteration	218
6.2	Netzwerkpraxis	151	8.2.2	Rekursion	218
6.2.1	Konfiguration über DHCP	151	8.2.3	Nicht lineare Rekursion: Die Türme von Hanoi	220
6.2.2	Statische Konfiguration	153	8.3	Sortieralgorithmen	224
6.2.3	Netzwerkfreigaben	155	8.3.1	Klassische Sortiervverfahren	224
6.3	Drahtlose Netzanbindung	156	8.3.2	Höhere Sortiervverfahren	231
6.3.1	WLAN	156	8.4	Suchalgorithmen	233
6.3.2	GSM und UMTS	159	8.4.1	Sequentielle Suche	234
6.4	Das Internet und seine Dienste	161	8.4.2	Binäre Suche	235
6.4.1	World Wide Web	162	8.5	Verschlüsselung	237
6.4.2	E-Mail	166	8.5.1	Cäsar-Verschlüsselung	237
6.4.3	FTP	168	8.5.2	Das RSA-Verfahren	240
6.4.4	Telnet und SSH	170	8.6	Datenkompression	241
6.4.5	Suchmaschinen	171	8.6.1	Lauf längencodierung	241
			8.6.2	Das ZIP-Format	244
Kapitel 7	Grundlagen der Programmierung	175	Kapitel 9	Fortgeschrittene Programmierung	247
7.1	Vom Problem zum Programm	176	9.1	Dynamische Datenstrukturen	248
7.2	Programmiersprachen	178	9.1.1	Grundlagen: Arrays, Listen, Bäume	249
7.3	Erste Schritte	179	9.1.2	Arbeiten mit Listen	252
7.3.1	BASIC-Interpreter	180	9.1.3	Binärbäume	255
7.3.2	Perl Interpreter	180			
7.3.3	Skriptsprache: JavaScript	181			
7.3.4	C-Compiler	181			

9.2	Objektorientierte Programmierung	258	11.5	Mikrocomputersysteme	328
9.2.1	Klassen und Objekte	258	11.5.1	Aufbau eines Mikrocomputersystems	329
9.2.2	Methoden	260	11.5.2	Maschinenprogrammierung	330
9.2.3	Vererbung	262			
9.2.4	UML und Klassendiagramme	264	Kapitel 12	Theoretische Informatik	341
9.3	Datenströme und Dateien	265	12.1	Automatentheorie	343
9.3.1	Dateianalyse und Manipulation	266	12.1.1	Endliche Automaten: Grundlagen	343
9.3.2	Dateien auslesen und beschreiben	267	12.1.2	Der Fahrkartenautomat	345
9.4	Computergrafik mit Java	268	12.1.3	Erkennende Automaten	347
9.4.1	Java Applets mit grafischen Elementen	268	12.1.4	Nicht deterministische Automaten	348
9.4.2	Turtle-Grafik	273	12.1.5	Kellerautomaten	349
9.4.3	Java-Swing-Applikationen	276	12.1.6	Turingmaschinen	352
9.4.4	Java-3D-Grafik	276	12.2	Sprachen	355
			12.2.1	Grundlagen	355
Kapitel 10	Datenbanksysteme	279	12.2.2	Ein Spracherkennungsautomat	357
10.1	Grundlagen	280	12.2.3	Aufbau eines Compilers	362
10.1.1	Die Aufgabe von Datenbanksystemen	281	12.3	Die Grenzen der Berechenbarkeit	362
10.1.2	Grundbegriffe	282	12.3.1	Die Turingmaschine als Modell für beliebige Computer	363
10.1.3	Datenbankmodelle	282	12.3.2	Das Halteproblem	363
10.1.4	Datenbankanwendungen	286	12.3.3	Komplexität	365
10.2	Datenbankpraxis	287			
10.2.1	Das LAMP-Modellsystem	288	Kapitel 13	Technische Grundlagen des Web	369
10.2.2	Erste Schritte	288	13.1	Das Client-Server-Prinzip	370
10.2.3	Arbeiten mit Tabellen	292	13.1.1	Informationsübertragung zwischen Client und Server	370
10.2.4	Abfragen durchführen	295	13.1.2	Der Server als Rechenzentrum	371
10.2.5	Tabellen und Relationen	296	13.2	Aufbau eines Webserver	374
10.3	Schnittstellen zur Datenbank	298	13.2.1	Installation und erster Test	374
10.3.1	phpMyAdmin	298	13.2.2	Konfiguration des Webserver	375
10.3.2	Zugriff aus OpenOffice.org Base	302	13.2.3	Erstellen und Einbinden von Inhalten	377
10.3.3	Zugriff aus einem Java-Programm per JDBC	305	13.3	Dynamisches Web: PHP, JavaScript, Ajax	379
			13.3.1	PHP	379
Kapitel 11	Hardware	309	13.3.2	JavaScript und DOM-Scripting	383
11.1	Grundlagen der Hardwaretechnik	310	13.3.3	Ajax	384
11.1.1	Die Physik des Transistors	311	13.4	Content-Management-Systeme (CMS)	386
11.1.2	Logische Gatter	313	13.4.1	Beispiele und Voraussetzungen	386
11.2	Schaltnetze	317	13.4.2	Einrichtung des CMS Joomla!	386
11.2.1	Halbaddierer	317	13.5	Virtualisierung und Cloud Computing	389
11.2.2	Volladdierer	318	13.5.1	Virtuelle Computer	389
11.2.3	Paralleladdierer	320	13.5.2	Arbeiten in und mit der Cloud	391
11.3	Speicherbausteine	321			
11.3.1	RS-Flipflop	321			
11.3.2	Taktgesteuerte Flipflops	324			
11.4	Schaltwerke	324			
11.4.1	Schieberegister	324			
11.4.2	4-Bit-Zähler	326			
11.4.3	Seriell Addierwerk	327			
11.4.4	Subtraktion von Dualzahlen	328			

Kapitel 14	Informatik und Gesellschaft	393	A.4	Die Java IDE BlueJ	440
14.1	Soziale und ökonomische Plattformen	394	A.5	Simulatoren für digitale Schaltungen	443
14.1.1	Facebook	395	A.5.1	KTechlab	443
14.1.2	XING	395	A.5.2	KSimus	444
14.1.3	Blogs	396	A.6	JFLAP: ein Simulator für endliche Automaten und Turingmaschinen	445
14.1.4	Twitter	397	A.7	Abbildungsnachweis	448
14.1.5	E-Commerce und Onlineauktionen	398	Register		451
14.2	Gefahren durch das Internet	399			
14.2.1	Der gläserne Mensch	399			
14.2.2	Identitätsdiebstahl	402			
14.2.3	Spiel- und Onlinesucht	402			
14.2.4	Cyber-Mobbing	403			
14.3	Perspektiven der Netzgesellschaft	404			
14.3.1	Die Always-on-Gesellschaft	404			
14.3.2	Neue Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine	405			
14.3.3	Augmented Reality	406			
14.3.4	Künstliche Intelligenz (KI)	407			
Kapitel 15	Datenschutz, Recht und Sicherheit	409			
15.1	Datenschutz	410			
15.1.1	Beispiele aus der Praxis	411			
15.1.2	Datenschutzgesetze	412			
15.1.3	Rechte des Einzelnen	414			
15.1.4	Datenschutz in der Schule	414			
15.2	Sicherheit am PC	415			
15.2.1	Benutzerkonten	415			
15.2.2	Bedrohung durch Computerviren	416			
15.2.3	Sicherheitslücken im Betriebssystem	417			
15.2.4	Firewalls	418			
15.2.5	Spyware	420			
15.3	Onlinerecht	420			
15.3.1	Publikationen im Internet	420			
15.3.2	Urheberrecht vs. Tauschbörsen	422			
Anhang		425			
A.1	Struktur der Begleit-DVD	426			
A.2	Die virtuelle Lernumgebung	426			
A.2.1	Installation des VMware Players	427			
A.2.2	Kopieren und Entpacken der Lernumgebung	428			
A.2.3	Erste Schritte	429			
A.2.4	Anpassung und Update der virtuellen Lernumgebung	432			
A.3	Die Alternative: Ubuntu Linux selbst installieren	438			

Einleitung

1.1	Ein Lern- und Lehrbuch zur Informatik	10
1.2	Für wen eignet sich das Buch?	11
1.3	Elemente des Buches	12
1.4	Beispiele, Übungen und Begleitmaterial	13

» Die Informatik hat sich zur Schlüsselwissenschaft unserer Gesellschaft entwickelt. Das vorliegende Buch soll dem Leser helfen, sich in die Welt der Bits und Bytes, LANs und WANs, Compiler und Parser einzuarbeiten. Das geschieht praxisbezogen ohne allzu viel theoretischen Ballast. «

1.1 Ein Lern- und Lehrbuch zur Informatik

Laptop, iPod und Handy sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Jeder moderne Mensch benutzt digitale Geräte, ohne sich darüber Gedanken zu machen, welche Technik dahintersteckt.

Die Informatik ist eine relativ junge Wissenschaft und beschäftigt sich mit den Grundlagen informationsverarbeitender Systeme. Das müssen nicht unbedingt Computer sein, auch im Parkscheinautomat um die Ecke steckt mehr Informatik, als es deren selbstverständliche Bedienung vermuten lässt.



Das vorliegende Buch entstand aus der Notwendigkeit heraus, technisch interessierten Menschen ein solides Fundament der modernen Informatik ohne allzu viel theoretischen Ballast zu vermitteln. Beim Sichten der Unterrichtsmaterialien, die bis dato den Markt bevölkerten, fiel Folgendes auf:

- Ein Großteil der Informatiklehrbücher hat es sich zum Ziel gesetzt, den Leser bzw. Lernenden zum Programmierspezialisten auszubilden. Dieses kühne Vorhaben geht oft einher mit der Verwendung veralteter Programmiersprachen.
- Andere Werke sind mit umfassenden theoretischen Abhandlungen gefüllt, die zwar von historischem Interesse sein mögen, den praktisch Arbeitenden aber weniger interessieren. Praxis wird dem Lernenden in Form von sporadischen Übungen bzw. Arbeitsaufträgen portionsweise zugeteilt und ist selten das zentrale Anliegen der gängigen Lehrwerke.
- Das Internet bietet eine Fülle von Informationen, die gerade auf dem Gebiet der Informatik erstklassig sind und gedruckte Lehrwerke eigentlich überflüssig machen würden. Leider vermag es der fachlich ungenügend vorgebildete Leser nicht ohne Weiteres, die Perlen im Ozean der Informationen zu finden.
- Die Lehrpläne für die allgemeinbildenden Schulen und Fach(hoch)schulen sind so offen gehalten, dass der Unterrichtende oft nicht weiß, welche Schwerpunkte er sinnvollerweise mit den Schülern bearbeiten soll, um ihnen ein solides Fundament der informatischen Bildung zu vermitteln.

Das vorliegende Buch nimmt den Leser an die Hand und begleitet ihn auf einem Rundgang durch die wichtigsten Teilgebiete und Aspekte der modernen Informatik. Dabei soll die Praxis nicht zu kurz kommen: Alle Übungen, die im Buch vorgestellt werden, können in einer virtuellen Lernumgebung nachvollzogen werden, die sich im Handumdrehen im gewohnten Betriebssystem, in der Regel Microsoft Windows, installieren lässt.

Die Auswahl der Themen trägt dem Umstand Rechnung, dass sich die Generation Web 2.0 heute eher für die Technik interessiert, die dafür sorgt, dass Zehntausende von Musikstücken und Videos Platz auf ihrem mobilen Medienplayern finden, und sich weniger für das Programm *Hello World* bzw. die boolesche Algebra begeistern kann – wobei Letzteres natürlich auch Erwähnung finden muss, wenngleich in verdaulichen Portionen. Das Motto zur Vermittlung des Stoffes lautet „So viel Theorie wie nötig, so viel Praxis wie möglich“.

1.2 Für wen eignet sich das Buch?

Kurz gesagt: für jeden, der sich einen Wissensgrundstock der modernen Informatik verschaffen möchte. Das kann der Oberstufenschüler des Gymnasiums sein, der ein Informatikstudium in Erwägung zieht und/oder einen Informatikkurs belegt hat, der Student, der einen Informatikschein bestehen muss, aber auch der Fachinformatiker, der vertieftes Praxiswissen erlangen möchte.

Der Lehrende schließlich findet ein Curriculum und Anregungen, um den Unterricht im Fach Informatik spannend(er) zu gestalten. Zusätzlich kann er auch Begleitmaterial zum Informatikkurs, passend zum Buch, erwerben.

1.3 Elemente des Buches

Das Auge isst mit. Das gilt umso mehr bei vermeintlich trockener Lesekost: Es wurde nicht an Bildern gespart, um komplizierte Sachverhalte klarzumachen – ein Bild sagt bekanntlich mehr als tausend Worte.

Darüber hinaus finden Sie die folgenden ständig wiederkehrenden Strukturelemente:

Wichtige Begriffe

... werden in Form eines Glossareintrags erklärt, sodass der Leser schon einmal grob weiß, um was es sich im Folgenden dreht.

An vielen Stellen finden Sie Anregungen zum Weiterarbeiten oder Übungen, um das Gelernte zu vertiefen. Das sieht dann folgendermaßen aus:

Zum Weiterarbeiten

1. Besorgen Sie sich einen Zettel und einen Stift.
2. Führen Sie einen Schreibtischtest zum Quicksort-Algorithmus mit folgenden Zahlen durch: 1, 5, 7, 3, 5, 8, 11, 2, 13, 15.

Etliche Listings und Lösungen zu Arbeitsaufträgen sind zur Erläuterung direkt im Buch abgedruckt, wie z.B. das folgende Beispiel eines Sortieralgorithmus:

Lösungen

Das nachfolgende Listing zeigt die Realisierung des Algorithmus *Sortieren durch Auswahl* in der Programmiersprache Java.

```
public void sortiere()
{
    int grenze, letztes;
    letztes = n-1;
    for (grenze=0; grenze<letztes; grenze++)
    {
        int j = letztes;
        while (j>grenze)
        {
            if (aus[j-1]>aus[j]) tausche(j,j-1);
            j--;
        }
    }
}
```

Listing 1.1: Sortieren durch Auswahl

Praktische Beispiele

Viele Beispiele wurden als Schritt-für-Schritt-Anleitungen umgesetzt, die Sie bequem in der virtuellen Lernumgebung nachvollziehen können. Was aber genau ist die virtuelle Lernumgebung?

1.4 Beispiele, Übungen und Begleitmaterial

Ein wesentlicher Aspekt des vorliegenden Buches ist die Möglichkeit, mithilfe der auf der Begleit-DVD enthaltenen Software sämtliche Übungen und Beispiele praktisch nachzuvollziehen, getreu nach dem Motto *Learning by Doing*.

Die Begleit-DVD enthält das komplette Betriebssystem Ubuntu Linux nebst Anwendungssoftware, die im Buch besprochen und verwendet wird, in Form einer *virtuellen Maschine*. Diese gestattet dem Leser unter Verwendung der *VMware Player Software*, sämtliche praktischen Beispiele sofort in einer dem Buch angepassten Lernumgebung auszuprobieren und nach Lust und Laune zu vertiefen. Die wichtigsten Eigenschaften des virtuellen Systems und dessen Installation und Konfiguration werden im *Anhang* vorgestellt. Es ist daher sinnvoll, diesen zunächst zurate zu ziehen, um das virtuelle Lernsystem auf einen Computer Ihrer Wahl zu befördern.

Auf der Companion-Website finden Sie wichtiges Begleitmaterial zum Buch und weitere Ergänzungen.



Informatik einst und jetzt

2

2.1	Kleine Geschichte der Informatik	16
2.1.1	Die Anfänge	17
2.1.2	Die frühen Computer	18
2.1.3	Die ersten Personal Computer	20
2.1.4	Die Geburt des WWW	22
2.1.5	Das Web wird universell	23
2.1.6	Das Web wird dynamisch und sozial	23
2.1.7	Was die Zukunft bringt	24
2.2	Aufgaben und Teilgebiete der Informatik	25
2.2.1	Einsatzbereiche von Computern bzw. Informatiksystemen	26
2.2.2	Teilgebiete der Informatik	27
	Zusammenfassung	32

ÜBERBLICK

» Die Grundsteine des Gebäudes unserer heutigen, modernen Informationstechnologie wurden lange vor dem Bau des ersten funktionsfähigen Computers gelegt. Blaise Pascal, Gottfried Leibniz und George Boole lieferten das theoretische Fundament; Konrad Zuse, Howard Aiken und John von Neumann zimmerten das technische Gerüst. Steve Jobs, Bill Gates, Larry Page und Mark Zuckerberg richteten schließlich das digitale Heim so wohnlich ein, dass der multimediale, vernetzte PC aus den Haushalten der Gegenwart nicht mehr wegzudenken ist. «

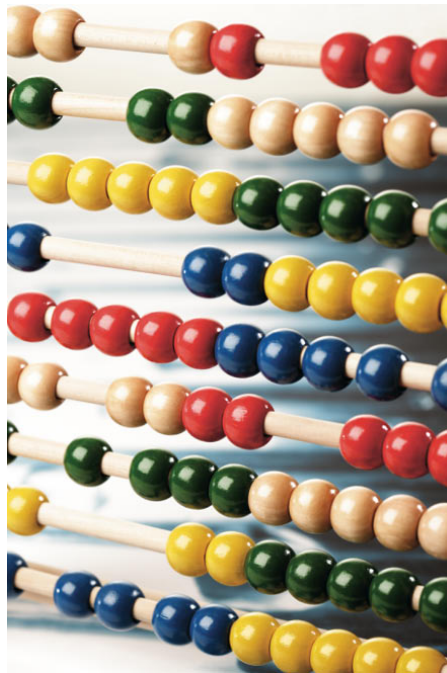
2.1 Kleine Geschichte der Informatik

Eine Maschine, die den Menschen vom stupiden Rechnen befreit: Das war das Ziel, das die Pioniere der Informatik vor Augen hatten.

Die meisten Computeranwender sind der Meinung, dass die Informatik eine relativ junge Wissenschaft sei – weit gefehlt! Die Grundlagen wurden schon weit vor der Entwicklung der ersten elektronischen Rechenmaschinen gelegt. Begleiten Sie mich im folgenden Abschnitt auf einer kleinen Zeitreise durch die wichtigsten Stationen, die die Informatik zu der Schlüsseltechnologie gemacht haben, die sie heute ist ...

Binärsystem

Jede beliebige Information lässt sich als Sequenz von Nullen und Einsen darstellen. Das dieser Codierung zugrunde liegende Zahlensystem wird Dual- oder Binärsystem genannt.



Turingmaschine

Die von Alan Turing erdachte universelle Maschine soll, sofern sie mit einem einfachen Programm gefüttert wird, prinzipiell in der Lage sein, alle *berechenbaren* Probleme zu lösen. Berechenbar heißt in diesem Fall, dass die Maschine mit endlichen Schritten durch eine Folge eindeutiger, ausführbarer Anweisungen zum Ziel gelangt.

2.1.1 Die Anfänge

Die Wurzeln der Informatik reichen weit bis ins letzte Jahrtausend. Folgende Persönlichkeiten haben einen besonderen Beitrag zur Entwicklung der automatischen Informationsverarbeitung geleistet:

- BLAISE PASCAL (1623 – 1662) entwickelte eine Rechenmaschine (►Abbildung 2.1), die bis zur Zahl 100.000 rechnen konnte. Pascal gilt somit als Pionier der neuzeitlichen Rechenautomaten. Darüber hinaus ist er Namensgeber der Programmiersprache PASCAL, die NIKLAUS WIRTH 1970 an der ETH Zürich entwickelte.

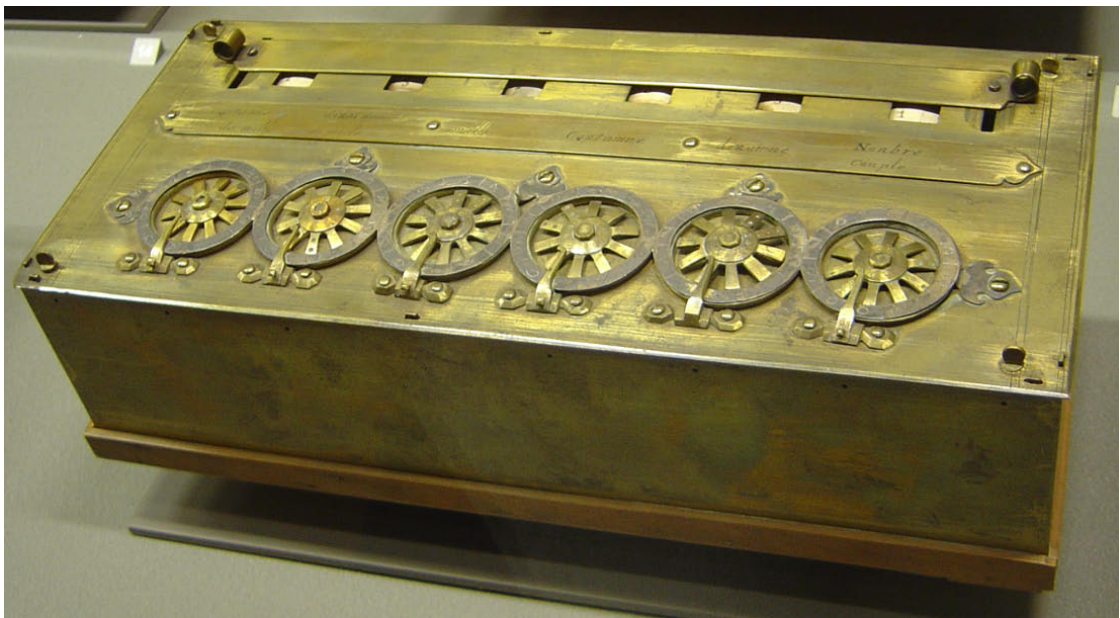


Abbildung 2.1: Die pascalsche Rechenmaschine „Pascaline“ war der erste ernstzunehmende Vertreter der Rechenautomaten. Pascal erfand die Maschine, um seinem Vater, einem königlichen Steuereintreiber, die mühsame Rechenarbeit zu erleichtern. Die Maschine konnte anfangs nur Additions-, später aber auch Subtraktionsaufgaben erledigen.

- GOTTFRIED LEIBNIZ (1646 – 1716) entwickelte das binäre Zahlensystem, welches die Grundlage der theoretischen Informatik bilden sollte. Das System verwendet zur Darstellung von Informationen nur die Ziffern 0 und 1 und ist somit bestens geeignet, Zahlen mit Schaltelementen zu verarbeiten, die sich nur auf zwei Zustände verstehen („Strom an – Strom aus“).

- CHARLES BABBAGE (1791 – 1871) erfand den ersten Programm- bzw. Datenspeicher: Die von ihm erdachte *Analytical Engine* ließ sich mit Lochkarten füttern, in die die Programme eingestanzte wurden. Er griff dabei die Idee der damals verbreiteten lochkartengesteuerten Webstühle auf. Leider erlebte er die Realisierung seiner Idee nicht mehr.
- AUGUSTA ADA BYRON (1815 – 1852) gilt als erste Programmiererin: Sie entwarf die Programme zur *Analytical Engine* von Charles Babbage und hauchte dieser dadurch erstmalig digitales Leben ein.
- GEORGE BOOLE (1815 – 1864) schuf mit der BOOLEschen Algebra ein mathematisches Regelwerk, das das Rechnen mit Dualzahlen bzw. Wahrheitswerten erst ermöglichte.
- ALAN TURING (1912 – 1954) stellte mit dem Konzept der *universellen Turingmaschine* eine Maschine vor, die zugleich die Grenzen der Berechenbarkeit von Problemen durch Maschinen vorgab. Turing gelang es schließlich, Logik mit mechanischen Vorgängen zu verknüpfen.

Die praktischen und theoretischen Vorarbeiten der oben genannten Persönlichkeiten ermöglichten die Konstruktion einiger einfacher Rechenmaschinen, die aufgrund ihrer mechanischen Konstruktion allerdings sehr sperrig und träge waren. Dieser Nachteil konnte am Anfang des 20. Jahrhunderts durch die Verwendung elektrischer bzw. elektromechanischer Bauteile kompensiert werden.

Zum Weiterarbeiten

Informieren Sie sich über altertümliche Rechenmaschinen wie den Abakus auf wikipedia.de.

2.1.2 Die frühen Computer

Wie so manche Erfindung in der Geschichte der Menschheit wurden auch die ersten Computer im militärischen Umfeld entwickelt bzw. wurde die Forschung an den Rechenautomaten in Zeiten des Krieges vorangetrieben.

- Im Jahr 1939 wurde eine Entschlüsselungsmaschine namens *Bomba* von polnischen Mathematikern eingesetzt, um den Code der von der deutschen Wehrmacht verwendeten legendären Verschlüsselungsmaschine *Enigma* zu knacken. Die Entschlüsselungsmaschine *Bomba* verwendete eine Kombination aus elektrischen und mechanischen Bauteilen.
- ALAN TURING entwickelte nach 1940 mit der *Colossus* eine elektronische Variante der *Bomba*-Entschlüsselungsmaschine. Diese enthielt nicht weniger als 1500 Elektronenröhren und war schließlich in der Lage, den aktuellen Enigma-Code innerhalb weniger Stunden zu knacken. Dadurch waren unter anderem die Positionen der deutschen U-Boot-Kampfverbände kein Geheimnis mehr, wodurch der Zweite Weltkrieg eine entscheidende Wende zugunsten der Alliierten bekam.
- Bereits einige Jahre früher beschäftigte sich der deutsche Erfinder KONRAD ZUSE ebenfalls mit dem Bau eines Rechenautomaten mit Programmspeicher. Der erste Computer deutscher Herkunft, die Zuse Z1, entstand fernab jeder wissenschaftlichen Hochburg im Wohnzimmer der Eltern. Das Gerät war rein mechanisch konstruiert und arbeitete noch nicht zuverlässig. In der nachfolgenden Z2 setzte Konrad Zuse erstmalig auf Relais-technik. Die Maschine konnte jedoch nicht vollendet werden, da Zuse zwischenzeitlich zum Militärdienst einberufen wurde. Erst die 1941 fertiggestellte Z3 funktionierte wunschgemäß.

- HOWARD AIKEN entwickelt von 1939 bis 1944 an der Harvard-Universität die Großrechenanlage Mark I, welche eine Weiterentwicklung der von HERMANN HOLLERITH am selben Institut eingeführten Rechenmaschine war. GRACE HOPPER erstellt für die Mark-Serie die Programme. Ihr haben wir den Ausdruck „Debuggen“ („Entwanzen“) für die Fehlersuche bei Programmen zu verdanken: Brachte sie doch die Mark II dadurch wieder zum Laufen, dass sie ein Insekt mit einer Pinzette aus den Schaltkreisen des Rechners entfernte.
- JOHN MAUCHLY und JOHN ECKERT konstruierten den Elektronenrechner *ENIAC* (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), der 1946 in Betrieb genommen wurde. Das Gerät erregte schließlich die Aufmerksamkeit von JOHN VON NEUMANN, der das bestehende Konzept ausbaute und unter anderem einen Laufzeitspeicher für Programme integrierte.



Abbildung 2.2: Nachbau des ersten bipolaren Transistors, der 1947 an den Bell Labs entwickelt wurde.

Alle frühen Computer, die aus Elektronenröhren zusammengesetzt wurden, litten an der großen Empfindlichkeit des Bauteils gegenüber Störungen sowie den trägen Schaltzeiten.

- Einen Quantensprung im Bereich der Computerhardware brachte der *Transistor* (►Abbildung 2.2), für dessen Entwicklung W. SHOCKLEY, J. BARDEEN und W. BRATTAIN 1956 den Nobelpreis für Physik erhielten. Der erste vollständig auf Transistorbasis gestützte Computer, der Siemens 2002, wurde im Jahr 1959 von der Firma Siemens & Halske ausgeliefert.

Es folgten Jahre des schleppenden Fortschritts: Noch immer füllten Rechenanlagen, die heutigen Taschenrechnern nicht ansatzweise das Wasser reichen konnten, ganze Gebäude, und deren Abwärme musste durch mächtige Klimaanlage gebändigt werden.

- Eine entscheidende Wende in puncto Baugröße brachte schließlich die *integrierte Fertigungstechnik* (*IC = integrated circuits*). Mit der medium-scale integration (MSI) fanden einige Hundert Transistoren, bei der large-scale integration (LSI) Anfang der 1970er einige Tausend Transistoren Platz auf einem Chip. Diese Technik ermöglichte nun auch den Bau platzsparender Computer und leitete den Einzug der Rechentechnik in die privaten Haushalte ein.

Zum Weiterarbeiten

Informieren Sie sich über aktuelle Integrationsdichten von ICs. Wie viele Transistoren sind in einer aktuellen CPU enthalten?

2.1.3 Die ersten Personal Computer

- STEVE JOBS und STEVE WOZNIAC wuchsen im legendären kalifornischen Silicon Valley auf. Wozniak schraubte seinen ersten Computer 1971 in der elterlichen Garage zusammen. Im Jahre 1976 gründeten Jobs und Wozniak mit einem Startkapital von 1300 Dollar die Firma *Apple*. Ein Verkaufsschlager war der Apple II, der erste richtige Personal Computer.
- Parallel zu Jobs und Wozniak fand sich in den 70er-Jahren ein weiteres Dreamteam der Pionierzeit: BILL GATES und PAUL ALLEN gründeten im Jahr 1975 die Firma *Microsoft*. Im Gegensatz zu den Apple-Eignern konzentrierten sich Gates und Allen aber hauptsächlich auf den Verkauf von Betriebssystemen. Durch einen Deal mit dem Computergiganten IBM, der sich im Jahr 1980 anschickte, in den Heimcomputermarkt einzutreten, gelang es Bill Gates, mit dem Verkauf des Betriebssystems MS-DOS (Microsoft Disk Operating System) den Fuß in die Tür zum Zukunftsmarkt der PCs zu bekommen.



Abbildung 2.3: Der IBM-PC 5150 erscheint blass ...

- Der *IBM-PC* wurde in den folgenden Jahren zum Industriestandard, obwohl er Konkurrenzprodukten in puncto Benutzerfreundlichkeit z.T. hoffnungslos hinterherhinkte. So brachte Apple 1984 mit dem ersten Macintosh (►Abbildung 2.4) die erste mit der Maus steuerbare grafische Benutzeroberfläche auf den Markt.



Abbildung 2.4: ... gegenüber dem stylischen Apple Macintosh der 80er-Jahre.

- Nachahmer wie der *Atari ST* oder der *Commodore Amiga* griffen Ende der 80er-Jahre das neue Konzept begeistert auf. Diese lösten schließlich im Heimanwenderbereich beliebte Geräte wie den *Commodore C64* (►Abbildung 2.5) oder den *Atari 800 XL* ab.



Abbildung 2.5: Der C64 – in Insiderkreisen auch liebevoll „Brotkasten“ genannt.

Der Trend zu Beginn der 90er-Jahre wendet sich trotz der technischen Unterlegenheit der Hardware zur PC-Technik: Microsoft bringt mit Windows 3.0 endlich eine benutzbare grafische Oberfläche für den mittlerweile antiquierten DOS-Unterbau auf den Markt, und aufgrund der unüberschaubaren Anzahl der für dieses System zur Verfügung stehenden Software wird Windows zur marktbeherrschenden Plattform. Der Beginn der 90er-Jahre verändert die Computerszene aber noch in einer ganz anderen Beziehung: Die Verbindung von Computern in Form von Netzwerken wird vorangetrieben und findet schließlich ihren Höhepunkt in der Konzeption des *World Wide Web*.

Zum Weiterarbeiten

Diskutieren Sie, welche Geräte heute im Begriff sind, den Personal Computer abzulösen. Auf welchen Gebieten sind diese dem klassischen PC überlegen?

2.1.4 Die Geburt des WWW

Fälschlicherweise wird der Begriff *Internet* oft synonym für das World Wide Web eingesetzt. Das Internet fasst als Netzwerkstruktur eine Fülle von Diensten, die z.B. das Versenden von Mails, den Austausch von Dateien oder die Möglichkeit, spezielle (HTML-)Dokumente mit einer Browsersoftware zu betrachten, gestattet. Es entstand aus dem militärischen *ARPANET*, welches 1969 größtenteils schon mit den Diensten des heutigen Internets ausgestattet war.

Das *World Wide Web* (WWW) ist der komplexe, untereinander verlinkte Verbund eben dieser HTML(*Hypertext Markup Language*)-Dokumente. Das WWW wurde im Jahr 1989 am Kernforschungszentrum CERN in Genf von TIM BERNERS-LEE entwickelt mit dem Ziel, wissenschaftliche Informationen in einer speziellen Dokumentenstruktur besser zu vernetzen. Wer sich schon einmal mit wissenschaftlicher Literatur beschäftigt hat, der kennt die endlosen Sekundärliteraturlisten am Ende eines jeden Aufsatzes. Die Beschaffung der zum Verständnis notwendigen Sekundärliteratur geschieht nach der Erfindung des HTML-Dokumentenstandards per Mausklick auf das nächste Dokument – eine immense Zeitersparnis im Vergleich zu den bislang üblichen langwierigen Suchorgien in den Universitätsbibliotheken.



Abbildung 2.6: Der erste Webserver, ein NeXT Cube Computer.

2.1.5 Das Web wird universell

Parallel zur Entwicklung des World Wide Web schritt auch die Netzwerktechnik voran. Erste Datendienstleister wie *CompuServe* oder *America Online (AOL)* brachten das globale Netz in die Privathaushalte. Die von den Telekommunikationsunternehmen zur Verfügung gestellten Bandbreiten zur Datenübertragung wuchsen stetig, und die Anfang der 90er-Jahre verbreiteten langsamen Modems wichen zunächst der zuverlässigeren ISDN-Technik und wurden später durch Breitbandtechnik in Form von DSL und Co. ersetzt.

Mit zunehmender Datenübertragungskapazität wurde die Idee der gemeinsamen Nutzung von Informationen von der Übermittlung reiner Textinformation auch auf multimediale Inhalte ausgedehnt. Das geschah sehr zum Leidwesen derjenigen, die damit Geld verdienten: Insbesondere der Musikindustrie war der Tausch von Musiktiteln in Form von komprimierten MP3-Dateien ein Dorn im Auge. Die Problematik setzte sich fort, als Anfang des 21. Jahrhunderts Bandbreiten zur Realität wurden, die nun auch den Tausch von relativ großen Filmdateien ermöglichten. Damit gingen neue kriminelle Aktivitäten einher: Hollywood-Blockbuster erschienen nun bereits vor dem offiziellen Kinorelease als Raubkopien im Netz in den Tauschbörsen. Die Gesetzgeber der meisten Länder reagierten prompt und stellten derartige Tauschaktivitäten unter Strafe.

2.1.6 Das Web wird dynamisch und sozial

Das Web wächst in den 90er-Jahren exponentiell, und die zunehmenden Datenfluten wollen gebändigt werden. Am 7. September 1998 geht eine Testversion der Suchmaschine *Google* online. Google, ein Wortspiel auf die größte, mit einem Synonym versehene Zahl (ein Googol ist 10^{100} , d.h. eine Zahl mit 100 Nullen), entwickelt sich unter der Führung von LARRY PAGE und SERGEY BRIN zu einem Marktgiganten. Durch geschickte Verknüpfung der Suchergebnisse mit kontextsensitiver Werbung (dem *Google AdSense*) entwickelt sich rasch ein profitables Geschäft.

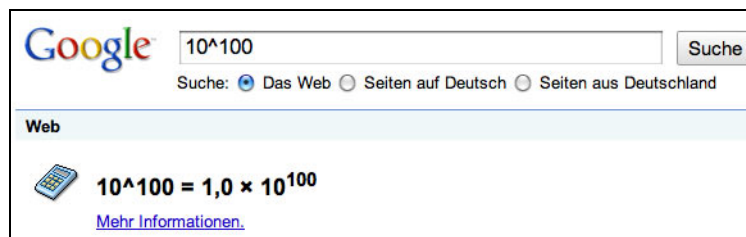


Abbildung 2.7: Google kann wesentlich mehr, als „nur“ suchen: Der Suchmaschinenprimus lässt sich auch als Taschenrechner nutzen.

Zu Beginn des neuen Jahrtausends ändert sich die vormals statische Struktur des globalen Datennetzes: Erste browserbasierte Anwendungen tauchen auf, die die Grenze zwischen lokalen bzw. auf einem Internetserver installierten Applikationen verwischen lassen. Parallel bilden sich soziale Netzwerke, die regen Gebrauch von den neuen Technologien machen. *Facebook*, *Xing* und Co. bieten neue Kommunikationsplattformen, *Twitter* wird zum Synonym der „Always on“-Generation: jener Menschen, die ständig online sind und ihre Befindlichkeiten der Netzgemeinde unablässig mitteilen. Der Trend geht weg von den traditionellen Internetnewsgroups hin zu Foren und sozialen Gemeinschaften.

Im kommerziellen Bereich blüht der Onlinehandel. Es gibt kaum ein Unternehmen, dass es sich noch leisten kann, keine Webpräsenz nebst Onlineshop zu pflegen. Wer wie das traditionsreiche Versandhaus Quelle den Online-Zug verpasst, geht unter. Nebenbei eröffnen sich neue Geschäftsformen und Möglichkeiten: Auktionsplattformen wie z.B. eBay schießen wie Pilze aus dem Boden.

Zum Weiterarbeiten

Stellen Sie die Dienste und Anwendungsgebiete des modernen Internets zusammen. Erläutern Sie, welche Medien mittlerweile vom Internet abgelöst wurden bzw. auf dem Weg dahin sind.

2.1.7 Was die Zukunft bringt

Die Tage des Personal Computers sind gezählt: Der moderne Datennomade möchte unabhängig von Raum und Zeit die Dienste des modernen Web und darüber hinaus beliebige Anwendungen an beliebigen Orten einsetzen. Das mittlerweile flächendeckend zur Verfügung stehende *mobile Internet* gestattet den Zugriff auf das Internet aus nahezu jedem Winkel Deutschlands. Techniken wie das *Cloud Computing* verlagern die bevorzugten Anwendungen des Nutzers auf eine Wolke aus Rechnern im Internet (►Abbildung 2.8). Infolge des breitbandigen Zugriffs auf die Infrastruktur merkt der Anwender nicht, dass das momentan verwendete Programm auf einem Rechner der Cloud läuft. Der Branchenriese Google steht mit dem Chrome-Betriebssystem, das für diese Art des Arbeitens optimiert wurde, in den Startlöchern.

Auch auf dem Gebiet der Nutzerschnittstellen stehen größere Veränderungen bevor: Dreidimensionale Desktops optimieren die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ebenso wie neuartige Eingabegeräte. Die klassischen Kommunikationsstränge wie Telefon, Radio und Fernsehen werden zunehmend vom alles durchdringenden Internet absorbiert.

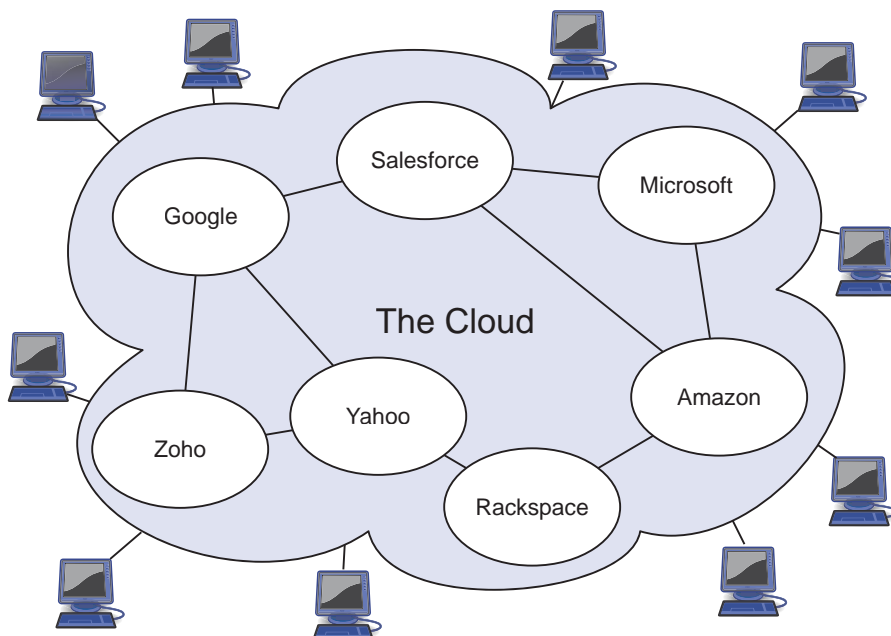


Abbildung 2.8: Skizze einer Cloud-Computing-Umgebung.

Bezüglich der Entwicklung der Hardware stellt sich die Frage, ob das berühmte mooresche Gesetz weiterhin seine Gültigkeit behält: GORDON E. MOORE, der Mitgründer der Firma Intel, formulierte 1965 einen empirischen Erfahrungssatz, der besagt, dass sich die Packungsdichte der Transistoren auf einem Mikroprozessor ca. alle 18 Monate verdoppelt. Daraus resultiert eine Vervierfachung der Speicherkapazitäten und eine Verzehnfachung der Geschwindigkeit der Rechnersysteme in einem Zeitraum von ca. drei Jahren (►Abbildung 2.9).

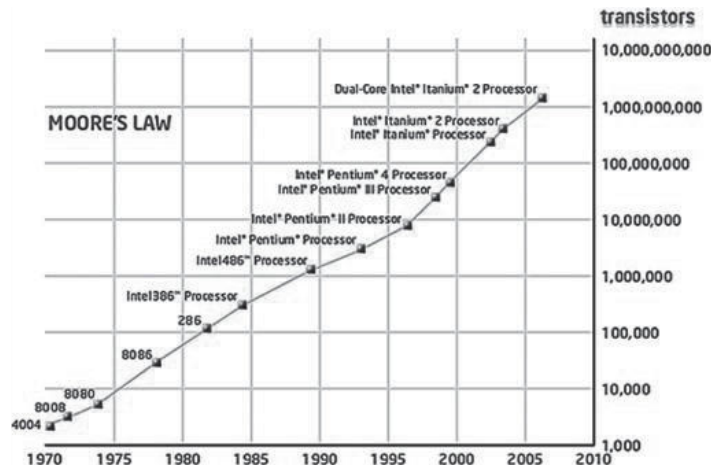


Abbildung 2.9: 40 Jahre nach der Formulierung des Gesetzes von Moore ist noch kein Ende der rasanten Entwicklung im Bereich der Halbleiter abzusehen.

Die zunehmende Dichte der Transistoren in modernen CPUs führt zu Problemen, die mit der modernen Quantenphysik zu erklären sind: Der Informationszustand „0“ bzw. „1“ wird im Extremfall durch das (Nicht)-Vorhandensein eines einzelnen Elektrons in einem lokalisierten Bereich, einem sogenannten Potenzialtopf, generiert. Eine zunehmende Ortseingengung des Elektrons geht aber einher mit einer Erhöhung seiner Energie, kurz: Das Elektron lässt sich nicht so ohne Weiteres „einsperren“, die fortwährende Verkleinerung integrierter Schaltkreise stößt auf Grenzen. Es müssen folglich Alternativen gesucht werden, die unter anderem in den Bereich der Quantencomputer führen.

Zum Weiterarbeiten

Recherchieren Sie, welche Faktoren dagegen sprechen, dass das mooresche Gesetz auch in Zukunft seine Gültigkeit behalten wird.

2.2 Aufgaben und Teilgebiete der Informatik

Handys, Autos, Waschmaschinen – die Grundlagen der Informatik findet man mittlerweile nicht nur in Computern, sondern in jedem technischen Gerät.

Die Informatik hat sich von einer Randdisziplin der Mathematik zu einer „vollwertigen“ Wissenschaft entwickelt. Im folgenden Abschnitt sollen die einzelnen Teilgebiete und Einsatzbereiche kurz vorgestellt werden.

2.2.1 Einsatzbereiche von Computern bzw. Informatiksystemen

Die Einsatzgebiete digitaler Rechner sind vielfältig. Grob lässt sich folgende Unterteilung nach Anwendungszweck vornehmen:

- Im heimischen Bereich findet man den PC (*Personal Computer*) vor, der einfache Aufgaben wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Internetanbindung oder auch Multimediaaufgaben erledigt.
- Professionelle Anwender wie z.B. Grafiker oder Tontechniker verwenden eine *Workstation*, die leistungsfähige Hardware bereitstellt und darüber hinaus meist auch als Mehrbenutzersystem ausgelegt ist.
- Server dienen in Unternehmen zur Bereitstellung von Ressourcen für eine größere Anwenderschar. Auf diesen speziellen Computersystemen können Dokumente oder Medien abgelegt werden (*Dateiserver*). Server können aber auch Netzwerkverbindungen im LAN und zum Internet bereitstellen und kontrollieren (*Kommunikationsserver*). Das gesamte Internet besteht aus einem Zusammenschluss unzähliger *Webserver*.
- Im wissenschaftlichen Bereich oder in Großunternehmen findet man *Serverparks* oder *Großrechenanlagen*. Besonders beliebt sind Rechnerverbunde, sogenannte *Cluster*, die aus einem Zusammenschluss vieler Rechner bestehen. Zum effizienten Betrieb werden spezielle Clusterbetriebssysteme verwendet.
- Auch im Bereich der technischen Kleingeräte findet man Computertechnik wieder: Moderne Handys, die sogenannten *Smartphones*, werden mit einem Mikrobetriebssystem versehen, um den Anforderungen der modernen Kommunikation zu genügen (►Abbildung 2.10). Ein derartiges Mikrobetriebssystem wird *Embedded System* (eingebettetes System) genannt. Diese eingebetteten Systeme werden stets an die speziell verwendete Hardware angepasst.



Abbildung 2.10: Smartphones oder mobile Medienplayer werden mit vollwertigen Betriebssystemen ausgestattet.

- Im Bereich der Messtechnik verwendet man *Prozess- bzw. Echtzeitrechner*, die anstehende Messaufträge in schnellstmöglicher Zeit (idealerweise Echtzeit) erledigen können. In derartigen Fällen wird die verwendete Software ebenfalls optimal an die zur Verfügung stehende Hardware angepasst.

2.2.2 Teilgebiete der Informatik

Die Informatik wird in vier Kernbereiche unterteilt (►Abbildung 2.11):

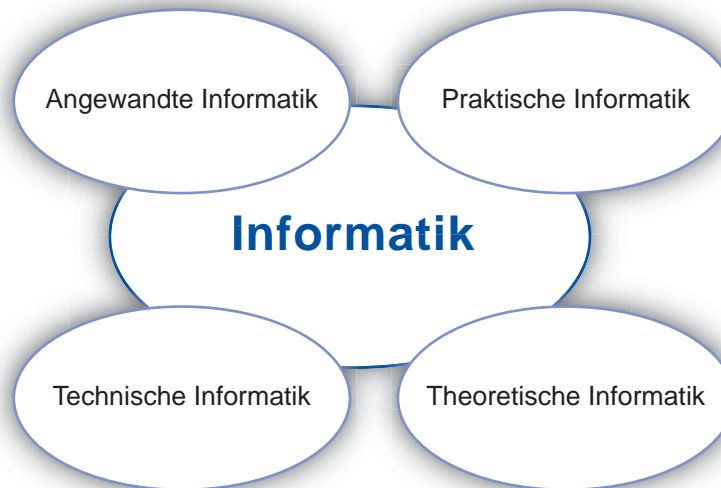


Abbildung 2.11: Die Kerngebiete der Informatik

In den einzelnen Teilgebieten werden folgende Aspekte behandelt:

Angewandte Informatik

Die angewandte Informatik befasst sich mit den praktischen Aspekten im Umgang mit dem Computer, also insbesondere auch den Dingen, mit denen der durchschnittliche Anwender konfrontiert wird. Beispiele sind:

- *Anwendungssoftware*: Als Beispiel sei der Umgang mit Betriebssystemen oder Bürosoftware wie Excel, Word und PowerPoint genannt.
- Die Entwicklung *technisch-wissenschaftlicher Anwendungen* wie z.B. *Simulationssoftware* (►Abbildung 2.12).
- Die Realisierung *spezieller Hardware-/Softwarelösungen* für vorgegebene Probleme.

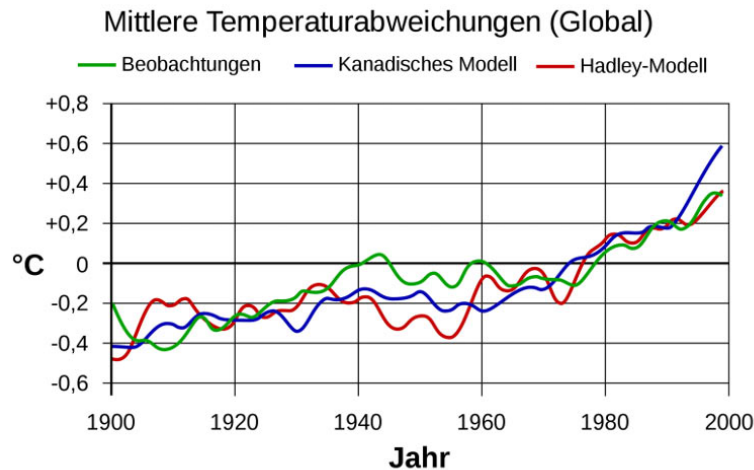


Abbildung 2.12: Die Berechnung von Klimamodellen gehört zur angewandten Informatik.

Technische Informatik

Die technische Informatik beschäftigt sich mit den hardwaretechnischen Grundlagen der Informatik. Dazu gehören:

- **Mikroprozessortechnik:** Diese befasst sich mit der Konzeption von Rechnern, Speicherbausteinen, aber auch der Konstruktion von Sekundärhardware wie Festplatten, Bildschirmen und Druckern.
- **Rechnerarchitektur:** Hier stehen der Aufbau und die Konzeption des Kernbauteils eines Computers, der CPU (*Central Processing Unit*), im Fokus. Unter anderem wird erläutert, wie Informationen auf Bitebene verarbeitet und gespeichert werden (►Abbildung 2.13).
- **Rechnerkommunikation:** Immer wichtiger wird die Technik, mit deren Hilfe Daten über Netzwerke zwischen Computern ausgetauscht werden. Router, Switches und Firewalls werden in diesem Themenkomplex konzipiert und erläutert.

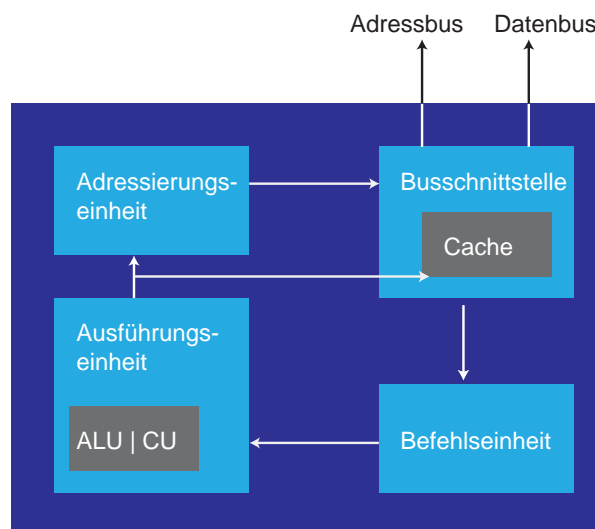


Abbildung 2.13: Der schematische Aufbau einer CPU wird in der technischen Informatik besprochen.

Praktische Informatik

Auch wenn der Name anderes verheißt: Auf dem Gebiet der praktischen Informatik wird es zunehmend theoretisch. Hier befasst man sich unter anderem mit:

- *Programmierung*: Die Welt der Programmiersprachen ist wesentlicher Inhalt der praktischen Informatik. Hier lernen Sie, was ein Compiler und ein Interpreter ist.
- *Algorithmen und Datenstrukturen*: Die Umsetzung eines konkreten Problems über einen informatischen Lösungsweg ist der Inhalt dieses Teilbereiches. Durch den geschickten Einsatz angepasster Datenstrukturen wird die Lösung schließlich optimiert.
- *Betriebssysteme*: Die zentrale Software, welche die Kommunikationsschnittstelle zwischen Anwender und Hardware bildet, ist das Betriebssystem, z.B. Microsoft Windows, Apple Mac OS oder Linux. Dabei geht es weniger um die praktische Arbeit mit derartigen Systemen, sondern vielmehr um die technischen Strukturen, auf denen Betriebssysteme basieren.

```
static int ggt(int m, int n) {
    if (m == n)
        return m;
    int gr = (m > n) ? m : n;
    int kl = (m < n) ? m : n;
    for (int i = gr / 2; i >= gr / kl; i--) {
        if (gr % i == 0 && kl % i == 0)
            return i;
    }
    return 1;
}
```

Listing 2.1: Bei der praktischen Informatik dreht sich alles ums Programmieren. Das obige Beispiel zeigt einen Algorithmus, formuliert in der Programmiersprache Java, der den größten gemeinsamen Teiler (ggT) zweier natürlicher Zahlen ermittelt. Beispiel: Der ggT von 18 und 24 ist 6.¹

Theoretische Informatik

Die Grundlagen, auf denen die vorher genannten Gebiete aufsetzen, liefert die theoretische Informatik. Ohne solide mathematische Vorbildung dringt man hier nur selten in die Tiefen vor. Im Rahmen der theoretischen Informatik werden unter anderem behandelt:

- *Automatentheorie*: Das abstrakte Modell des endlichen Automaten bildet die Grundlage, um die Prozesse zu verstehen, die sich im Rechenwerk eines Computers abspielen (►Abbildung 2.14). Unter anderem lernen Sie in diesem Bereich, wie man mit dem Binärsystem rechnen kann und dies technisch konkret umsetzt.
- *Formale Sprachen*: Diese früher oftmals auch „Compilerbau“ genannte Disziplin beschäftigt sich damit, wie eine Programmiersprache aufgebaut sein muss, um die Umsetzung eines Programms in maschinenlesbare Form zu gestatten.
- *Berechenbarkeitstheorie*: Nicht alles, was als Problem formuliert werden kann, lässt sich mit einem Computer berechnen. Die Berechenbarkeitstheorie zeigt diese Grenzen auf.

1 Keine Angst, wenn Ihnen das Beispiel an dieser Stelle noch etwas „spanisch“ vorkommt – mit den Grundlagen der Programmierung und der Umsetzung von Algorithmen werden wir uns noch in den *Kapiteln* 7 bis 9 ausführlich beschäftigen.

- **Komplexitätstheorie:** Hier dreht sich alles um die Optimierung von Algorithmen, z.B. hinsichtlich ihres Speicherbedarfs und ihres Laufzeitverhaltens. Beides spart bei optimalem Ansatz Geld.

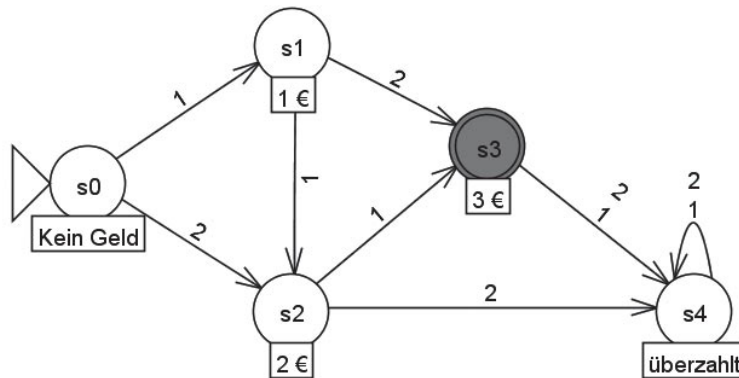


Abbildung 2.14: Ein Klassiker der theoretischen Informatik: der endliche Automat, hier demonstriert am Beispiel eines Fahrkartensystemen, vgl. *Kapitel 12*

Spezialgebiete

Neben den genannten Hauptdisziplinen haben sich einige weitere spezielle Bereiche der Informatik herauskristallisiert:

- **Wirtschaftsinformatik:** Diese Disziplin behandelt den Entwurf, die Entwicklung und die Anwendung von Informations- und Kommunikationssystemen in Wirtschaftsunternehmen und verknüpft die Informatik mit der Betriebswirtschaftslehre.
- **Künstliche Intelligenz:** Die künstliche Intelligenz (kurz: *KI*) beschäftigt sich mit der Simulation und Umsetzung menschlicher Denkstrukturen auf Computern. Besonders Computerspielfans kommen heute in den Genuss ausgefeilter KI-Charaktere in aktuellen Spiel-titeln, die dem menschlichen Gegenüber sehr gut Paroli bieten können.
- **Computervisualistik:** In diesem Bereich werden Bilderzeugung, Bildverarbeitung und Bild-analyse mit den Methoden der Informatik behandelt. Darüber hinaus beschäftigt man sich mit der Realisierung dreidimensionaler virtueller Welten (*Virtual Reality*) oder der visuel-len Integration von Informationen in Livebilder (*Augmented Reality*, ►Abbildung 2.15).
- **Computerlinguistik:** Diese Disziplin beschäftigt sich mit dem Problem, natürliche Spra-chen mit dem Computer zu verarbeiten. Der Anwender profitiert in Form von Sprach-erkennungs- bzw. Sprachsyntheseprogrammen von den Forschungsergebnissen.

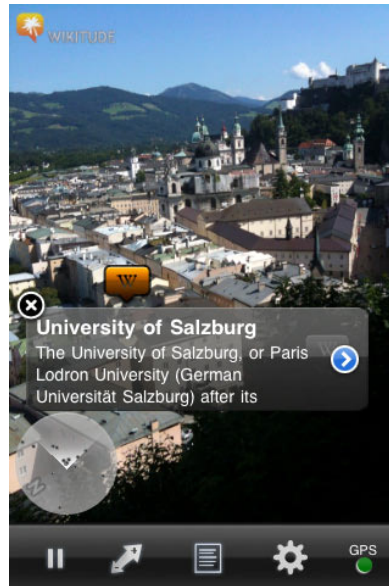


Abbildung 2.15: Beispiel einer Augmented-Reality-Anwendung: Über das Realbild der Handykamera werden Informationen gelegt, die aus Wikipedia-Einträgen stammen.

- **Bioinformatik:** Die Bioinformatik wendet Methoden der Informatik in lebenswissenschaftlichen Bereichen (Biologie, Biochemie, Biophysik) an. Die größte Leistung, die bislang auf diesem Gebiet erbracht wurde, ist die Entschlüsselung des menschlichen Genoms (Human-genomprojekt, ► Abbildung 2.16).



Abbildung 2.16: Struktur eines Teils des menschlichen Genoms, entschlüsselt im Rahmen des Humangenomprojekts.

Z U S A M M E N F A S S U N G

- Die Ursprünge der Informatik reichen bis ins 17. Jahrhundert zurück. BLAISE PASCAL konstruierte die erste **mechanische Rechenmaschine**, und GOTTFRIED LEIBNIZ entwickelte das **binäre Zahlensystem**.
- Mitte des 20. Jahrhunderts werden von KONRAD ZUSE und HOWARD AIKEN die ersten **elektrischen Computer** entwickelt. Die Maschinen sind aufgrund der Röhrentechnik riesig und verschlingen Unmengen an Energie.
- Eine Wende bringt die **Erfindung des Transistors**, dessen Entwicklung in den 50er-Jahren des letzten Jahrhunderts maßgeblich vorangetrieben wurde.
- Anfang der 60er-Jahre tauchen erste serienreife **integrierte Schaltkreise** auf, die erstmals den Bau kompakter Computer ermöglichen.
- In den 70er- und 80er-Jahren hält der Computer Einzug in die Haushalte. Apple und Microsoft treiben die Entwicklung des **Heimcomputers** im Software- und Hardwarebereich voran.
- Die 90er-Jahre sind geprägt von der Dominanz des **PCs** und der Etablierung von **Microsoft Windows** im heimischen Bereich. Parallel schreitet die Vernetzung der Computer voran: Das Internet wird zur zentralen Datenplattform.
- Das neue Millennium beginnt mit der Sozialisierung des Internets: Im Rahmen des **Web-2.0-Konzepts** entstehen soziale Plattformen, auf denen sich Gleichgesinnte austauschen.
- **Medien** werden omnipräsent: Audio- und Videoinhalte gelangen über das Internet in die Haushalte.
- Die Informatik wird grob in folgende Teilgebiete unterteilt:
 - **Angewandte Informatik**
 - **Praktische Informatik**
 - **Theoretische Informatik**
 - **Technische Informatik**

Z U S A M M E N F A S S U N G

Grundlagen der Computertechnik

3

3.1 Hardware	34
3.1.1 Die Hardwarekomponenten eines Computers	35
3.1.2 Erscheinungsformen einst und jetzt	39
3.1.3 Das Von-Neumann-Prinzip	39
3.1.4 Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe	41
3.1.5 Codierung von Daten	41
3.1.6 Rechnen mit Bits	44
3.2 Software	45
3.3 Schnittstellen	50
3.3.1 Hardwareschnittstellen	50
3.3.2 Softwareschnittstellen	53
3.4 Vernetzte Computer	53
3.4.1 Netzwerktypen	54
3.4.2 Netzwerkhardware	56
3.4.3 Netzwerkprotokolle	57
3.5 Die Zukunft der Informatiksysteme	60
3.5.1 Quantencomputer	60
3.5.2 DNS-Computer	61
3.5.3 Neuronale Netzwerke	61
Zusammenfassung	62

ÜBERBLICK

» RAM, ROM, Terabyte und Gigahertz, BIOS und Betriebssystem – spätestens bei der Auswahl und dem Kauf eines neuen PCs wird man von technischen Begriffen überrollt. Gut, wenn man den grundsätzlichen Aufbau eines Computersystems verstanden hat. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den grundlegenden Komponenten, eine Vertiefung der theoretischen Grundlagen folgt in den *Kapiteln 11 und 12*.

3.1 Hardware

Hardware – zu dieser Kategorie zählt man alles, was man am Computer „anfassen“ kann. Trotz fortschreitender Modularisierung und Miniaturisierung hat sich an den wesentlichen Prinzipien des Rechneraufbaus seit den Pionierzeiten der Informatik wenig geändert.

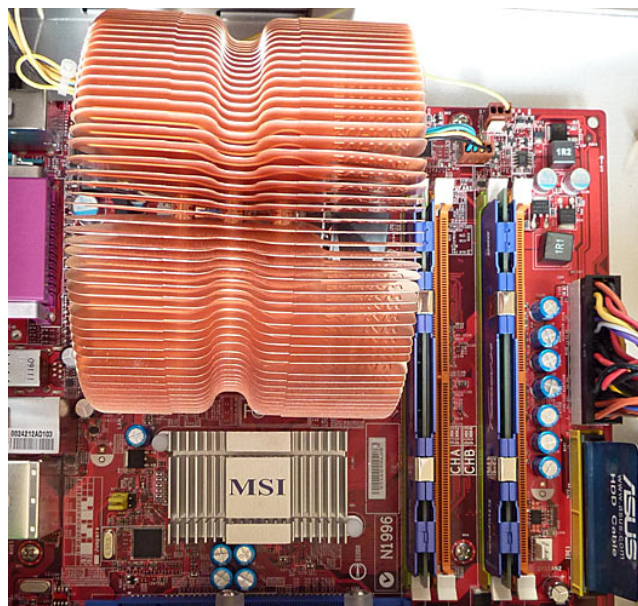
Im folgenden Teilkapitel beschäftigen wir uns zunächst mit dem Aufbau eines PCs und teilen die Bauteile in logische Gruppen ein, deren theoretische Grundlagen anschließend erläutert werden.

EVA-Prinzip

Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe: Jeder Rechner muss diese drei wichtigen Aufgaben erfüllen und mit entsprechenden Komponenten ausgestattet sein

Von-Neumann-Rechner

Der interne Aufbau eines Rechners folgt dem *Von-Neumann-Prinzip*. Danach besteht der Kern eines jeden Rechners aus den Gruppen *Rechenwerk*, *Leitwerk*, *Speicher* sowie den *Ein- und Ausgabewerken*.



3.1.1 Die Hardwarekomponenten eines Computers

Hertz

Die Einheit des Prozessortakts wurde nach dem deutschen Physiker HEINRICH RUDOLF HERTZ benannt. Ein Hertz entspricht dabei einem Takt pro Sekunde. Moderne Prozessoren werden mit Taktfrequenzen von bis zu 3 Gigahertz betrieben, was folglich 3 Milliarden Schaltzyklen pro Sekunde entspricht.

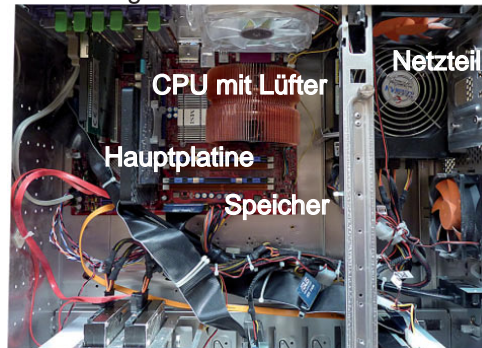
Bit und Byte

Ein Bit enthält die Information „0“ (kein Signal) oder „1“ (ein Signal liegt an). Acht Bits werden zur Informationsgruppe Byte zusammengefasst. Die Umrechnung in die höheren Einheiten ist etwas ungewöhnlich, zwischen den Einheiten Kilo, Mega, Giga und Tera vermittelt nicht etwa der Faktor „1000“, sondern der Faktor 1024. Beispiel: 1 Kilobyte = 1024 Byte, 1 Megabyte = 1024 Kilobyte = 1048576 Byte.

Zentraleinheit

Legen Sie – sofern Sie kein Notebook haben – ruhig einmal selbst Hand an Ihren PC und entfernen Sie die Gehäuseblende. Folgende Baugruppen sind im Inneren zu finden (►Abbildung 3.1):

Grafik-/Erweiterungskarten



CD-/DVD-Laufwerke

Festplatten

Abbildung 3.1: Die wichtigsten Komponenten im Gehäuse eines PCs

- **Motherboard/Hauptplatine:** Die Hauptplatine ist das Herz des Rechners. Durch sie werden alle Komponenten miteinander verbunden.
- **CPU (Central Processing Unit/Mikroprozessor):** Die CPU ist das Rechen-, Steuer- und Leitwerk des Systems. Sie übernimmt die anfallenden Steuer- und Rechenaufgaben und ist mit einem flüchtigen, schnellen Speicher, dem Cache, ausgestattet. Moderne CPUs sind als Mehrkernsysteme (Dualcore, Quadcore, ...) ausgelegt. Die Taktfrequenz derartiger Systeme liegt im Gigahertzbereich.
- **RAM (Random Access Memory):** Der flüchtige Hauptspeicher des Systems dient dem temporären Speichern von Daten. In modernen Systemen sind aktuell bis zu 16 GByte RAM verbaut.

- **Massenspeicher:** Festplatten, CD-/DVD- oder Blu-ray-Laufwerke/Brenner dienen als stationäre oder portable Datenspeicher.
- **Grafikkarte oder integrierter Grafikchip:** Die Grafikhardware versorgt den Bildschirm mit Signalen. Mittlerweile sind die verbauten GPU-Rechenchips so leistungsfähig, dass sie in Verbindung mit speziellen Grafikkartentreibern in der Lage sind, die CPU bei Rechenaufgaben zu unterstützen. Das macht sich insbesondere dann bemerkbar, wenn Sie hochauflösendes Videomaterial auf einem System mit behäbiger CPU-Leistung wiedergeben möchten.
- **Erweiterungskarten:** Spezielle Funktionen wie der Empfang von TV-Programmen oder die hochwertige Tonausgabe bedingen den Einbau von PCI- oder PCIe-Erweiterungskarten, die das Gewünschte leisten.

Für die eigentliche Computerfunktionalität zwar nicht verantwortlich, aber nichtsdestotrotz unabdingbar:

- **Netzteil:** Der zentrale Energielieferant des PCs arbeitet mittlerweile in Leistungsbereichen, die an Staubsauger, Geschirrspüler und Waschautomaten herankommen: 600 Watt und mehr sind heutzutage keine Seltenheit.
- **Lüfter:** Durch die zunehmende Integrationsdichte moderner CPUs wird eine ausgewogene Kühlung zum Muss: Eine moderne CPU produziert bis zu 100 Watt Verlustleistung in Form von Abwärme.

Mit der Zentraleinheit allein lässt es sich noch nicht arbeiten: Die zu verarbeitenden Daten müssen von Menschen eingegeben werden können und nach der Verarbeitung auch wieder dargestellt werden. Dazu benötigt man weitere Peripherie. Die folgende ►Abbildung 3.2 zeigt die wichtigsten Komponenten.

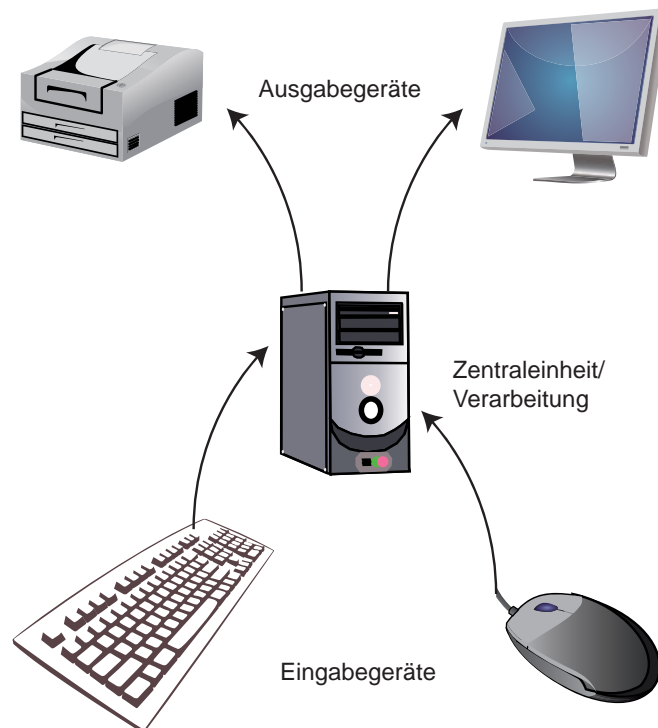


Abbildung 3.2: Das Prinzip Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe gilt sowohl bei Software- als auch bei Hardwarekomponenten.

Zum Weiterarbeiten

Nehmen Sie einmal (sofern vorhanden) die Gehäuseabdeckung Ihres PCs ab und versuchen Sie, die beschriebenen Baugruppen zu identifizieren. *Hinweis:* Achten Sie dabei aber stets darauf, dass beim Öffnen des PCs keine Siegel beschädigt werden um nicht den Verlust von Garantieansprüchen zu riskieren.

Eingabegeräte

- **Tastatur:** Seit Zeiten des Ur-PCs kommuniziert der Computeranwender in der Regel zunächst mit einer Standardtastatur mit der Zentraleinheit. Die einzelnen Tasten sind in Form einer Matrix angeordnet. Die 104 Tasten der Standard-PC-Tastatur bilden dabei 13 Spalten und 8 Reihen.¹ Wird eine Taste gedrückt, so registriert der Tastaturcontroller, an welchem Schnittpunkt sich die Taste befindet, und übermittelt die Information an die Zentraleinheit zur Weiterverarbeitung.
- **Maus:** Der Vorgänger der ersten Computermouse, das „x-y-Zeigegerät“, wurde bereits im Jahr 1963/64 von Douglas C. Engelbart und William English am Stanford Research Institute entwickelt. Es dauerte allerdings fast 10 Jahre, bis die uns bekannte Computermouse mit Rollkugel das Licht der Welt am Xerox Alto erblickte.
- **Touchscreen:** Der berührungsempfindliche Bildschirm setzt sich mehr und mehr durch. Die direkte Eingabe durch Fingerkontakt mit der Bildschirmfläche findet man insbesondere bei modernen Notebooks, aber auch viele moderne Smartphones wie das iPhone setzen auf die einfache haptische Bedienung.
- **Grafiktablett:** Insbesondere Künstler schätzen die Möglichkeit, mit einem speziellen Stift über ein berührungsempfindliches Tablett Grafiken zu erstellen.
- **Mikrofon:** Headsets mit integriertem Mikrofon werden verwendet, um per Internet zu kommunizieren oder den PC per Sprache zu steuern.
- **Webcam:** Mittlerweile haben auch Webcams mit integriertem Mikrofon Einzug ins Büro des Durchschnittshaushalts gehalten: Damit lassen sich bequem Videokonferenzen über das Internet durchführen.

Ausgabegeräte

- **Bildschirm:** Immer mehr PC-Systeme kommen in integraler Form auf den Markt, so z.B. der iMac von Apple. In diesem Fall ist die Zentraleinheit im Bildschirm integriert.
- **Drucker:** Was man schwarz auf weiß (oder auch in Farbe) besitzt: Auch im Zeitalter der elektronischen Bücher mag so mancher auf den Ausdruck seiner Dokumente nicht verzichten.

1 Die Tastatur eines Apple Mac hat gegenüber der PC-Tastatur ein verändertes Layout.

Externe Speichermedien

- **USB-Memorystick:** Die gute alte Diskette ist mittlerweile „out“; heute transportiert man seine Daten am Schlüsselbund – mit einem mobilen Speicherstick (►Abbildung 3.3). Dieser enthält einen Flash-RAM-Chip, welcher bis zu 100.000-mal wiederbeschrieben werden kann. Er ist damit wesentlich umweltfreundlicher als die



Abbildung 3.3: Der USB-Memorystick ist der Brot- und Butterdatenträger des 21. Jahrhunderts.

- **DVD/CD-RW:** Die beschreibbare CD/DVD fasst zwischen 700 MByte (CD-RW) bis 8,4 GByte (DVD-RW/DL) an Daten. Lediglich bei Verwendung mit einem handelsüblichen DVD-Player werden heute noch DVDs gebrannt, die Mehrzahl von Audio-/Videodateien lässt sich auf Festplatten oder Flashsticks speichern.
- **Externe Festplatte:** Im Vergleich zu beschreibbaren DVD- oder gar Blu-ray-Medien bieten externe Platten das bessere Preis-Speicherplatz-Verhältnis. Mit modernen Schnittstellen wie USB 3 ausgestattet, lassen sich die Daten auch sehr schnell tauschen.

Exkurs

Haltbarkeit von Daten

Nichts ist für die Ewigkeit – auch im Computerbereich hat die „digitale Demenz“ Einzug gehalten. Darunter versteht man den schleichenden Verfall wertvoller persönlicher Daten, je nachdem, welchem Speichermedium man diese anvertraut hat. Folgende Haltbarkeitszyklen gelten für die unterschiedlichen Medien:

- Disketten, CD/DVD, Festplatte, USB-Stick, Flash-Speicher: 5 bis 10 Jahre
- MiniDV-Band: 10 bis 15 Jahre
- Magnetband, DVD-RAM (ein wiederbeschreibbares DVD-Format): 20 bis 30 Jahre

Zum Weiterarbeiten

Führen Sie eine Google-Recherche zum Thema Speichermedien der Zukunft durch. Welche Trends werden sich Ihrer Meinung nach durchsetzen?

3.1.2 Erscheinungsformen einst und jetzt

Computersysteme sind heute von Form und Funktion her äußerst wandlungsfähig. Je nach Einsatzzweck findet man, von klein nach groß geordnet, die folgenden Bau- bzw. Systemformen:

- **Nanocomputer:** Was zurzeit noch Zukunftsmusik ist, wird in absehbarer Zeit Realität sein: Computer, deren fundamentale Bauteile nur wenige Nanometer messen (zum Vergleich: Ein menschliches Haar ist 1000-mal dicker).
- **Embedded System:** Ein „eingebettetes System“ ist heute in jedem Handy/Smartphone bzw. in jedem halbwegs intelligenten Haushaltsgerät enthalten, die Computerisierung macht auch vor Kühlschrank und Waschmaschine nicht halt. Bei diesen Systemen handelt es sich um vollwertige Computer, die für bestimmte Zwecke optimiert wurden und meist kleine Baugrößen aufweisen.
- **Mikrocomputer:** Dieser Begriff ist seit den 80er-Jahren mehr oder weniger aus dem Sprachgebrauch verschwunden und wurde durch den Sammelbegriff PC verdrängt. Den Mikrocomputer finden Sie heute in Form eines Desktoprechners oder eines Notebooks wieder.
- **Minicomputer:** Diese Geräte waren historisch gesehen die Vertreter der sogenannten mittleren Datentechnik. „Mini“ bedeutete in den 70er- und 80er-Jahren, dass die Geräte nicht mehr ganze Säle füllten.
- **Großrechner:** Diese im Englischen auch *Mainframe* genannten Anlagen sind komplexe Computersysteme, die weit über die Kapazitäten von Personal Computern, aber auch Serversystemen hinausgehen. Derartige Anlagen sind in erster Linie auf Zuverlässigkeit und hohen Datensatz ausgelegt.
- **Supercomputer:** Zu dieser Spezies zählen Hochleistungsrechner, die den State of the Art der aktuellen Leistungsfähigkeit markieren.
- **Cluster, Grid:** Wenn das Geld für einen Supercomputer nicht reicht, lässt sich auch handelsübliche Hardware durch Zusammenschluss zu einem Cluster zu beachtlicher Rechenleistung bewegen. So befindet sich in der aktuellen Top Ten der Supercomputer ein Linux-Cluster, welches in der ehemaligen Kernforschungsanlage Jülich seinen Dienst verrichtet.
- **Cloud:** Die Zukunft des Computings findet in der Cloud, zu Deutsch Wolke, statt: Auch hierbei handelt es sich um einen Zusammenschluss von Rechnern, der aber im Gegensatz zu Cluster global realisiert wird und somit nicht an einen einzelnen Ort gebunden ist.

3.1.3 Das Von-Neumann-Prinzip

Der grundsätzliche Aufbau eines Computersystems folgt noch heute einem Prinzip, das der Amerikaner JOHN VON NEUMANN im Jahr 1947 erstmals vorstellte:

- Hauptbauteile eines Rechners sind **Speicher, Rechenwerk, Ein- und Ausgabewerk** sowie ein **Steuerwerk**, das für den Transport der Daten sorgt.
- Ein Rechner besitzt stets denselben strukturellen Aufbau, unabhängig davon, welches Problem durch ein Programm zu lösen ist.
- Programm und Daten befinden sich während des Programmablaufs im Speicher und werden bei Bedarf vom Steuerwerk abgerufen.

► Abbildung 3.4 skizziert den typischen Von-Neumann-Rechner und demonstriert seine Funktionsweise anhand eines Beispiels: Es soll die Summe der beiden Zahlen 2 und 3 berechnet werden. Das geschieht folgendermaßen:

- Zunächst werden die beiden zu addierenden Zahlen 2 und 3 vom Eingabewerk erfasst.
- Das Steuerwerk leitet die Zahlen weiter in den Speicher. Dort stehen sie zusammen mit dem Programm bereit zur weiteren Verarbeitung.
- Das Steuerprogramm schickt nun die Programmsequenz sowie die Daten an die CPU. Dort werden Programmschritt und Daten auf einem sogenannten *Stack* (auf Deutsch *Stapel*) abgelegt und verarbeitet. Dies geschieht in der skizzierten Reihenfolge: Zunächst werden die Daten abgelegt, und erst zum Schluss wird die Rechenoperation „+“ ausgeführt. Das Ergebnis der Rechnung wird ebenfalls auf dem Stack abgelegt.
- Das Steuerwerk transportiert schließlich das Ergebnis zum Ausgabewerk.

Eine zentrale Funktion bei der Berechnung nehmen somit das Steuerwerk, welches den Transport der Daten koordiniert, sowie der Datenbus, der als Transportweg der Daten dient, ein.

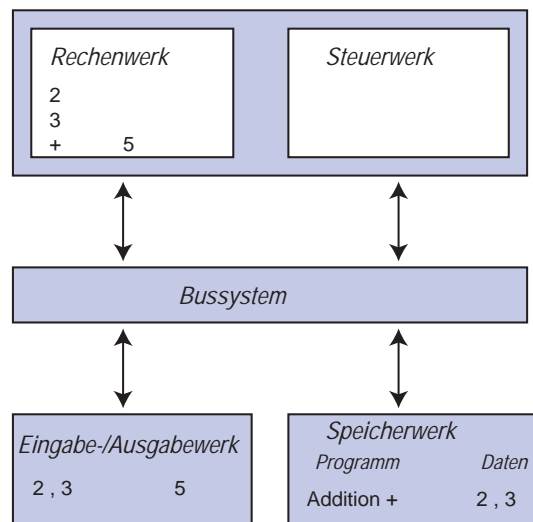


Abbildung 3.4: Der Von-Neumann-Rechner löst die einfache Additionsaufgabe $2 + 3$.

In der Realität werden Rechen- und Steuerwerk durch die CPU realisiert bzw. in diese integriert. Das Bussystem wird durch das Board bzw. die Kabelverbindungen im PC bereitgestellt.

Zum Weiterarbeiten

1. Welches Problem ergibt sich im Von-Neumann-Rechner, wenn zweistellige Dezimalzahlen addiert werden sollen?
2. Wie ließe sich das Problem lösen?

3.1.4 Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe

Sowohl im Hardware- als auch im Softwarebereich gilt für die Verarbeitung jeglicher Daten das Prinzip *Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe* (kurz: EVA). Das bedeutet, dass zur Berechnung eines Ergebnisses zunächst die zu verarbeitenden Daten eingelesen und anschließend durch eine Hardwarekomponente oder auch ein Programm verarbeitet werden. Zu guter Letzt wird das Resultat der Berechnung ausgegeben.

Die Verarbeitung der Daten erfordert oft einen Zwischenspeicher. Stellen Sie sich vor, Sie müssen eine schriftliche Addition vornehmen. Dabei taucht oft ein Übertrag auf, der zwischengespeichert werden muss. ►Abbildung 3.5 zeigt das EVA-Prinzip am Beispiel der Addition der Zahlen 9 und 5.

Bei der Addition der beiden Zahlen entsteht der Übertrag 1, der zwischengespeichert werden muss.

Das EVA-Prinzip gilt auch bei der Programmierung. Obwohl moderne Systeme den Eindruck des parallelen Rechnens vermitteln, läuft auch hier auf Prozessorebene alles Schritt für Schritt ab. Das scheinbar parallele Abarbeiten wird dadurch erreicht, dass der Prozessor sich im Nanosekundentakt den verschiedenen parallelen Befehlsfolgen widmet und zwischen ihnen hin und her springt. So entsteht der Eindruck der Gleichzeitigkeit. Moderne Multitasking-Betriebssysteme erledigen somit mehrere Aufgaben („Tasks“) scheinbar parallel, indem sie die Prozessorzeit geschickt verteilen.

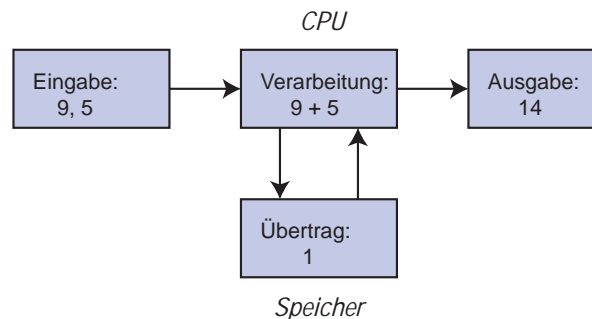


Abbildung 3.5: Das EVA-Prinzip, demonstriert an der Additionsaufgabe 9 + 5

3.1.5 Codierung von Daten

Dualzahlen

Leider kann der Computer auf Hardwareebene nicht mit Zahlen aus den natürlichen, „menschlichen“ Zahlenräumen umgehen. Vielmehr versteht er sich nur auf die Zustände bzw. Signale 0 (Strom aus) oder 1 (Strom an). Gottfried Wilhelm Leibniz stellte bereits Anfang des 18. Jahrhunderts das duale Zahlensystem vor, welches lediglich die Ziffern 0 und 1 verwendet. Damit addiert man folgendermaßen:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 1 = 0, \text{ Übertrag } 1, \text{ d.h.: } 1 + 1 = 10$$

Während also beim konventionellen Dezimalsystem der Übertrag bei der Addition erst beim Überschreiten der Zahl 10 erreicht wird, findet dies beim Dualsystem schon nach Überschreiten der Zahl 2 statt. Damit ergibt sich folgende Tabelle zur Codierung der Zahlen:

Dezimal	Dual	Hexadezimal
0	0	00
1	1	01
2	10	02
3	11	03
4	100	04
5	101	05
6	110	06
7	111	07
8	1000	08
9	1001	09
10	1010	0A
11	1011	0B
12	1100	0C
13	1101	0D
14	1110	0E
15	1111	0F
16	10000	10

Tabelle 3.1: Umrechnung von Dezimalzahlen in Dualzahlen bzw. Hexadezimalzahlen

Zusätzlich wurde die hexadezimale Codierung in der Tabelle aufgeführt, welche im Computerbereich ebenfalls von großer Bedeutung ist. Dieses Zahlensystem verwendet 16 Ziffern bzw. Buchstaben von 0, 1, 2 ... über A, B, C bis F.

Zum Weiterarbeiten

Stellen Sie die folgenden Zahlen in dualer und in hexadezimaler Schreibweise dar:

21, 76, 254, 1024

ASCII-Code

Informationen bestehen nicht unbedingt nur aus Zahlen. Das Buch, das Sie gerade in Ihren Händen halten, besteht vielmehr auch aus Buchstaben. Diese werden nach dem *ASCII-Code* (ASCII = *American Standard Code for Information Interchange*) verschlüsselt und ebenfalls in Form von Zahlen weitererarbeitet. Dabei wird jedem Buchstaben und jedem Sonderzeichen eine Zahl zugeordnet. Die folgende Tabelle zeigt einen Auszug aus der ASCII-Zuordnung:

Zeichen unter Windows	ASCII-Code
A	65
B	66
C	67
...	...
X	88
Y	89
Z	90
...	...
a	97
b	98
c	99
...	...
x	120
y	121
z	122
{	123
...	...

Tabelle 3.2: Codierung von Buchstaben und Zeichen mit dem ASCII-Code

Somit können dem Rechenwerk sämtliche Informationen mithilfe der vorgestellten Codes bitweise zugeführt werden. Wie aber rechnet die Hardware mit diesen Informationshäppchen?

3.1.6 Rechnen mit Bits

Das Rechenwerk einer modernen CPU ist aus Milliarden kleiner, berührungsloser Schalter, den Transistoren, zusammengesetzt. Diese Transistoren können wie gewöhnliche Schalter eingeschaltet (Signal „1“) oder ausgeschaltet (Signal „0“) werden. Durch geschickte Kombination einer Vielzahl von Schaltern können beispielsweise einfache Additionen realisiert werden. Dies wird in *Kapitel 11* noch detailliert besprochen werden. An dieser Stelle genügt ein kleines Beispiel, um das Rechnen mit Schaltelementen zu demonstrieren:

Zwei Bits sollen addiert werden. Während der Addition soll zunächst angezeigt werden, ob bei der weiteren Rechnung ein Übertrag berücksichtigt werden muss. Das ist offenbar genau dann der Fall, wenn beide zu addierenden Bits den Wert „1“ haben. ►Tabelle 3.3 verdeutlicht die entsprechenden Möglichkeiten:

Bit 1	Bit 2	Summe	Übertrag
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

Tabelle 3.3: Addition zweier Bits

Die Übertragungsfunktion ist einfach zu realisieren. Dies geschieht mithilfe zweier Schalter (►Abbildung 3.6):

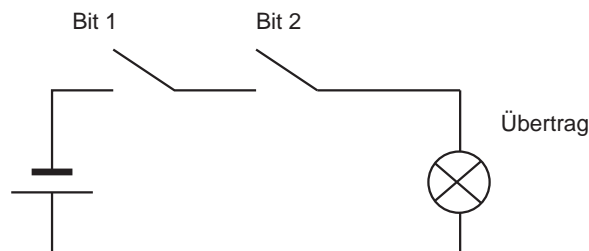


Abbildung 3.6: Der Übertrag der Addition zweier Bits kann mithilfe einer einfachen UND-Schaltung ermittelt werden.

Die Lampe (in diesem Fall der Übertrag) leuchtet und bekommt das Signal „1“, wenn beide Schalter geschlossen (also auf „1“ gesetzt) sind.

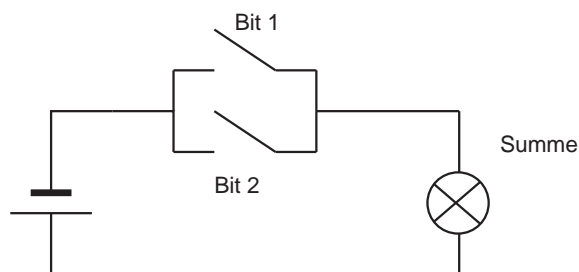


Abbildung 3.7: Die ODER-Schaltung realisiert die Summenfunktion schon fast richtig.

Die ersten drei Zeilen der Tabelle 3.3 werden mit der Schaltung aus ►Abbildung 3.7 sehr gut wiedergegeben. Lediglich die Addition von 1 und 1 produziert nicht wie gewünscht das Summensignal 1. Hier ist eine komplexere Schaltung erforderlich, die in *Kapitel 11* entwickelt und besprochen wird.

Zum Weiterarbeiten

Überlegen Sie, wie man das Problem mit der Summe der Zahlen 1 und 1 prinzipiell lösen könnte.

3.2 Software

Mit der Hardware allein kann man noch nicht viel anfangen, ebenso wie ein Klavier allein noch keine Musik von sich gibt: Was beim Klavier die Noten bzw. der Pianist sind, das ist im Computersystem die Software: Programme, die dem Rechner sagen, was er zu tun hat.

BIOS

Das Basic Input Output System (BIOS) ist fest in einem Chip auf dem Motherboard integriert. Es sorgt dafür, dass der PC nach dem Einschalten mit Basisfunktionen wie z.B. dem Erkennen von Hardware wie Festplatte, Grafikkarte und Hauptspeicher ausgestattet wird.

Betriebssystem

Das Betriebssystem stellt Funktionen bereit, die für die Arbeit mit dem PC erforderlich sind. Das Kopieren von Dateien, Erstellen von Ordnern oder die Konfiguration der Internetverbindung erfolgt über das Betriebssystem.

Das Softwaresystem moderner PCs ist wie ein Schichtsystem aufgebaut (►Abbildung 3.8). Beim Start des Rechners werden die verschiedenen Stufen von innen nach außen durchlaufen.

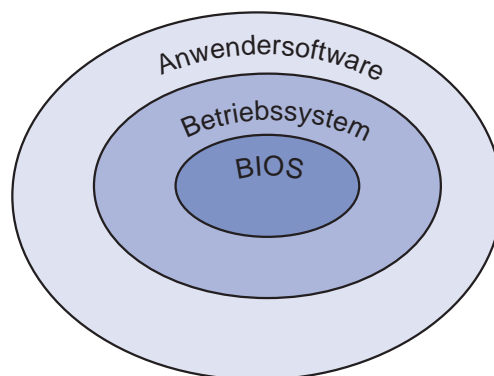


Abbildung 3.8: Das Zwiebelschalensystem der Software