

HANSER

Uwe Schneider, Dieter Werner

# Taschenbuch der Informatik

ISBN-10: 3-446-40754-5

ISBN-13: 978-3-446-40754-1

Leseprobe

Weitere Informationen oder Bestellungen unter  
<http://www.hanser.de/978-3-446-40754-1>  
sowie im Buchhandel

## 1.1 Gegenstand

Der Begriff **Information** hat zwei Seiten:

1. Information als *Wissen*, als Kenntnis über Zustände und Ereignisse in der realen Welt,
2. Information als *Kommunikationsprozess*, d. h. Aufklärung, Belehrung oder Unterrichtung vermittelt einer Auskunft oder Mitteilung.

Dabei spielt in der Informatik vor allem der erste Punkt eine Rolle. Man kann eine solche Information unter drei Aspekten betrachten:

1. **syntaktischer Aspekt:** *Struktur* der physikalischen Darstellung der Information. Dabei sind verschiedene, aufeinander aufbauende Stufen zu unterscheiden:
  - *Signal*: der materielle Träger der Information, die wahrnehmbare elementare Erscheinung,
  - *Datum* (Plur. *Daten*): ein Signal, das mittels digitaler Zeichen dargestellt ist,
  - *Nachricht*: eine räumliche Anordnung bzw. eine zeitliche Folge von Signalen.
2. **semantischer Aspekt:** *Bedeutung* der Information. Sie wird entweder direkt durch den Empfänger entschlüsselt, kann aber auch indirekt nach weiterer Verarbeitung aufgedeckt werden.
3. **pragmatischer Aspekt:** *Wert* oder *Zweck* der Information. Er kann für verschiedene Empfänger unterschiedlich sowie zeitabhängig sein.

**Informationsverarbeitung:** Erfassung und Übermittlung, Aufbereitung und Auswertung, Speicherung und Wiedergewinnung von Informationen.

**Informatik** (informatics, auch: computer science): Wissenschaft, die sich mit den theoretischen Grundlagen, den Mitteln und Methoden sowie mit der Anwendung der Elektronischen Datenverarbeitung (EDV) beschäftigt, d. h. mit allen Aspekten der Informationsverarbeitung unter Einsatz von Computern einschließlich ihres Einflusses auf die Gesellschaft /1.18/, /1.21/.

Ein Computersystem umfasst sowohl Hardware als auch Software:

1. **Hardware** (engl.: „Metallwaren“): die physikalischen Komponenten des Systems, die technischen Geräte und Einrichtungen. Sie werden im Rahmen der Technischen Informatik (→ 1.2.2) behandelt.

2. **Software** (Kunstwort als Gegensatz zu Hardware): alle Programme, die auf einem Computersystem eingesetzt werden können inkl. erforderlicher Daten und zugehöriger Dokumentation:
  - die zum Betrieb notwendige *Systemsoftware*, mit der sich die Praktische Informatik (→ 1.2.3) beschäftigt,
  - die *Anwendungsprogramme*, die Gegenstand der Angewandten Informatik (→ 1.3) sind.
3. **Firmware**: Softwarekomponenten, die fest in die Hardware eingeschrieben sind, z. B. *Mikroprogramme* im Prozessor oder *Systemprogramme* in Festwertspeichern.

Eine eng mit der Informatik verbundene Nachbardisziplin ist die **Informationstechnologie** (auch: Informationstechnik; Abk.: IT), die sich im Vergleich mit der stärker mathematisch-logisch und softwareorientierten Informatik mehr mit den technischen Grundlagen, mit Elektrotechnik/Elektronik und Kommunikationstechnik beschäftigt.

---

## 1.2 Kerninformatik

---

### 1.2.1 Theoretische Informatik

Die Theoretische Informatik beschäftigt sich mit grundlegenden Fragen der Informatik, wobei Algorithmen und Programmiersprachen im Mittelpunkt stehen:

- Die **Theorie formaler Sprachen und die Automatentheorie** hängen eng zusammen (→ 2.1). Sie behandeln die Klassifizierung der Programmiersprachen und untersuchen die entsprechenden Typen von Grammatiken und Automaten.
  - Die **Algorithmentheorie** befasst sich mit der *Berechenbarkeit* (→ 2.2) und der *Komplexität* (→ 2.3) von Algorithmen.
- 

### 1.2.2 Technische Informatik

Die **Rechnerorganisation** behandelt die einzelnen physikalischen Komponenten des Computersystems:

- Digitale *Grundbausteine* und daraus aufgebaute Schaltwerke (→ 4.2),
- *Prozessoren*, d. h. Funktionseinheiten zur Verarbeitung von Daten (→ 4.3),
- *Arbeitsspeicher* (auch: Hauptspeicher, → 4.4.2) und *Pufferspeicher* (caches, → 4.4.2) zum vorübergehenden Ablegen von Programmen und Verarbeitungsdaten,
- *Massenspeicher* zum Aufbewahren großer Datenmengen (→ 5),
- *Schnittstellen* und *Verbindungen* zur Übertragung von Daten zwischen mehreren Funktionseinheiten einer Rechanlage (→ 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6),

- *Periphere Geräte* zur Ein- und Ausgabe von Daten und Steuerungssignalen (→ 6).

Bei der **Rechnerarchitektur** (computer architecture) sind zwei Aspekte zu unterscheiden:

1. Äußeres Erscheinungsbild des Computers gegenüber Programmen:
  - *Befehlsarchitektur*: verfügbare Befehle und Datentypen.
2. Interne Realisierung der Funktionalität (→ 4.3, 4.4, 4.5, 4.6):
  - *Informationsstruktur*: interne Darstellung von Befehlen und Daten (→ 3),
  - *Rechnerstruktur*: Topologie der Funktionseinheiten und ihrer Verbindungen,
  - *Operationsprinzip*: Arbeitsweise des Computers.

**Rechnernetz** (computer network, → 11.2). Gruppierung mehrerer unabhängiger, miteinander kommunizierender Computersysteme.

**Verteiltes Rechnersystem** (→ 13). Verbund von kooperierenden Computern.

---

### 1.2.3 Praktische Informatik

---

#### 1.2.3.1 Entwicklung von Softwarekomponenten

**Elemente** von Computerprogrammen:

- *Algorithmen* für Standardprobleme (→ 7.3, 7.4),
- *Datentypen* (data types) und *Datenstrukturen* (data structures) (→ 7.2).

**Softwaretechnologie** (auch: *Softwareengineering* oder *Programmiertechnik*). Ingenieurmäßige Anwendung von Prinzipien, Methoden und Techniken für den Entwurf und die Implementierung von Programmsystemen (→ 9).

**Programmierverfahren** (Programmierparadigmen). Vorgehensweisen bei der Bereitstellung von Programmen für Computersysteme (→ 8), z. B.:

- *Prozedurorientierte* Programmierung mit imperativen Programmiersprachen, u. a. Basic, Pascal, C;
- *Objektorientierte* Programmierung mit objektorientierten Programmiersprachen, u. a. Smalltalk, C++, C#, Java;
- *Funktionale* Programmierung mit applikativen Programmiersprachen, u. a. Lisp, Logo;
- *Logische* Programmierung mit prädikativen Programmiersprachen, u. a. Prolog.
- Skriptprogrammierung mit Skriptsprachen wie z. B. Perl, PHP, Python, Tcl/Tk oder Shell Scripts für UNIX/Linux.

### 1.2.3.2 Systemsoftware

Das **Betriebssystem** (operating system, → 10) organisiert den Rechenbetrieb:

- *Steuerung der Ausführung* von Programmen,
- *Verwaltung der Betriebsmittel* (resources): Prozessoren, Speicher und Geräte,
- *Verwaltung der Kommunikation* zwischen parallelen Rechenprozessen,
- *Dateiverwaltung*.

**Software-Entwicklungs Umgebungen** (programming environments) bieten *Hilfsmittel zur Modellierung, Editoren, Compiler* bzw. *Interpreter, Testhilfen* (debugger) sowie weitere *Werkzeuge* (tools) zur Entwicklung von Anwendungsprogrammen für die jeweils verwendeten Sprachen an.

Zu den zahlreichen **Dienst- und Hilfsprogrammen** (utilities) gehören u. a. Binder und Lader sowie Werkzeuge zur automatischen Generierung von Programmsystemen und zur Versionskontrolle, Browser, Diagnoseprogramme für Hard- und Software, Sortierprogramme usw.

Die **Mensch-Maschine-Schnittstelle** (human computer interface, → 17) stellt die Verbindung zwischen dem Computersystem und dem Bediener her.

---

## 1.3 Angewandte Informatik

---

### 1.3.1 Allgemeine Anwendungen

Für eine Reihe von methodisch orientierten Computeranwendungen wurden Programmsysteme entwickelt, die auf eine eigene wissenschaftliche Grundlage zurückgreifen und auf verschiedenen Gebieten eingesetzt werden können:

**Datenbanksysteme** (data base systems, → 14) dienen der Beschreibung, Speicherung und Wiedergewinnung von Informationen.

**Informationssysteme** (→ 24) greifen auf Datenbanken zurück, deren Informationen miteinander verknüpft und ausgewertet werden.

Auf dem Gebiet der **Künstlichen Intelligenz** (KI oder AI – Artificial Intelligence, → 21) wird untersucht, auf welchen Wegen ein intelligentes Verhalten mit Hilfe von Computern nachgeahmt werden kann.

Die *grafische Datenverarbeitung* umfasst zwei Teilgebiete:

**Computergrafik** (→ 18): Erzeugung von grafischen Darstellungen aus beschreibenden Datenstrukturen sowie Manipulierung dieser Bilder;

**Bildverarbeitung** (→ 19): Erfassung, Auswertung und Veränderung von vorhandenen Bildern.

**Multimediasysteme** (→ 20) werden für die koordinierte Handhabung mehrerer, in der Regel zeitabhängiger Medien – z. B. Audio und Video – eingesetzt.

Die **Computeralgebra** (auch: *symbolisches Rechnen* oder *Formelmanipulation*, → 23.1) behandelt die Transformation eines gegebenen symbolischen mathematischen Ausdrucks („Formel“) mit Hilfe geeigneter Algorithmen in einen anderen Ausdruck.

---

### 1.3.2 Spezielle Anwendungsgebiete

Mittel, Methoden und Techniken der Informatik durchdringen inzwischen alle Gebiete. Dabei entstehen auch selbständige, interdisziplinäre Wissenschaftszweige:

**Wirtschaftsinformatik** (→ 24) und **Verwaltungsinformatik** untersuchen den Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen zur Organisation in Wirtschaft und Verwaltung.

Für die **Medizinische Informatik** und die **Rechtinformatik** (→ 16) ist es charakteristisch, dass aus äußerst umfangreichen und teilweise unscharfen Datenbeständen Schlussfolgerungen gezogen werden sollen.

Die **Computerlinguistik** (computational linguistics) beschäftigt sich mit der Analyse und Verarbeitung natürlicher und künstlicher Sprachen.

Die **Technischen Informations- und Steuerungssysteme** (→ 22) verbinden klassische Prozessdatenverarbeitung, Automatisierungstechnik und Robotik mit moderner Logistik und Produktionsorganisation auf der Grundlage von Informationssystemen.

---

## 1.4 Historische Entwicklung

### 1.4.1 Erste Rechenhilfen

**1100 v. Chr.:** In Ostasien entsteht der **Abakus** (chin. Suanpan, jap. Soropan, russ. Stschoty).

**825 n. Chr.:** Der Mathematiker und Astronom MUHAMMAD IBN MUSA AL-HWARIZMI (780–859) schreibt in Bagdad das erste Lehrbuch über die Rechenregeln mit dem aus Indien stammenden dezimalen Stellenwertsystem. (Auf eine verstümmelte Schreibweise seines Namens geht übrigens die Bezeichnung *Algorithmus* zurück.)

#### 1.4.2 Mechanische Rechenmaschinen

**1623:** WILHELM SCHICKARD (1592–1635), Professor in Tübingen, konstruiert für den Astronomen JOHANNES KEPLER seine „*Rechenuhr*“, die alle vier Grundrechenarten mit sechsstelligen Operanden realisiert haben soll – leider wurde sie bereits ein Jahr später bei einem Brand vernichtet.

**1643:** Der französische Mathematiker und Philosoph BLAISE PASCAL (1623–1662), Sohn eines Steuereintnehmers, baut für seinen Vater eine achtstellige Addiermaschine. Etwa vierzig weitere folgen, von denen heute noch sieben funktionstüchtige Exemplare erhalten sind.

**1673:** Der deutsche Universalgelehrte GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646–1716) entwickelt eine Rechenmaschine für die vier Grundrechenarten mit zwölfstelligen Zahlen und benutzt dabei erstmalig die so genannte *Staffelwalze*, einen Zylinder, auf dem neun, in axialer Richtung unterschiedlich lange Zähne angeordnet sind.

**1778:** PHILIPP MATTHÄUS HAHN (1739–1790), ein Pfarrer in Württemberg, konstruiert mehrere zuverlässig arbeitende Rechenmaschinen.

**1820:** Beginn der Serienproduktion von mechanischen Rechenmaschinen durch den französischen Unternehmer CHARLES XAVIER THOMAS.

---

#### 1.4.3 Programmgesteuerte Automaten

**1728:** Der französische Mechaniker FALCON versucht, Webstühle mit Hilfe von kettenförmig miteinander verbundenen Holzplättchen zu steuern. In ihnen sind die Webmuster durch Löcher codiert, die mechanisch abgetastet werden.

**1804:** Der Seidenweber JOSEPH-MARIE JACQUARD (1752–1834) aus Lyon entwickelt dieses Verfahren weiter und setzt dabei Pappkarten ein.

**1823:** CHARLES BABBAGE (1792–1871), Professor in Cambridge, entwirft für den Druck von mathematischen Tafelwerken die „*Difference Engine*“, eine mechanische Anlage zum Berechnen der Funktionswerte eines Polynoms sechsten Grades für äquidistante Werte des Arguments auf zwanzig Dezimalstellen. Dieser Versuch endet 1833 erfolglos.

**1840:** BABBAGE konzipiert unter Nutzung der Ideen von JACQUARD die „*Analytical Engine*“. Diese Rechenmaschine für alle vier Grundrechenarten besteht aus den drei Hauptteilen „store“ (Speicher) für 1 000 fünfzigstellige Zahlen, „mill“ (Rechenwerk) und „control“ (Leitwerk). Das Programm wird fortlaufend über Lochkarten eingegeben. Außerdem soll der Programmablauf selbsttätig über das Vorzeichen des Resultats der jeweils letzten Rechenoperation gesteuert werden. Leider scheitert auch dieses Projekt an den mangelnden technischen Möglichkeiten.

**1886:** Der Ingenieur HERMANN HOLLERITH (1860–1929) in Washington erfindet zur schnelleren Abwicklung einer Volkszählung in den USA die bekannte EDV-Lochkarte von der Größe des damaligen 1-Dollar-Scheins und entwickelt die für die Auswertung erforderlichen Stanz-, Sortier- und Zählmaschinen. Die in den Lochkarten verschlüsselten Daten werden elektromechanisch abgefühlt, die jeweiligen Arbeitsprogramme durch Steckverbindungen eingestellt.

#### 1.4.4 Computer

**1935:** Der deutsche Bauingenieur KONRAD ZUSE (1910–1996) entwirft einen mechanisch arbeitenden Rechenautomaten, den **Z1** /1.25/.

**1941:** ZUSE stellt den **Z3** vor, die erste vollautomatische, programmgesteuerte und frei programmierbare Rechenanlage der Welt. Unwissentlich legt er dabei die in Vergessenheit geratene Struktur der „Analytical Engine“ von BABBAGE zugrunde. Für die Zahlen wählt er eine binäre, halblogarithmische Gleitkommadarstellung mit 22 Bit. Die Anlage arbeitet elektromechanisch mit Hilfe von rund 2 000 Relais – 1 400 für den Speicher (64 Zahlen), 600 für das Rechenwerk. Als Grundlage für die Realisierung der Operationen dient die Schaltalgebra. Eine Addition dauert weniger als eine Zehntelsekunde, Multiplikation, Division bzw. das Ziehen einer Quadratwurzel rund drei Sekunden. Die Eingabe des linearen Programms erfolgt schritthaltend mit den Berechnungen über einen 8-Kanal-Lochstreifen. Die zu verarbeitenden Daten werden über eine Tastatur eingegeben, die Ausgabe der Resultate findet über ein Lampenfeld statt. Das Gerät fällt 1944 in Berlin dem Bombenkrieg zum Opfer /1.25/.

**1943:** HOWARD H. AIKEN (1900–1973), Professor an der Harvard-Universität, stellt unabhängig von ZUSE in Zusammenarbeit mit der Firma IBM die Rechenanlage **MARK 1** fertig. Sie weist eine ähnliche Struktur wie der Z3 auf, ist technisch aufwendiger realisiert, aber nicht ganz so ausgereift. Sie arbeitet mit dezimalen Festkommazahlen, benutzt Schrittschalter als mechanischen Speicher und wird über Lochkarten und Lochstreifen gesteuert. Sie benötigt etwa eine Drittelsekunde für eine Addition, ungefähr sechs Sekunden für eine Multiplikation.

**1945:** Die Anlage **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Computer) von JOHN P. ECKERT und JOHN W. MAUCHLY verfügt über rund 18 000 Elektronenröhren und 1 500 Relais und hat einen Leistungsbedarf von fast 200 Kilowatt. Sie realisiert 5 000 Additionen bzw. 300 Multiplikationen je Sekunde, kann aber keine bedingten Befehle und keine Rückwärtssprünge ausführen. Die Programmierung erfolgt durch Einstecken fest verdrahteter Schalttafeln.



**1945:** JOHN VON NEUMANN (1903–1957), gebürtiger Ungar, und seine Mitarbeiter A. W. BURKS und H. H. GOLDSTINE formulieren in Auswertung des Aufbaus und der Arbeitsprinzipien der ihnen bekannten Rechenanlagen ihre Vorstellungen vom logischen Entwurf eines universellen Rechenautomaten. Die wichtigste Ergänzung des auch ihnen unbekanntem Konzept von BABBAGE besteht darin, das Programm in denselben Speicher wie die binär codierten Daten zu laden. Dadurch werden u. a. Sprungoperationen und Programmmodifikationen möglich.

Auf dieser Grundlage wird in der Folgezeit eine ganze Reihe von Rechenanlagen entwickelt. So stellt M. V. WILKE **1949** an der Universität von Manchester den **EDSAC** (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) fertig. Am Institute of Advanced Study in Princeton bauen VON NEUMANN und andere Wissenschaftler um **1952** die Rechenanlage **EDVAC** (Electronic Discrete Variable Automatic Computer).

---

#### 1.4.5 Computergenerationen

Die Serienproduktion von Computern beginnt um **1951** in den USA mit der Rechenanlage **UNIVAC 1** der Firma Remington Rand. Der Entwicklung der technischen Basis entsprechend unterscheidet man in den ersten Jahrzehnten mehrere aufeinander folgende Generationen, die allerdings nicht scharf voneinander abzugrenzen sind:

**1. Generation** (ca. ab 1950): Die Computer arbeiten mit Elektronenröhren und werden im internen Maschinencode programmiert. Als Speichermedium werden magnetische Trommelspeicher eingesetzt. Die Arbeitsgeschwindigkeit liegt bei rund 1 000 Operationen je Sekunde. Nachteilig sind der hohe Energie- und Platzbedarf und die geringe Zuverlässigkeit.

**2. Generation** (ca. ab 1955): Für die Schaltglieder werden Transistoren und Dioden verwendet, für den Arbeitsspeicher Ferritkerne und als Massenspeicher Magnetbänder. Die Rechengeschwindigkeit erhöht sich auf ungefähr 10 000 Operationen je Sekunde. Die Bedienung wird durch die Einführung des Stapelbetriebs rationalisiert. Die Programmierung erfolgt meist in der Assemblersprache; zur Vereinfachung werden erste höhere Programmiersprachen entwickelt: Fortran, Algol60, Cobol.

**3. Generation** (ca. ab 1965): Durch den Einsatz integrierter Schaltkreise nähert sich die Rechengeschwindigkeit einer Million Operationen je Sekunde. Als externe Speicher mit Direktzugriff dienen Wechselplatten. Die Computer erhalten Betriebssysteme für Multiprogramming und Time-Sharing. Erste Programmiermethoden werden eingeführt, z. B. die Strukturierte Programmierung.

**4. Computergeneration** (ca. ab 1970): Der Mikroprozessor mit bis zu 10 Millionen Operationen je Sekunde wird eingeführt. Arbeitsspeicher auf Halbleiterbasis (RAM – Random Access Memory) werden eingesetzt. Disketten, Festplatten und später CD-ROM dienen als Massenspeicher. Auf dieser technischen Basis entstehen u. a. sowohl Personalcomputer als auch Rechnernetze. Komplexe Programmierumgebungen erleichtern die Bereitstellung von Programmen. Die Methoden der Objektorientierten Programmierung werden entwickelt.

Steigende Integrationsdichte und Entwicklungen wie die Optoelektronik machen in den folgenden Jahrzehnten eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit möglich. Wichtige Merkmale sind u. a. der Übergang zur Wissensverarbeitung auf der Grundlage der Künstlichen Intelligenz (→ 21), der natürlich-sprachliche Umgang mit dem Computer, die zunehmende Parallelverarbeitung in verteilten Systemen (→ 13) und die umfassende Nutzung des Internets als weltweites Kommunikationsmedium (→ 12). Über eine Einteilung dieser stürmischen Entwicklung in weitere Generationen gibt es keine einheitliche Meinung.

---

## 1.5 Informatik und Gesellschaft

---

### 1.5.1 Die Informationsgesellschaft

Mittel und Methoden der Informatik spielen in der Öffentlichkeit bereits seit langem eine wichtige Rolle, wenn man z. B. an den Einsatz der Lochkartentechnik zur Volkszählung durch HOLLERITH denkt (→ 1.4). Inzwischen haben sie eine derart zentrale Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung und die Arbeits- und Lebensbedingungen der Menschen erlangt, dass man den Begriff *Informationsgesellschaft* geprägt hat.

Heute stehen Computer nicht nur überall in Wirtschaft und Verwaltung (→ 24), sondern sind beispielsweise als steuernder Kern in Geräten, Fahrzeugen und Anlagen enthalten (→ 22). In vielen Haushalten sind sie zum unverzichtbaren Arbeitsgerät, Unterhaltungsinstrument oder Kinderspielzeug geworden. Eine derart weite Verbreitung fordert dazu heraus, sich Gedanken über den Einfluss der Informatik auf die Gesellschaft zu machen /1.21/.

Im Vordergrund solcher Überlegungen steht meist der sicher unbestreitbare Nutzen der Informatik für den Menschen. Auch der Bildungswert wird genannt, so z. B. die Erziehung zum algorithmischen Denken. Es wird aber auch auf ernst zu nehmende Probleme hingewiesen. Die Hilfe des Computers ist zweifellos nützlich und in der Wirtschaft oft unumgänglich, sie kann aber auch zur Abhängigkeit und zu kritischen Situationen führen. Wer schon ein-

mal eine Bankfiliale besuchte oder im Flughafen einchecken wollte, während das Computernetzwerk gestört war, kann das bestätigen. Besorgnis können aber auch mögliche Einflüsse des Computers auf den Menschen selbst erregen. Man spricht auch schon von einer „Computersucht“, insbesondere bei Jugendlichen und Alleinstehenden: Wer vor den Problemen des täglichen Lebens ausweichen möchte, flüchtet sich in die Scheinwelten des Computers. Aber: „Man soll den Computer nur als Werkzeug, nicht als Partner des Menschen einsetzen“ (RECHENBERG /1.21/).

Durch die Vernetzung der Computersysteme nimmt die Gefahr des unbefugten Zugriffs auf die abgespeicherten Daten laufend zu. Die destruktiven Aktivitäten von Hackern sorgen immer wieder für Schlagzeilen. Ständig wird vor „Viren“, „Würmern“ und „Trojanischen Pferden“ gewarnt. Entsprechend steigt die Bedeutung des Schutzes der abgespeicherten Daten vor Ausspähung und Missbrauch. Verbunden damit sind Forderungen an Gesetzgebung und Justiz (→ 15, 16).

Zu nennen sind auch soziale Gesichtspunkte. So durchdringen Elemente der Informatik viele klassische Berufe und erfordern eine ständige Weiterbildung. Der Einsatz von Computern macht zahlreiche Arbeitsplätze überflüssig. Es entstehen aber auch viele neue Arbeitsmöglichkeiten z. B. durch die Nutzung des Internets zur Abwicklung von Geschäftsbeziehungen wie etwa beim elektronischen Handel (electronic commerce, → 24). In der Wirtschaft besteht weiterhin ein Mangel an qualifizierten IT-Mitarbeitern.

---

### 1.5.2 Ausbildung

Die Ausbildung auf dem Gebiet der Informatik beginnt heute schon in der Schule. Dabei dürften die richtige Einordnung in den Lehrplan und die geeignete Form des Unterrichts durchaus noch einer kritischen Diskussion wert sein.

Ein Informatikstudium ist in Deutschland an rund sechzig Universitäten, Hochschulen und Gesamthochschulen möglich. Vertiefungsrichtungen im Hauptstudium sind u. a. Theoretische, Praktische, Technische und Angewandte Informatik. Weiterhin werden an über fünfzig Fachhochschulen und zahlreichen Berufsakademien entsprechende Studiengänge, wie z. B. Allgemeine Informatik, Technische Informatik (auch: Ingenieurinformatik) und Wirtschaftsinformatik realisiert, teilweise Medizinische Informatik und Medieninformatik. Der bisherige Regelabschluss war dabei „Diplom-Informatiker“. Zunehmend werden auch Abschlüsse in den internationalen Hochschulgraden Bachelor (Bakkalaureus) und Master (Magister) angeboten.

Hochschulabsolventen werden in den Unternehmen u. a. als Anwendungsentwickler, Netzwerkadministratoren und Systemberater eingesetzt. Es gibt aber