





# **Einführung in die Datenverarbeitung**

von  
**Sebastian Dworatschek**

mit 266 Bildern, 189 Übungsaufgaben  
und einem Abbildungsanhang

**5. Auflage**



**Walter de Gruyter · Berlin · New York · 1973**

©

Copyright 1973 by Walter de Gruyter & Co., vormals G. J. Göschen'sche  
Verlagshandlung – J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung – Georg Reimer –  
Karl J. Trübner – Veit & Comp., Berlin 30. – Alle Rechte, einschl. der Rechte  
der Herstellung von Photokopien und Mikrofilmen, vom Verlag vorbehalten.  
Satz: IBM-Composer, Walter de Gruyter & Co. – Druck: Neue Presse, Coburg  
Printed in Germany

ISBN 3 11 004280 0

## Vorwort

Die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung war bis Anfang 19. Jahrhundert durch die Begriffe: Materie, Masse, Mechanik gekennzeichnet. Mit der 1. Industriellen Revolution trat die ‚Energie‘ als bestimmender Faktor hinzu.

Die heutige ‚informierte Gesellschaft‘ erlebt eine 2. Industrielle Revolution, die umschrieben wird mit den Begriffen: Information, Automatisierung, Kybernetik. Im Mittelpunkt dieser Entwicklung steht die Datenverarbeitungsanlage – oder besser: Informationsverarbeitungsanlage. Ihr eröffnen sich immer mehr Anwendungsgebiete in Wissenschaft, Technik und Verwaltung.

Der weite und überaus expansive Bereich ‚Datenverarbeitung‘ hat neue Berufe, wie: Operator, Service-Techniker, Programmierer, DV-Organisator, DV-Ausbilder, DV-Berater, Systemanalytiker etc. hervorgebracht. Sie alle erfordern unterschiedliche Spezialausbildungen. Doch erst ein allen gemeinsames fundiertes Grundwissen läßt diese Spezialausbildungen voll wirksam werden.

Mit der vorliegenden Veröffentlichung soll der Zweck verfolgt werden, ein breites DV-Basiswissen zu vermitteln. Entsprechend dieser Absicht wurde der Charakter eines Lehrbuches gewählt, mit straffer Gliederung, klaren Begriffsdefinitionen, zahlreichen Skizzen und kapitelweise eingeschalteten Übungsaufgaben, die der frühzeitigen Selbstkontrolle dienen. Dies war um so leichter möglich, als die Konzeption des Buches u. a. auf den Erfahrungen mit DV-Lehrgängen, die der Verfasser regelmäßig durchführt, beruht. Die Fünfteilung des Stoffes führt nach einer Einführung in Aufbau und Arbeitsweise einer Datenverarbeitungsanlage zu den mathematischen, logischen, technischen und organisatorischen Grundlagen der Datenverarbeitung.

Das Buch soll dem Operator und Programmierer ein breites Grundwissen vermitteln und wird den Studierenden an Fach- und Hochschulen als Lehrbuch dienen. Dem DV-Ausbilder – sei es in Seminaren, an Gewerbeschulen oder in Arbeitsgemeinschaften – kann es das Improvisieren vermeiden helfen, indem es ihm Rückgriffe auf gegliedertes Wissen und darauf zugeschnittene Beispiele erlaubt. Die leicht verständliche Darstellung technischer Aspekte wird dem Kaufmann nützlich sein. Dem DV-Praktiker erleichtert das Buch vielleicht das Ordnen angesammelten Wissens. Zu einem Überblick und einer ‚DV-Allgemeinbildung‘ verhilft es auch dem von der Datenverarbeitung nur mittelbar Betroffenen.

Ich danke den Herstellerfirmen von Datenverarbeitungsanlagen für die freundliche Bereitstellung von Bildmaterial und dem Verlag Walter de Gruyter für die Gestaltung des Buches.

Mein besonderer Dank gilt meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr.-Ing. A. Lotze, der mir – wie vielen anderen – nicht ‚nur‘ das Wissen, sondern auch die Freude an der Datenverarbeitung vermittelt hat.

Vorschläge zu Korrekturen und Verbesserungen werde ich stets mit Dank entgegennehmen.

*Sebastian Dworatschek*

# Inhaltsverzeichnis

Teil I. Allgemeine Grundlagen	1
1. Einführung	1
1.1. Der Begriff ‚Datenverarbeitung‘	1
1.2. Einteilung des Stoffes	3
1.3. Bilder und Aufgaben	5
2. Geschichtliche Entwicklung	6
<i>Aufgaben zu I, 2.</i>	10
3. Vergleich: Analog–Digital	11
3.1. Analoge Rechentechnik	12
3.2. Digitale Rechentechnik	13
3.3. Beispiel	13
3.4. Tabellarischer Vergleich	16
3.5. Hybrid-Rechenanlagen	16
<i>Aufgaben zu I, 3.</i>	17
4. Aufbau einer Digital-Datenverarbeitungsanlage	18
4.1. Vergleich mit einem menschlichen Rechner	18
4.2. Informationsdarstellung	22
4.2.1. Begriffe	22
<i>Aufgaben zu I, 4.2.1.</i>	25
4.2.2. Elektrische Darstellung als Binärzeichen	28
4.2.3. Anwendung von Codes zur Zeichendarstellung	30
4.2.3.1. Tetradendarstellung	30
4.2.3.2. BCD-Code	31
4.2.3.3. Byte-Darstellung	32
<i>Aufgaben zu I, 4.2.2./4.2.3.</i>	34
4.2.4. Befehlsdarstellung	34
4.2.4.1. Der Begriff ‚Befehl‘	34
4.2.4.2. Operationstypen	35
4.2.4.3. Befehlsarten	37
4.2.4.4. Befehlsdarstellung in Bits	41
4.2.4.5. Mehradress-Maschinen	44
<i>Aufgaben zu I, 4.2.4.</i>	46
4.3. Die 5 Grundeinheiten einer DVA	48
4.4. Grundeinheiten: Eingabe, Ausgabe	49
4.4.1. Eingabegeräte	49

4.4.2.	Ausgabegeräte . . . . .	51
4.4.3.	Kombinierte Ein-/Ausgabegeräte . . . . .	51
	<i>Aufgaben zu I, 4.3./4.4.</i> . . . . .	54
4.5.	Grundeinheit: Speicher . . . . .	55
4.5.1.	Begriffe . . . . .	55
4.5.2.	Speicher-Hierarchie . . . . .	59
4.5.2.1.	Allgemeines . . . . .	59
4.5.2.2.	Intern-Speicher-Einheit . . . . .	61
4.5.2.3.	Extern-Speicher-Einheit . . . . .	62
	<i>Aufgaben zu I, 4.5.</i> . . . . .	62
4.6.	Grundeinheit: Steuerwerk . . . . .	63
4.6.1.	Steuerungsarten . . . . .	64
4.6.1.1.	Extern-Steuerung . . . . .	64
4.6.1.2.	Eingebautes Programm . . . . .	64
4.6.1.3.	Gespeichertes Programm . . . . .	65
4.6.2.	Aufgaben des Steuerwerks . . . . .	67
4.6.2.1.	Synchroner Betrieb . . . . .	67
4.6.2.2.	Asynchroner Betrieb . . . . .	69
4.6.2.3.	Befehlsablauf . . . . .	69
4.6.3.	Programmablauf bei einer Einadress-Maschine . . . . .	71
4.7.	Grundeinheit: Rechenwerk . . . . .	75
4.7.1.	Fähigkeiten des Rechenwerks . . . . .	75
4.7.2.	Aufbau des Rechenwerks . . . . .	75
 Teil II. Mathematische Grundlagen . . . . .		 78
1.	Mathematische Begriffe . . . . .	78
1.1.	Potenz . . . . .	78
1.1.1.	Rechenregeln . . . . .	78
1.1.2.	Potenzformen . . . . .	81
1.1.3.	Praktische Anwendungen . . . . .	81
1.2.	Logarithmus . . . . .	82
1.2.1.	Definition . . . . .	83
1.2.2.	Übergang von einer Basis zu einer anderen . . . . .	83
1.2.3.	Dekadische Logarithmen . . . . .	84
1.2.4.	Logarithmus Dualis . . . . .	85
1.3.	Fakultät . . . . .	85
1.4.	Binomialkoeffizient . . . . .	86
1.4.1.	Definition . . . . .	86
1.4.2.	Rechenregeln . . . . .	87
	<i>Aufgaben zu II, 1.</i> . . . . .	87

2. Zahlensysteme	88
2.1. Definition von Zahlensystemen	88
2.1.1. Dezimal-System	88
2.1.1.1. Ganze Dezimalzahlen	88
2.1.1.2. Echte Dezimalbrüche	89
2.1.1.3. Allgemeine Dezimalzahl	90
2.1.2. Allgemeines Polyadisches Zahlensystem	91
2.1.3. Dual-System	94
2.1.3.1. Definition	94
2.1.3.2. Unterschied: Binär – Dual	96
<i>Aufgaben zu II, 2.1.</i>	97
2.2. Festkomma-Darstellung	97
2.2.1. Begrenzte Stellenzahl	97
2.2.2. Definition	99
2.2.3. Grundrechenarten bei Festkomma-Darstellung	102
2.2.3.1. Addition	102
2.2.3.2. Multiplikation	103
2.2.3.3. Subtraktion	107
2.2.3.4. Division	112
2.3. Umwandlung von Zahlensystemen	115
2.3.1. rein-dezimal in tetraden-dezimal	115
2.3.2. dezimal in dual	116
2.3.2.1. ganze Zahlen	116
2.3.2.2. gebrochene Zahlen	117
2.3.3. dual in dezimal	118
2.3.3.1. ganze Zahlen	118
2.3.3.2. gebrochene Zahlen	119
2.3.4. Zusammenfassung	120
<i>Aufgaben zu II, 2.2./2.3.</i>	121
2.4. Gleitkomma-Darstellung	123
2.4.1. Definition	123
2.4.2. Die Grundrechenarten bei Gleitkomma-Darstellung	125
2.4.2.1. Addition	125
2.4.2.2. Subtraktion	162
2.4.2.3. Multiplikation	127
2.4.2.4. Division	128
<i>Aufgaben zu II, 2.4.</i>	128

Teil III. Logische Grundlagen	130
-------------------------------	-----

1. Informationstheorie	130
------------------------	-----

1.1.	Qualitative Aussagen	130
1.1.1.	Kommunikations-Systeme	130
1.1.2.	Nachrichtentechnik	131
1.1.3.	Begriffe	133
1.1.3.1.	Nachrichten und Daten	133
1.1.3.2.	Information	135
1.1.3.3.	Kybernetik	135
	<i>Aufgaben zu III, 1.1.</i>	136
1.2.	Quantitative Aussagen	137
1.2.1.	Elementarvorrat EV	137
1.2.2.	Entscheidungsgehalt EG	139
1.2.3.	Entscheidungsredundanz ER	140
1.2.4.	Informationsgehalt IG	141
1.2.4.1.	Ungleiche Häufigkeiten der Nachrichten	141
1.2.4.2.	Berechnung des Informationsgehaltes	142
1.2.4.3.	Informationsredundanz IR	145
	<i>Aufgaben zu III, 1.2.</i>	146
2.	Codierung	149
2.1.	Rückgriff auf bekannte Begriffe	149
2.1.1.	Redundanz	149
2.1.2.	Binärcodes	150
2.2.	Tetraden-Codes	151
2.2.1.	BCD-Code	151
2.2.2.	Aiken-Code	154
2.2.3.	3-Exzess-Code (Stibitz-Code)	155
2.2.4.	Gray-Code	158
2.3.	Dezimal-Codes mit mehr als 4 Bits	159
	<i>Aufgaben zu III, 2.1./2.2./2.3.</i>	161
2.4.	Codesicherung	162
2.4.1.	Fehlerursachen	162
2.4.2.	Ungesicherte Codes	163
2.4.3.	Fehlererkennende Codes	164
2.4.4.	Hamming-Distanz $h$	165
2.4.5.	Fehlerkorrigierende Codes	168
2.4.6.	Erkennen von mehr als $e$ Fehlern	169
2.4.7.	Methode der Quersummenprüfung	170
2.4.7.1.	Parity Check (Prüfbit)	170
2.4.7.2.	Blockcode	171
	<i>Aufgaben zu III, 2.4.</i>	173

3. Schaltalgebra	174
3.1. Boole'sche Algebra	174
3.2. Grundfunktionen	177
3.2.1. Identität und Negation	177
3.2.2. AND-Funktion	178
3.2.3. OR-Funktion	180
3.3. Darstellungsarten	182
3.3.1. Kurzzeichen	182
3.3.2. Wertetafel	183
3.3.3. Kontaktskizze	184
3.3.4. Symboldarstellung	186
3.3.5. Gebietsdarstellung	188
3.4. Funktionen bei 2 Eingangsvariablen	191
3.4.1. Allgemeine Überlegungen	191
3.4.2. NAND-Funktion	194
3.4.3. NOR-Funktion	195
3.4.4. Äquivalenz	196
3.4.5. Antivalenz	197
3.4.6. Inhibition	199
3.4.7. Implikation	200
3.4.8. Zusammenfassung	201
<i>Aufgaben zu III, 3.1./3.2./3.3./3.4.</i>	202
3.5. Rechenregeln	204
3.5.1. Postulate	204
3.5.2. Theoreme	205
3.5.3. Assoziatives Gesetz	206
3.5.4. Distributives Gesetz	208
3.5.5. Morgan'sches Theorem	208
3.5.6. Entwicklungstheorem	210
3.5.7. Beispiel	210
3.5.7.1. Vereinfachung über den Entwicklungssatz	210
3.5.7.2. direkte Vereinfachung	211
3.5.7.3. Vereinfachung über die Gebietsdarstellung	212
3.5.7.4. Vereinfachung über die Kontaktskizze	213
3.6. Normalformen der Schaltfunktion	214
3.6.1. Disjunktive Normalform	214
3.6.2. Konjunktive Normalform	218
3.6.3. Gegenüberstellung	220
3.7. Anwendungsbeispiele	221
3.7.1. Lochkartentransport	221
3.7.2. Papiertransport bei einem Schnelldrucker	223
3.7.3. Dualaddierer	226

3.7.3.1. Halbaddierer . . . . .	226
3.7.3.2. Volladdierer . . . . .	229
3.7.4. Erkennen von Pseudotetraden . . . . .	231
<i>Aufgaben zu III, 3.5./3.6./3.7.</i> . . . . .	232
Teil IV. Technische Grundlagen . . . . .	235
1. Bauelemente . . . . .	235
1.1. Relais . . . . .	235
1.2. Halbleiterbauelemente . . . . .	238
1.2.1. Definition: Halbleiter . . . . .	238
1.2.2. Diode . . . . .	238
1.2.3. Transistor . . . . .	241
1.3. Schaltungstechniken . . . . .	244
1.3.1. Schaltungstechniken mit diskreten Bauelementen . . . . .	244
1.3.2. Integrierte Schaltkreise . . . . .	244
1.3.3. Hybrid-Techniken . . . . .	245
2. Speicherarten . . . . .	246
2.1. Kippschaltungen . . . . .	246
2.2. Magnetkernspeicher . . . . .	249
2.2.1. Physikalisches Prinzip . . . . .	249
2.2.2. Speicherorganisation . . . . .	251
2.2.3. Kenndaten . . . . .	252
2.3. Magnettrommelspeicher . . . . .	253
2.3.1. Konstruktiver Aufbau . . . . .	253
2.3.2. Adressenordnung . . . . .	253
2.3.3. Schreib- und Lesevorgang . . . . .	255
2.4. Magnetbandspeicher . . . . .	256
2.4.1. Das Magnetband . . . . .	257
2.4.2. Blocksicherung . . . . .	258
2.4.3. Transporteinrichtung . . . . .	259
2.5. Magnetplattenspeicher . . . . .	260
2.6. Magnetkartenspeicher . . . . .	261
<i>Aufgaben zu IV, 1./2.</i> . . . . .	261
3. Endgeräte . . . . .	264
3.1. Problematik der Geschwindigkeiten . . . . .	264
3.2. Eingabegeräte . . . . .	266
3.2.1. Tastaturen . . . . .	266

3.2.2. Lochstreifenleser . . . . .	267
3.2.2.1. Langsame Lochstreifenleser . . . . .	268
3.2.2.2. Schnelle Lochstreifenleser . . . . .	269
3.2.3. Lochkartenleser . . . . .	270
3.2.4. Belegleser . . . . .	271
3.2.4.1. Anwendungsarten . . . . .	271
3.2.4.2. Klarschriftleser . . . . .	272
3.2.4.3. Magnetschriftleser . . . . .	272
3.2.4.4. Markierungsleser . . . . .	273
3.2.4.5. Mehrfunktions-Belegleser . . . . .	273
3.3. Ausgabegeräte . . . . .	273
3.3.1. Lochstreifenstanzer . . . . .	273
3.3.2. Lochkartenstanzer . . . . .	274
3.3.3. Drucker . . . . .	275
3.3.4. Zeichengeräte . . . . .	278
3.4. Kombinierte Ein-/Ausgabe . . . . .	280
3.4.1. Bildschirmgeräte . . . . .	280
3.4.2. Datenübertragung . . . . .	281
3.4.2.1. Übertragungswege . . . . .	281
3.4.2.2. Fehlersicherung . . . . .	283
3.4.2.3. Systemauswahl . . . . .	284
<i>Aufgaben zu IV, 3.</i> . . . . .	284
Teil V. Organisatorische Grundlagen . . . . .	287
1. Lochkarten . . . . .	287
1.1. Definition und Einteilung . . . . .	287
1.2. Handlochkarten . . . . .	288
1.2.1. Nadellochkarte . . . . .	288
1.2.1.1. Kerblochkarte . . . . .	288
1.2.1.2. Schlitzlochkarte . . . . .	290
1.2.2. Sichtlochkarte . . . . .	291
1.2.3. Handlochkartenkombinationen . . . . .	292
1.3. Maschinenlochkarte . . . . .	292
1.3.1. Nomenklatur . . . . .	292
1.3.2. Anwendung . . . . .	294
<i>Aufgaben zu V, 1.</i> . . . . .	296
2. Programmierung . . . . .	297
2.1. Flußdiagramm . . . . .	297
2.1.1. Definition . . . . .	297
2.1.2. Beispiel . . . . .	299

2.2.	Maschinenorientierte Programmiersprachen . . . . .	300
2.2.1.	Maschinensprache . . . . .	300
2.2.2.	Programmiersprachen mit codiertem Befehlswort . . . . .	300
2.2.2.1.	Dezimalziffern als Operationsteil . . . . .	300
2.2.2.2.	Mnemotechnischer Operationsteil . . . . .	303
2.2.3.	Assemblersprachen . . . . .	304
2.2.4.	Interpretative Systeme . . . . .	306
2.3.	Problemorientierte Programmiersprachen . . . . .	306
2.3.1.	Aufbau und Übersetzung . . . . .	306
2.3.2.	ALGOL . . . . .	308
2.3.3.	FORTRAN . . . . .	309
2.3.4.	COBOL . . . . .	309
2.3.5.	PL/1 . . . . .	310
2.3.6.	EXAPT . . . . .	311
2.4.	Vergleich der Programmiersprachen . . . . .	311
	<i>Aufgaben zu V, 2.</i> . . . . .	315
3.	Betriebssystem . . . . .	317
3.1.	Betriebsarten von DVA . . . . .	317
3.1.1.	Batch-Processing . . . . .	317
3.1.1.1.	Batch-Processing ohne Prioritäten . . . . .	317
3.1.1.2.	Batch-Processing mit Prioritäten . . . . .	318
3.1.1.3.	Remote-Batch-Processing . . . . .	319
3.1.2.	Time Sharing . . . . .	319
3.1.3.	Multiprogramming . . . . .	320
3.1.4.	Real-Time-Verarbeitung . . . . .	320
3.1.5.	Multiprocessing . . . . .	323
3.2.	Aufgaben und Aufbau des Betriebssystems . . . . .	323
3.2.1.	Aufgaben des Betriebssystems . . . . .	323
3.2.2.	Aufbau des Betriebssystems . . . . .	326
3.2.3.	Hardware – Software . . . . .	327
	<i>Aufgaben zu V, 3.</i> . . . . .	328
4.	Anwendungsbereiche der DV . . . . .	329
4.1.	Wissenschaftliche Berechnungen . . . . .	329
4.2.	Betriebliche Informationssysteme . . . . .	333
4.2.1.	Rechnungswesen . . . . .	333
4.2.2.	Planungs- und Entscheidungsmethoden . . . . .	338
4.2.2.1.	Definitionen . . . . .	338
4.2.2.2.	Lineares Programmieren . . . . .	340
4.2.2.3.	Netzplantechnik . . . . .	342

4.2.2.4. Simulation	344
4.2.3. Management-Informationssystem	345
4.3. Numerisch gesteuerte Maschinen	345
4.3.1. Werkzeugmaschinen	346
4.3.2. Zeichengeräte	347
4.3.3. Verdrahtungsmaschinen	347
4.3.4. Setzmaschinen	347
4.4. Prozeßrechner	347
4.4.1. Struktur eines Prozeßrechnersystems	347
4.4.2. Anwendungsmöglichkeiten für Prozeßrechner	350
4.5. Nichtbetriebliche Informationssysteme	352
4.6. Datenfernverarbeitung	355
4.6.1. Definition	355
4.6.2. Platzbuchungssysteme	357
4.6.3. Universelle Teilnehmersysteme	358
Lösungen der Aufgaben	360
Fachwörterverzeichnis: englisch/deutsch	363
Literaturverzeichnis	367
Stichwortverzeichnis	368
Abbildungen	1A– 30A



# Teil I. Allgemeine Grundlagen

## 1. Einführung

### 1.1. Der Begriff ‚Datenverarbeitung‘

Ein Nicht-Fachmann auf dem Gebiet der Datenverarbeitung werde nach Sinn und Bedeutung des Begriffs:

Datenverarbeitung

gefragt. Im ersten Moment wird er versuchen, sich ein Bild aus Mosaiksteinchen zusammensetzen. Diese Mosaiksteinchen sind Wörter und Teilzusammenhänge des weiten Bereichs ‚Datenverarbeitung‘, die er früher aus Berichten im Rundfunk, Fernsehen und in Zeitungen in sein Gedächtnis übernommen hat. Es werden ihm Ausdrücke wie:

Elektronen-Rechner  
Daten  
hohe Rechengeschwindigkeiten  
Lochkarten  
Computer  
Speicher  
Transistoren

und ähnliche bunt durcheinandergewürfelt in den Sinn kommen. Er wird sie sortieren und klassifizieren. Er wird jedenfalls versuchen, sich aus diesen Mosaiksteinchen ein größeres Bild der Zusammenhänge, Aufgaben und Auswirkungen der Datenverarbeitung zu bilden.

Dennoch bleibt aber oft der Begriff ‚Datenverarbeitung‘ im allgemeinen und deren zentrales Organ, die ‚Datenverarbeitungsanlage‘ im besonderen nur eine Ansammlung mehr oder weniger deutlicher Vorstellungen. Dies liegt zum Teil daran, daß sich der Laie auf dem Gebiet der Datenverarbeitung stets nur mit deren Ergebnissen beschäftigt. Eine geheimnisvolle Atmosphäre umgibt oft diese leistungsfähigen aber auch komplizierten Datenverarbeitungsanlagen.

Diese Distanz ist aber zu durchstoßen mit der Erkenntnis, daß für das *grundlegende* Verständnis

der inneren logischen Organisation,  
der Funktionsmechanismen sowie:  
der Grundprinzipien des Einsatzes

einer Datenverarbeitungsanlage keine *speziellen* wissenschaftlich-technischen Kenntnisse erforderlich sind. Allgemein logisches und kombinatorisches Denkvermögen ist vielmehr erforderlich.

Die Frage nach dem ‚Geheimnis‘ der Datenverarbeitung kann – wie viele Fragen – leichter beantwortet werden, wenn sie in präzise und klar umrissene Teilfragen aufgeteilt wird. Es ist also eine Verfeinerung der Fragestellung, d. h. Differenzierung, nötig. Hierbei destillieren sich dann Teilfragen folgender Art heraus:

- Wie ist eine Datenverarbeitungsanlage aufgebaut?
- Wie arbeitet sie?
- Welche Entscheidungen vermag sie zu treffen?
- Welche Operationen kann sie durchführen?
- Wie wird sie bedient?
- Für welche Probleme lohnt sich ihr Einsatz?
- Welche organisatorischen Vorbereitungen sind zu treffen?
- Welche technischen Hilfsmittel werden benötigt?

Die Beantwortung all dieser Teilfragen führt zu einer Klärung des Gesamtkomplexes ‚Datenverarbeitung‘ sowie zur eigentlichen Abrundung und notwendigen Vertiefung des obengenannten Mosaikbildes.

Die breite Öffentlichkeit zeigt sich an den Erfolgen und Fortschritten der Datenverarbeitung wohl aus folgenden Gründen so stark interessiert:

- a) hochdynamische Entwicklung dieses Gebietes:  
Wie in 2. (Geschichtliche Entwicklung) angegeben wird, liegt der eigentliche Beginn dieser sprunghaften Entwicklung der Datenverarbeitung nur ca. 3 Jahrzehnte zurück! Fast jeden Tag bringen Rundfunk, Fernsehen und Zeitungen Berichte über: neue Typen von Datenverarbeitungsanlagen, neue Anwendungsbereiche hierfür, neue Erkenntnisse hierbei.
- b) spektakuläre Erfolge auf den verschiedensten Anwendungsbereichen der Datenverarbeitung, wie: Raketen- und Weltraumforschung, Atomphysik, Verkehrssteuerung, Verwaltungssektor.
- c) Inbegriff der Lebensweise des 20. Jahrhunderts  
Die Menschen des 20. Jahrhunderts, das durch nie zuvor erreichte Geschwindigkeiten und rasanten technischen Fortschritt geprägt wird, sehen in der Datenverarbeitung einen Inbegriff ihres Zeitalters. Man spricht heute schon davon, daß nicht etwa die modernen Erkenntnisse der Atomphysik die zweite technische Revolution bedeuten, sondern der Einsatz der Datenverarbeitungsanlagen auf allen Gebieten des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens. So glaubt beispielsweise N. Wiener, der Begründer der Kybernetik, unser Jahrhundert am besten als das Zeitalter der Nachrichten- und Regelungstechnik beschreiben zu können. Als zentrales und zugleich verbindendes Glied dieser Techniken schält sich aber immer mehr die Datenverarbeitung heraus.

## 1.2. Einteilung des Stoffes

Das vorliegende Buch ist als Einführung gedacht und auch dementsprechend aufgebaut. Es wird aus dem Leser also keinen Spezialisten auf irgendeinem Gebiet der Datenverarbeitung machen, sondern soll ihm breites Basiswissen verschaffen. Bewußt wurde aber auch davon Abstand genommen, das Buch durch allzu allgemeingehaltene Stoffbehandlung zu einem zwar leicht lesbaren, aber kaum nützlichen Handbuch zu reduzieren. Wie bei der Beschäftigung mit anderen Stoffgebieten ist es auch hier unumgänglich, gewisse elementare Detailprobleme erfaßt zu haben, um den als Endziel erwünschten, fundierten Überblick nach Abschluß des Buches aufzuweisen. In diesem Sinne wird der Leser von Kapitel zu Kapitel auf exemplarische Weise mit den verschiedenen Stoffgebieten der Datenverarbeitung vertraut gemacht. Der behandelte Stoff wird durch selbstkritische Wiederholung während der Lösung der Aufgaben gefestigt.

Das Gebiet der Datenverarbeitung ist sehr vielschichtig. Deshalb werden in der vorliegenden Einführung folgende fünf Blickwinkel zugrunde gelegt:

- Teil I : Allgemeine Grundlagen
- Teil II : Mathematische Grundlagen
- Teil III: Logische Grundlagen
- Teil IV: Technische Grundlagen
- Teil V : Organisatorische Grundlagen

### Teil I: Allgemeine Grundlagen

umfaßt eine Zusammenstellung der geschichtlichen Entwicklung der Datenverarbeitung. Dies soll zum Verständnis der inneren Zusammenhänge beitragen. Einem eingehenden Vergleich zwischen den beiden Rechenprinzipien „Analog“ – „Digital“ moderner Datenverarbeitungsanlagen folgt ein größerer Abschnitt über den strukturellen Aufbau einer Datenverarbeitungsanlage. Die fünf Grundeinheiten werden in ihrer Zusammenarbeit vorgeführt.

### Teil II: Mathematische Grundlagen

Die mathematischen Grundlagen einer Datenverarbeitungsanlage erfordern keine Einführung in komplizierte mathematische Theorien, sie bewegen sich vielmehr meist im Begriffsbereich elementarer Algebra. Es werden die Zahlensysteme erläutert, mit denen die verschiedenen Rechenanlagen operieren, um sowohl ein besseres Verständnis für die Arbeitsweise solcher Anlagen als auch der verschiedenen Ein- und Ausgabegeräte zu wecken. Für das Verständnis der vier Grundrechenarten in diesen Zahlensystemen sowie die Umwandlung von einem System in ein anderes sind keine speziellen Mathematikkenntnisse erforderlich. Ein logisch und kombinatorisch streng exaktes Denkvermögen ist jedoch unerlässlich.

### Teil III: Logische Grundlagen

erläutert die ‚informationstheoretischen‘ Grundbegriffe. Sie sollen einen Einblick in die mathematische, rechnerische Erfäßbarkeit von ‚Nachricht‘ gewähren, d. h. die quantitative Angabe von Information.

Die logischen Grundlagen der Datenverarbeitung bilden vor allem die Schaltalgebra und die Codierung. Zur Darstellung von Information und zur Sicherung bei deren Übertragung werden sogenannte Codes (sprich: Kodes) eingesetzt. Dies sind Verschlüsselungen von Information, die nach bestimmten Zuordnungsvorschriften vorgenommen werden. Die verschiedenen Codes werden angeführt und ihre Vor- und Nachteile in der Anwendung aufgezeigt.

Die Schaltalgebra baut auf der mathematischen Logik auf und nimmt heute eine wichtige Rolle in der formalen Beschreibung und Optimierung von Schaltfunktionen ein. Anhand von ausführlichen Beispielen werden die Schaltalgebra und ihre Anwendungen erläutert.

### Teil IV: Technische Grundlagen

Um (von außen) die Funktionen eines Gerätes zu erfassen, ist es nicht immer nötig, dessen Aufbau und dessen Konzeption zu verstehen. Aber wie es für einen Autofahrer durchaus von Vorteil ist, nicht nur zu wissen, wie das Bremspedal bedient werden muß, sondern auch, wie sich die Öldruckbremse erklären läßt – ebenso erleichtert es das Verständnis für den Einsatz, die Bedienung oder die Programmierung einer Datenverarbeitungsanlage, wenn man das Prinzip ihres rechnerisch-funktionalen Aufbaues erfaßt hat.

Spezielle Detail-Fragen zu beherrschen, ist Sache des Fachmanns, fundierte Grundkenntnisse sind aber auch für den unerlässlich, der in irgendeiner Form mit der Datenverarbeitung zu tun hat.

In diesem Sinne werden also behandelt:

- a) die Grund-Bauelemente, wie Relais, Transistoren, Dioden, Magnetkern
- b) die Speichertypen, wie: Magnetkern-, Trommel-, Magnetband-, Magnetplatten-Speicher
- c) Ein- und Ausgabegeräte, wie: Fernschreiber, Lochkartenleser, Schnelldrucker etc.

### Teil V: Organisatorische Grundlagen

zu diesen Grundlagen zählen:

- a) das Lochkartenverfahren,  
das heute entweder als eigene Organisationsform oder/und als Ein- und Ausgabe-Verfahren bei Datenverarbeitungsanlagen in Anwendung kommt.
- b) das Programmieren,  
das als logische Aufbereitung und Erfassung der zu bearbeitenden Probleme im Mittelpunkt der Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen steht.

- c) der betriebliche Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen:  
es werden die verschiedenen Anwendungsbereiche in Wissenschaft, Industrie und Handel mit den heute vorliegenden Erfahrungen aufgeführt.

Da wesensmäßig teilweise recht verschiedenartige Stoffgebiete behandelt werden, war es manchmal nicht zu umgehen, Ergebnisse späterer Abschnitte in vorhergehenden teilweise vorwegzunehmen, Hinweise auf frühere oder folgende Abschnitte anzugeben sowie kurzgefaßte Wiederholungen vorzunehmen. Dies kann durchaus von Vorteil sein. Viele Teilgebiete der Datenverarbeitung sind nur zu durchschauen, wenn man sie von verschiedenen Blickwinkeln – und wenn nötig des öfteren – betrachtet. In diesem Sinne sind auch Hinweise auf Textstellen und Bilder nicht als notwendiges Übel zu betrachten, sondern als Anregung, erledigte Abschnitte aus diesem neuen Gesichtspunkt heraus nochmals zu überarbeiten und zu überdenken.

### 1.3. Bilder und Aufgaben

Zur Erläuterung und leichteren Merkbarkeit wurden viele Bilder (Skizzen, Zeichnungen, Diagramme) in den Text eingestreut. Diese Bilder werden

mit: dem Buchstaben B (Bild)

sowie: einer fortlaufenden Nummer gekennzeichnet.

Neben den Abkürzungen beim Hinweis auf Bilder innerhalb des Textes werden im folgenden auch – der Einfachheit halber – die heute schon üblich gewordenen Abkürzungen:

DV für: Datenverarbeitung

EDV für: elektronische Datenverarbeitung

EDVA für: elektronische Datenverarbeitungsanage

oder kürzer: DVA für: Datenverarbeitungsanage(n)  
verwendet.

Weiterhin werden häufig hinter den deutschen Ausdrücken aus dem Bereich der DV in Klammern die englischen gesetzt. Damit soll der Leser auch mit den englischen Fachausdrücken vertraut gemacht werden.

Die Aufgaben beziehen sich stets auf den Stoff des vorangehenden Kapitels. Sie sind in der Form aufgebaut, daß einer gestellten Frage stets drei Antworten (a, b, c), von denen nur eine voll richtig ist, folgen. Als Beantwortung der Fragestellung ist also stets der Buchstabe (a oder b oder c) anzugeben, der diese richtige Antwort kennzeichnet. Oft wird diese Antwort nur durch erneutes Durcharbeiten der betreffenden Stelle des Lehrheftes zu finden sein. Dies soll die selbstkritische Stoffwiederholung fördern. Die Lösungen der Aufgaben sind im Anhang angegeben.

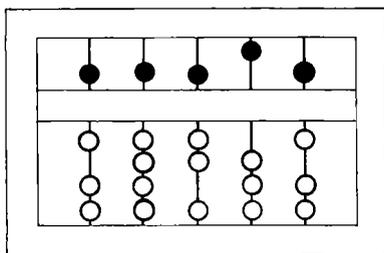
## 2. Geschichtliche Entwicklung

### ca. 5000 v. Chr.

Die Grundlage des Rechnens ist das Zählen. Der Mensch begann das Zählen mit den ihm von der Natur gegebenen (Rechen-)Hilfsmitteln: den *Fingern*. Eine Hand erlaubte ihm also bis 5 (Quinär-System), beide Hände bis 10 (Dezimal-System) zu zählen. Wollte er zu größeren Zahlen (bzw. Mengen) übergehen, so benützte er Steine, Perlen oder Holzstäbe.

### ca. 1100 v. Chr.

Bequemer und zuverlässiger schon war das dem 5-Finger-System verwandte *Suan-Pan-Verfahren*, bei dem die Perlen auf Drähten aufgefädelt waren. Bei den Römern wurde es *Abacus* genannt. Bei uns findet man es noch in Kindergärten und (in vereinfachter Spielform) sogar vor Kinderwagen. In Hinterasien ist Suan Pan noch sehr stark verbreitet. Bei genügender Übung lassen sich (wie sich bei Wettbewerben zeigte) überraschend hohe Rechengeschwindigkeiten damit erreichen.



B I/1: Rechengerät

### 500 n. Chr.

Die Grundlage für die Entwicklung zum Rechnen mit Maschinen bildete zweifelsohne das in Indien (daher: Hindu-) entstandene und über den arabischen Kulturkreis zu uns gelangte

#### *Hindu-Arabische Zahlensystem*

mit den zehn Ziffern: 0, 1, . . . 8, 9.

Nach der Rückeroberung Spaniens aus arabischer Herrschaft, 1150 n. Chr., setzte es sich im Abendland schnell durch. Sein großer Vorteil im Vergleich zum recht umständlich zu handhabenden *Römischen Zahlensystem* (z. B. MCMVII)

- sind: a) Einführung der Null: 0  
b) Einführung der Stellenschreibweise

Im Gegensatz zum Römischen Zahlensystem gestattet also das Hindu-Arabische Zahlensystem einen Rückschluß *von der Stellung* einer Ziffer innerhalb der Zahl

auf ihren Wert. Die 8 bedeutet z. B. 8 Hunderter in der Zahl 6804. Die 0 bedeutet: keine Zehner. Die Gesamtzahl bedeutet also:

$$\begin{array}{r}
 4 \cdot 1 = 4 \\
 0 \cdot 10 = 0 \\
 8 \cdot 100 = 800 \\
 6 \cdot 1000 = \underline{6000} \\
 \text{Gesamtzahl} = 6804
 \end{array}$$

### 1614

Der Rechenaufwand zur Aufstellung der von *Lord Napier* herausgegebenen Logarithmen-Tafeln erfordern einen Zeitaufwand von ca. 30 Jahren (moderne Rechenanlage: ca. 1 min.)

### 1623

Der Theologe und Mathematiker *Schickard* konstruiert für seinen Freund, den Mathematiker und Astronomen Kepler eine Rechenuhr, die auf dem Zählradprinzip (ähnlich den heutigen mechanischen Tischrechenmaschinen) aufbaute. Damit waren Addition und Subtraktion durchzuführen, wobei mit 6 Stellen und Übertrag gerechnet wurde. Ein Modell dieser Schickard'schen Rechenuhr steht seit 1957 im Tübinger Rathaus.

### 1641

baute *Blaise Pascal* (französischer Mathematiker) mit 19 Jahren seinem Vater, der Steuerpächter war, eine Addiermaschine mit 6 Stellen.

### 1650

Patridge: Erfindung des *Rechenschiebers*.

### 1671–1694

beschäftigte sich der große Philosoph und Mathematiker *G. W. Leibniz* mit der Konstruktion von Rechenwerken, die ihm zwar 24.000 Taler Ausgaben, aber keinen wirklichen Erfolg brachten.

### 1703

*G. W. Leibniz* beschäftigt sich mit dem Dualsystem (das zur Grundlage der heutigen Rechenanlagen wurde, vgl. II, 2.1.3).

### 1808

*J. M. Jacquard* setzt Kartons, in die das Webmuster eingestanzt war, zur automatischen Steuerung von Webstühlen ein. Derartige Webstühle sind im Deutschen Museum zu sehen. Der Begriff ‚Jacquard‘ ist heute noch ein üblicher Ausdruck in der Textilbranche. Ähnliche, gelochte Karten (in gefalteter Form) sind noch heute bei Jahrmärkten-Musikautomaten in Anwendung.

### 1833

Von großer Bedeutung für die weitere Entwicklung war die mechanische Rechenanlage ‚Difference Engine‘ des Mathematik-Professors aus Cambridge, *Charles*

*Babbage*, die heute noch im Science Museum London besichtigt werden kann. Die Konzeption seiner weiterhin geplanten Maschine (*Analytical Engine*) nahm den Aufbau moderner Rechenanlagen voraus. Sie sollte bestehen aus:

- Speicher (engl.: store) (1000 Worte à 50 Stellen)
- Rechenwerk (engl.: mill)
- Steuerwerk (engl.: control)
- Ein-, Ausgabe und vor allem einem  
(in Lochkarten) *gespeicherten* Programm.

Die Pläne von Babbage scheiterten an dem Stand der damaligen Technik.

### 1890

Der Deutsch-Amerikaner *H. Hollerith* führt bei der 11. amerikanischen Volkszählung die *Lochkartentechnik* ein.

### 1920

Entwicklung leistungsfähiger Büro-Lochkartenmaschinen (Firmen: IBM, Bull).

Moderne Entwicklung der DVA

#### a) *Relaisrechner*

### 1936

*K. Zuse* (Bauingenieur) beginnt noch während seines Studiums in Berlin mit dem Bau einer Rechenanlage *Z1*, welche die stets wiederkehrenden Routine-Berechnungen der Statik automatisieren sollte.

### 1941

*Z3*: Relaisrechner mit Lochstreifeneingabe und -ausgabe.

Eigenschaften der *Z3*: Eingabeeinheit  
Ausgabeeinheit  
Rechenwerk (600 Relais)  
Relaispeicher (64 Zahlen à 22 Dualstellen)  
Programm in Lochstreifen (gelochter Kinofilm)  
abgespeichert

### 1944

*H. H. Aiken* (IBM) entwickelt an der Harvard University den Relaisrechner *MARK I*.

### 1946

*J. v. Neumann* (Mathematiker) entwickelt folgende Fundamentalprinzipien einer Rechenanlage:

- a) das Programm wird wie die Daten gespeichert
- b) bedingter Befehl mit (vorwärts oder rückwärts) Verzweigung  
(vgl. 4.2.4.2. b)
- c) das Programm ist eine Kette logischer Binär-Entscheidungen

*b) Datenverarbeitungsanlagen der 1. Generation*

**1946**

Eigenschaften:

Schaltungsaufbau aus Elektronenröhren

Operationszeiten im Millisekunden (ms)-Bereich

(1 ms = 1/1000 s)

Beispiel:

ENIAC (Elektronic Numerical Integrator and Computer)

Gewicht: 30 Tonnen

Die 17.000 Röhren (Stromverbrauch: 174 KW) erforderten eine Klimaanlage, die mehr Strom als die Rechenanlage selbst verbrauchte.

fehlerfreie Arbeitszeit: ca. 45%

Z22 (von Zuse KG) wurde ab 1955 vor allem an Hochschulen geliefert.

Rechenzeiten: Addition: 0,6 ms – Multiplikation: 15 ms

**1952**

Beginn der Auslieferung von DVA an Privatwirtschaft.

**1954**

Deutsche Firmen beginnen (wieder) mit dem Bau von Datenverarbeitungsanlagen:

Zuse KG, Siemens, Standard Elektrik Lorenz, Telefunken, VEB Zeis in Jena.

*c) Datenverarbeitungsanlagen der 2. Generation*

**1957**

Eigenschaften:

Schaltungsaufbau aus Transistoren

Operationszeiten im 100 Mikrosekunden ( $\mu$ s)-Bereich

(1  $\mu$ s = 1/1000 ms = 1/1.000.000 s =  $10^{-6}$  s)

Beispiel:

Siemens 2002: volltransistorisierte DVA mittlerer Größe

Addition: 90  $\mu$ s – Multiplikation: 120  $\mu$ s

*d) Datenverarbeitungsanlagen der 3. Generation*

**1964**

Eigenschaften:

Schaltungsaufbau aus integrierten Schaltkreisen (vgl. hierzu auch IV, 1.3)

Operationszeiten im Mikrosekunden-Bereich.

Mehrere (ca. 30) elektronische Bauteile (Transistoren, Widerstände) werden mit ihren ‚Lötverbindungen‘ in kleinen Kristallblöcken zusammengefaßt (daher ‚integriert‘). Durch Ätzverfahren werden in hochgezüchtet homogenen (gleichmäßig aufgebauten) Siliziumkristallen Gebiete mit Transistor- und Widerstandscharakter erzeugt und durch Aufdampfverfahren dazwischen metallische, d. h.

leitende Verbindungen hergestellt. Diese Technik nennt man *Monolith-Technik*. Die gesamte Verfahrensweise nennt man Mikrominiaturisierung.

Vorteile: kompakte Bauweise (nur 1/100 und noch weniger des Raumes in üblicher Technik),  
kurze Schaltzeiten (bis zu Bruchteilen von Mikrosekunden),  
hohe Betriebssicherheit (keine Lötstellen!)

Üblich sind heute die sog. *Familiensysteme* von DVA. Das kleinste Modell einer solchen Familie ist wie in einem Baukastensystem durch Hinzunahme von Erweiterungsteilen (etwa Speicher) bis zum größten Modell ausbaufähig. Die Verwendbarkeit der Programme bleibt dabei erhalten. Man spricht hierbei von einer sog. *Programmkompatibilität*. Solche Familiensysteme sind beispielsweise: BGE 600, IBM 360, NCR-Century, Siemens 4004, UNIVAC 9000

#### e) Vergleich der Größenordnungen

in der Bauweise bei den drei Generationen von DVA in relativen Schaltungseinheiten pro Kubikzentimeter (SE/cm<sup>3</sup>):

1. Generation: 1 SE/cm<sup>3</sup>
2. Generation: 10 SE/cm<sup>3</sup>
3. Generation: 1000 SE/cm<sup>3</sup>

#### f) Datenverarbeitungsanlagen der 4. Generation

Forschungs- und Entwicklungslabors arbeiten schon an Prototypen von DVA der 4. Generation, die in einigen Jahren serienreif sein werden. Sie werden die Anlagen der 3. Generation an Komfort, Anpassungsfähigkeit und Geschwindigkeit noch übertreffen. Die Operationszeit wird bei hundert und weniger Nanosekunden liegen. Das bedeutet: 10 bis 50 Mio Operationen pro Sekunde. Zur Veranschaulichung sei angegeben, daß die mit Lichtgeschwindigkeit zurückgelegte Strecke in 10 Nanosekunden etwa 3 m entspricht. Diese Tatsache zwingt – abgesehen von sonstigen technischen Ursachen – dazu, räumlich kompakte Geräte zu entwickeln. Die DVA der 4. Generation werden deshalb aus integrierten Großschaltungen (sog. Large Scale Integration = LSI) bestehen. In ihnen sind ganze Schaltungskomplexe mit tausend und mehr Bauelementen auf einem Kristall untergebracht.

### AUFGABEN zu I, 2.

1. Vorteil des (heute üblichen) Hindu-Arabischen Zahlensystems gegenüber dem Römischen Zahlensystem ist:
  - a) Einführung der Null und der Stellenschreibweise
  - b) Einführung des Dezimalsystems
  - c) Einfache Durchführung der Multiplikation

2. Was bedeutet der Begriff ‚Abacus‘?
  - a) Name einer Herstellerfirma von DVA
  - b) Name eines Code für die interne Darstellung von Daten
  - c) Handrechengerät der Römer
3. Wer war Hollerith?
  - a) Erfinder des Rechenschiebers
  - b) Erfinder der Lochkartentechnik
  - c) Konstrukteur der ersten Relais-DVA
4. Nach welchen Kriterien unterscheidet man die DVA der 1., 2. und 3. Generation?
  - a) danach, ob sie im Dual-, Binär- oder Dezimal-System arbeiten
  - b) nach der Kapazität der Speicher
  - c) nach der Schaltungstechnik (Röhren, Transistoren, integrierte Schaltungstechnik)
5. Wie groß ist die Schalt-(Operations-)Zeit bei DVA der 3. Generation?
  - a) ca.  $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{s}$
  - b) ca.  $100 \mu\text{s} = 10^{-4} \text{s}$
  - c) ca.  $10 \text{ms} = 10^{-2} \text{s}$
6. Bei welcher Generation von DVA können 30 Schaltelemente auf ca. 0,03 Kubikzentimeter ( $\text{cm}^3$ ) untergebracht werden?
  - a) bei DVA der 3. Generation
  - b) bei DVA der 2. und 3. Generation
  - c) überhaupt noch nicht

### 3. Vergleich: Analog – Digital

Bei den modernen Rechenanlagen unterscheidet man zwei Gruppen, und zwar nach ihrem Rechenprinzip:

Analog-Rechenanlagen (Stetig-Rechenanlagen)

Digital-Rechenanlagen (Ziffern-Rechenanlagen)

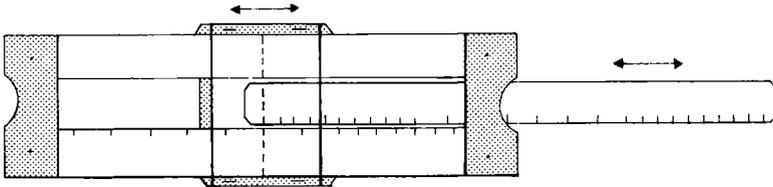
Die erste Bezeichnung leitet sich vom griechischen ‚ana logon‘ ab, was soviel wie ‚im richtigen Verhältnis‘ heißt. Die zweite Bezeichnung ist auf den lateinischen Begriff digitus (= Finger) zurückzuführen.

In der Aufstellung der geschichtlichen Entwicklung haben wir schon zwei typische, elementare Vertreter der beiden Arten von Rechenanlagen kennengelernt. Es waren dies:

der Rechenschieber als Vertreter der Analog-Rechenanlagen,  
der Abacus als Vertreter der Digital-Rechenanlagen

### 3.1. Analog-Rechentechnik

Beim Rechenschieber werden Rechenoperationen durchgeführt, indem man ‚Strecken‘ gegeneinander verschiebt und dann vergleicht.



B I/2: Analoges Rechenggerät: Rechenschieber

Dabei kann das Verschieben *kontinuierlich* erfolgen, d. h. die Zunge des Rechenschiebers kann zwischen unterster und oberster Einstellung jede beliebige Zwischenstellung einnehmen. In der *analogen* Rechen- (Meß-, Regel-, Steuer-)technik werden physikalische Größen, die ihrer Natur nach schon ‚zeitliche Stetigkeit‘ aufweisen, als Rechengrößen verwandt. Dabei wird die eigentlich interessierende Größe (z. B. Durchflußmenge) durch eine andere physikalische Größe (z. B. Zeigerausschlag eines Meßinstruments) ersetzt (oder besser: ‚simuliert‘).

Beispiel:

Analog-Rechenggerät	interessierende Größe, Information	simulierende physikal. Größe
Rechenschieber	Zahlenwert	Länge
Uhr	Zeit	Winkelstellung des Zeigers
Gas- od. Stromzähler	durchgeflossene Gas- oder Strommenge	kontinuierliche Drehung eines Zahnrades
Analog-Rechenanlage	Lösung von Rechenoperationen wie: Differentialgleichungen, die Bewegungen beschreiben. Schwingungen berechnen. Flugbahnen simulieren.	Spannung (oder: Strom)

### 3.2. Digital-Rechentechnik

Bei der Digital-Rechentechnik wird die *numerische*, d. h. die zahlenmäßige Erfassung von irgendwelchen Aussagen angewandt. Alle Aussagen (z. B. Messungen) liegen *ziffernmäßig* vor und werden arithmetisch (d. h. mit Hilfe der vier Grundrechenarten) verarbeitet. Im Gegensatz zur Analog-Rechentechnik, bei der sich die Größen kontinuierlich (stetig) ändern können, dürfen bei der Digital-Rechentechnik die Rechengrößen nur *diskrete* (genau festgelegte) Zustände annehmen.

So darf beim Kugelrechengerät Abacus eine Kugel:  
entweder: von rechts nach links verschoben werden  
oder : sie muß auf ihrem ursprünglichen Platz verbleiben.  
Zwischenzustände sind als Rechenoperation sinnlos (und damit unzulässig). Die Kugel darf also auf dem Draht nur zwei *diskrete* Stellungen einnehmen.

### 3.3. Beispiel

Ein einfaches Beispiel aus dem Alltag soll uns den Unterschied zwischen Analog- und Digital-Rechentechnik veranschaulichen:

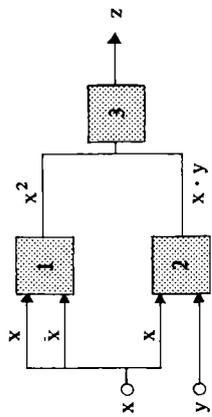
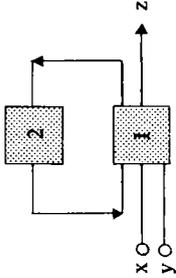
Geschwindigkeitsmessung mit einem Auto:

- a) digitale Rechentechnik:  
das Auto durchfährt z. B.: 1 km Wegstrecke mit konstanter Geschwindigkeit, wofür die Zeit: 100 sec. gestoppt wird.  
Wegstrecke: 1 km  
Zeit : 100 sec.  
Daraus ergibt sich die Geschwindigkeit über die *arithmetische* Grundoperation ‚Division‘ zu:  $1 \text{ km}/100 \text{ sec.} = 36 \text{ km/h}$
- b) analoge Rechentechnik: *Tachometer*  
die Geschwindigkeit des Autos wird über die Drehzahl eines Zahnrades und über mechanische Vorrichtungen als Zeigerausschlag auf einer geeichten Skala angezeigt.  
interessierende Größe (Information): Geschwindigkeit des Autos  
simulierende physikalische Größe : Zeigerausschlag bzw. Drehzahl des Zahnrades

Mit beiden Zuordnungen:

kontinuierlich ↔ analog  
diskret ↔ digital

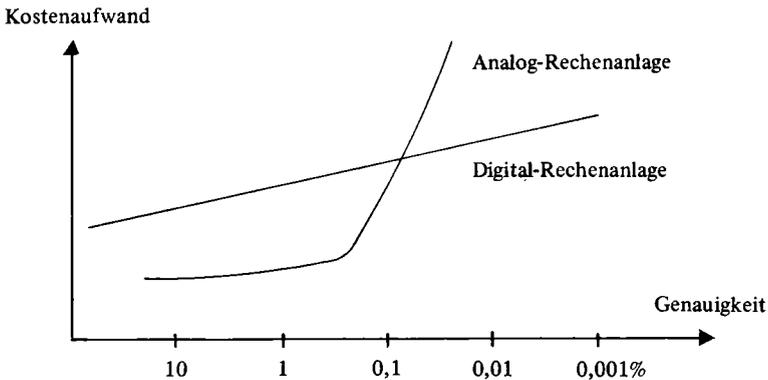
ist der wesensmäßige Unterschied zwischen Analog- und Digital-Rechentechnik in leicht faßliche Form gebracht.

Vergleichskriterium	Analog-Rechenanlage	Digital-Rechenanlage
Lösungsmethode	nach physikalischen Gesetzen (analoge Modelle)	nach arithmetischen Gesetzen
Zahl der Rechenwerke	<p>viele (einfache)</p>  <p><math>x, y =</math> Eingangsgrößen  <b>1</b> = Multiplikations-Analog-Rechenwerk          (bildet: <math>x \cdot x = x^2</math>)  <b>2</b> = Multiplikations-Analog-Rechenwerk          (bildet: <math>x \cdot y</math>)  <b>3</b> = Subtraktions-Analog-Rechenwerk          (bildet: <math>x^2 - x \cdot y</math>)  <math>z =</math> Ergebnis (etwa in Form einer Spannung)          es werden 3 Grund-Rechenwerke benötigt!</p>	<p>eines (kompliziert)</p>  <p><math>x, y =</math> Eingangsgrößen  <b>1</b> = Speicher  <b>2</b> = Rechenwerk</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operation: <math>x, y</math> in den Speicher</li> <li>2. Operation: Rechenwerk bildet <math>x^2</math> und gibt Ergebnis an Speicher</li> <li>3. Operation: Rechenwerk bildet <math>x \cdot y</math> und gibt Ergebnis an Speicher</li> <li>4. Operation: Rechenwerk bildet <math>x^2 - x \cdot y</math> aus den Zwischenergebnissen (<math>x^2, x \cdot y</math>) und gibt Ergebnis an Speicher</li> <li>5. Operation: <math>z =</math> Ergebnis aus dem Speicher</li> </ol> <p>es wird nur <b>1</b> Rechenwerk benötigt! (dieses muß Subtraktion und Multiplikation beherrschen)</p>

Speicher nötig?	nein	ja
Fähigkeiten eines Rechenwerkes	Addition und Subtraktion oder: Multiplikation oder: Integration	Addition (Subtraktion, Multiplikation und Division werden auf Addition zurückgeführt)
Genauigkeit in der Darstellung der Eingabe-Information	1 bis 1/10%	beliebig hoch (bei Wahl entsprechend hoher Stellenzahl)
Genauigkeit der Lösung	Ergebnis um so genauer, je weniger kompliziert die Rechnung ist	nahezu unabhängig von dem zu lösenden Problem
Geschwindigkeit für einzelne Operationen	relativ niedrig	sehr hoch
Gesamtrechenzeit	klein, da viel Parallelarbeit	oft größer, da serielle Arbeitsweise
Flexibilität bei neuer Aufgabenstellung	neue Verschaltung der Einzel-Rechenwerke erforderlich	ein neues Programm erstellen
Programmierung	einfach	kompliziert
Einsatzbereich	spezifische Gebiete: z. B. Lösung von Differentialgleichungen (Schwingungsprobleme, Flugsimulatoren)	universeller Einsatz: wissenschaftlich-technisch wirtschaftlich-kaufmännisch
Entwicklungsaussicht	weitgehend abgeschlossen	aussichtsreich: höhere Geschwindigkeit

### 3.4. Tabellarischer Vergleich

Unter diesem Punkt wollen wir speziell die Analog- und Digital-Rechenanlagen einander unter verschiedenen Gesichtspunkten in tabellarischer Form gegenüberstellen (vgl. S. 14/15):



B I/3: Abhängigkeit der Kosten von der geforderten Genauigkeit

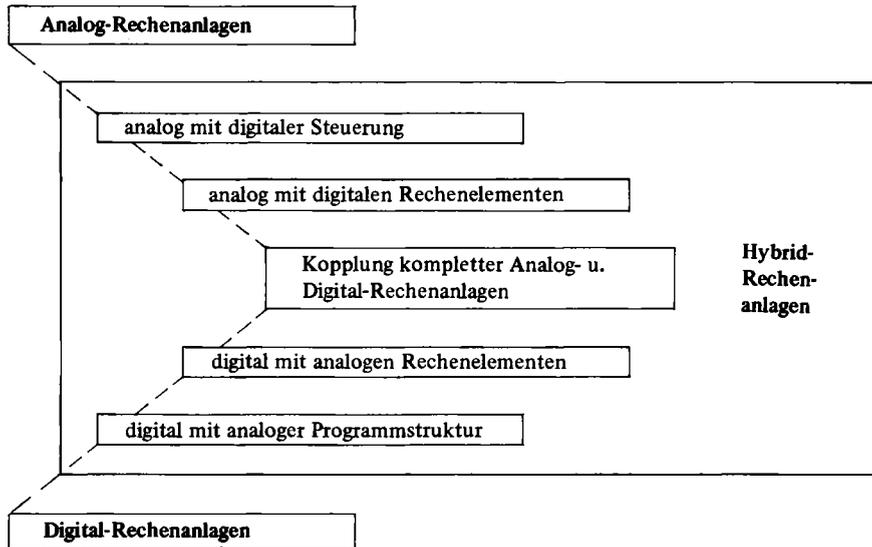
### 3.5. Hybrid-Rechenanlagen

Die neuere technische Entwicklung brachte einen weiteren Rechnertypus hervor, den sog. Hybrid-Rechner. Hierbei werden die beiden bekannten Rechenverfahren (Analog- und Digitaltechnik) miteinander gekoppelt. Eine Hybrid-Rechenanlage besitzt sowohl analoge als auch digitale Bauelemente, die elektrisch miteinander verknüpft werden können. Bei der einen Hybrid-Rechenanlage herrscht dabei der analoge Charakter, bei der anderen der digitale vor. Es sind viele Konzeptionen denkbar und zum Teil auch schon verwirklicht. Einen groben Überblick gibt B I/4.

Zweifelloos steht bei den meisten Aufgaben und Problemen von vornherein fest, ob zur Lösung zweckmäßiger ein Digital- oder ein Analog-Rechner eingesetzt wird. Immer häufiger treten unter den schnell anwachsenden Aufgabenbereichen der modernen Rechentechnik auch Grenzfälle auf.

Beispielsweise werden für Echtzeit (real time)-Simulation sehr vorteilhaft Hybrid-Rechner eingesetzt. Unter einer Echtzeit-Simulation versteht man die zeitgleiche Nachahmung eines (meist technischen) Systems anhand eines mathematischen Modells. Dieses Verfahren wird z. B. bei Bordnavigationsgeräten von Flugzeugen und bei Prozeßregelungen in der chemischen Industrie angewandt.

Im Gegensatz zum reinen Analog-Rechner hat der Hybrid-Rechner, da er vorteilhaft Eigenschaften der Digital- und Analog-Rechner vereint, noch eine große Entwicklungsmöglichkeit vor sich.



B I/4: Hybrid-Rechnerarten

### AUFGABEN zu I, 3.

- Zu welcher Art von Rechengertäten gehrt der Rechenschieber?
  - zu: Digital-Rechengertäte
  - zu: Hybrid-Rechengertäte
  - zu: Analog-Rechengertäte
- Für die Digital-Rechentechnik sind folgende Begriffe charakteristisch:
  - kontinuierlich, stetig
  - mathematisch, abstrakt
  - diskret, ziffernmäßig
- Für die Analog-Rechentechnik sind folgende Begriffe charakteristisch:
  - diskret, ziffernmäßig
  - ähnlich, numerisch
  - kontinuierlich, stetig
- Für numerische Berechnungen mit hoher Genauigkeit verwendet man:
  - Analog-Rechenanlagen
  - Hybrid-Rechenanlagen
  - Digital-Rechenanlagen

5. Wozu verwendet man vor allem Analog-Rechenanlagen?
  - a) für Rechnungen sehr hoher Genauigkeit
  - b) für Rechnungen mit viel Zahlenanfall (Datenanfall)
  - c) zur Simulation stetiger Bewegungen und Funktionen
6. Die Genauigkeit bei Analog-Rechenanlagen ist auf 1 bis 0,1% Genauigkeit in bezug auf die Eingabegröße beschränkt durch:
  - a) die mathematischen Rechenmethoden, die bei Analog-Rechenanlagen angewandt werden und die prinzipiell keine höhere Genauigkeit ermöglichen
  - b) begrenzte Rechengeschwindigkeit
  - c) die Rechentechnik, in der die Rechengrößen durch physikalische Größen (meist Spannung) dargestellt wird. Diese Größen können meßtechnisch nicht beliebig genau erfaßt werden.
7. Die Genauigkeitsgrenze bei Digital-Rechenanlagen ist gegeben durch:
  - a) die unvermeidlichen Toleranzen in der elektrischen Darstellung der Binärziffern 0, 1
  - b) die Stellenzahl der Daten (= Zahl der Bits in einem Wort) bei der gewählten DVA
  - c) die Zugriffszeit des Arbeitsspeichers
8. Was ist eine Hybrid-Rechenanlage?
  - a) eine Rechenanlage; welche die Eigenschaften der Digital- und Analog-Rechentechnik kombiniert
  - b) eine besonders große DVA für wissenschaftliche Probleme
  - c) eine DVA für die Steuerung von Ampelanlagen im Straßenverkehr

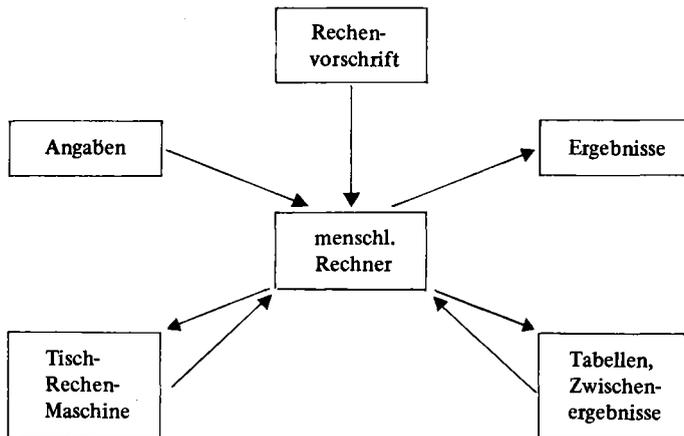
#### **4. Aufbau einer Digital-Datenverarbeitungsanlage**

Im folgenden sollen nur noch Digital-Rechenanlagen betrachtet werden. In diesem Sinne wird auch der Begriff ‚Datenverarbeitungsanlage‘ (oder Rechenanlage oder Computer) benützt, falls keine anderen Einschränkungen dabei gemacht werden.

##### **4.1. Vergleich mit einem menschlichen Rechner**

Um uns den Aufbau und den Funktionsmechanismus einer DVA verständlich werden zu lassen, ist es am besten, von einem menschlichen Rechner auszugehen. Der menschliche Rechner möge die Aufgabe erhalten haben, den Lohn für einen Akkord-Arbeiter zu errechnen. Dazu stehen ihm zur Verfügung (vgl. B I/5):

1. Tischrechenmaschine
2. (eindeutige) Rechenvorschrift für die Akkord-Berechnung
3. Angaben über den Arbeiter (Kennzahl, Lohnstufe, erzeugte Stückzahl, Früh- oder Spätschicht)
4. Tabellen (über Akkord-Sätze, Schichtzulagen)
5. Notizblock (für Zwischenergebnisse)
6. Ergebnisformular



B I/5: Menschlicher Rechner und seine Hilfsmittel

Beginnt nun der menschliche Rechner mit der Bearbeitung der gestellten Aufgabe, so ist er nichts weiter mehr als eine Hilfskraft, ja ein Kuli im schlechtesten Sinne des Wortes. Ihm bleibt nämlich nur noch die (bedauerliche) Aufgabe, als mechanische Vermittlung dafür zu sorgen, daß die Anordnungen (Befehle) der Rechenvorschrift korrekt ausgeführt werden. Jede ungewollte oder auch beabsichtigte Abweichung von der Berechnungsvorschrift führt unweigerlich zu einer falschen Lohnberechnung, d. h., das Ergebnis wird wertlos.

Unsere Hilfskraft wird also Schritt für Schritt die Befehle der Rechenvorschrift zu erfüllen haben.

#### Befehlsfolge für:

##### den menschlichen Rechner

Übernahme der Stückzahl-Angabe für Artikel 1  
 Eintasten der Stückzahl in den Tischrechner  
 Akkordfaktor aus Tabelle entnehmen  
  
 Eintasten des Akkordfaktors in den Tischrechner

##### die Datenverarbeitungsanlage

Einlesen der Stückzahl-Angabe für Artikel 1  
 Übergabe der Stückzahl an das Rechenwerk  
 Akkordfaktor aus abgespeicherter Tabelle entnehmen  
 Übergabe des Akkordfaktors an das Rechenwerk

Drücken der Multiplikationstaste des Rechners	Multiplikationsbefehl an das Rechenwerk
Ablezen des Ergebnisses und als Zwischenergebnis auf Notizblock schreiben	Übernahme des Zwischenergebnisses vom Rechenwerk in den Speicher
Übernahme der Stückzahl-Angabe für Artikel 2	Einlesen der Stückzahl-Angabe für Artikel 2
Eintasten der Stückzahl in den Tischrechner	Übergabe der Stückzahl an das Rechenwerk
.	.
.	.
usw.	usw.
.	.
.	.
Ablezen des bisherigen Zwischenergebnisses vom Notizblock und Eintasten in den Tischrechner	Übernahme des abgespeicherten Zwischenergebnisses in das Rechenwerk
Drücken der Additionstaste	Additionsbefehl an das Rechenwerk
Übernahme der Schichtangabe	Einlesen der Schichtangabe über Eingabegerät
entsprechenden Schichtzuschlag aus Tabelle entnehmen	entsprechenden Schichtzuschlag aus abgespeicherter Tabelle entnehmen
Eintasten in Tischrechner	Übernahme ins Rechenwerk
Drücken der Additionstaste	Additionsbefehl an Rechenwerk
Übernahme der Kennzahl-Angabe	Einlesen der Kennzahl über Eingabegerät
Notieren der Kennzahl-Angabe	Drucken der Kennzahl über Ausgabegerät
Ablezen des Endergebnisses	Übernahme des Endergebnisses vom Rechenwerk
Notieren des Endergebnisses	Drucken des Endergebnisses

Bei all diesen Operationen besteht die Möglichkeit von folgenden Fehlern, die zu einem falschen Ergebnis (hier Lohnberechnung) führen:

- die Hilfskraft liest die Angaben falsch ab,
- die Hilfskraft tastet die Angaben falsch ein,
- die Hilfskraft liest die Ergebnisse falsch ab,
- die Hilfskraft irrt sich beim Niederschreiben der richtig abgelesenen Ergebnisse

Selbst wenn also der Tischrechner richtige Ergebnisse liefert, besteht (vor allem bei längeren Zahlenrechnungen, z. B. wenn mehr als 2 Artikel auftreten) die Gefahr falscher Ergebnisse auf Grund von Unachtsamkeit oder/und Ermüdung unserer Hilfskraft.

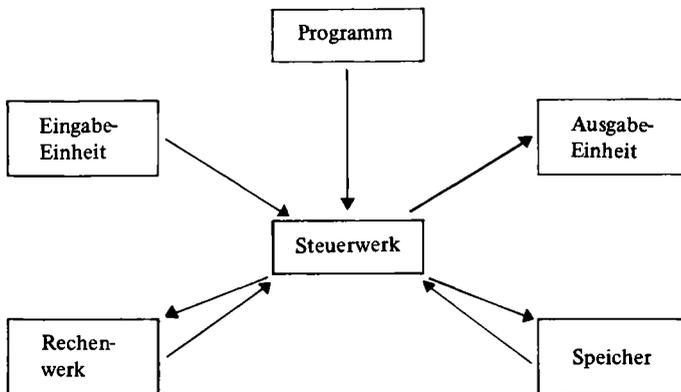
Um dem Menschen diese und ähnliche unerquicklichen Routinearbeiten abzunehmen, haben sich Ingenieure und Mathematiker darum bemüht, den Menschen aus dieser Situation des Befehlsempfängers herauszunehmen und ihn durch eine Maschine zu ersetzen. Dem Menschen bleibt ‚nur‘ noch die (Denk-)Arbeit der Herstellung von Rechenvorschriften (Programmen).

Wie wir aus dem Überblick über die geschichtliche Entwicklung gesehen haben, blieb die Verwirklichung dieser Wünsche den Menschen lange Zeit versagt, bis sie in großem Maße in unserer Zeit gelang. Vorarbeit zu den modernen DVA leisteten die Buchungs- und Lochkartenmaschinen, die vor allem in den Zwanziger Jahren entwickelt wurden.

Wird nun unser menschlicher Rechner als koordinierendes Bindeglied durch ein *Steuerwerk* (control unit) – so nennt man die entsprechende Einrichtung bei einer DVA – ersetzt, so führt dies zur Anordnung entsprechend B I/6.

Daraus entnehmen wir folgende Analogie:

Angaben	=	Eingabe-Einheit (input-unit)
Ergebnisse	=	Ausgabe-Einheit (output-unit)
menschlicher Rechner	=	Steuerwerk (control-unit)
Tischrechner	=	Rechenwerk (arithmetic-unit)
Tabellen, Notizblock	=	Speicher (memory, storage)
Rechenvorschrift	=	Programm (program)



B I/6: Struktur einer Datenverarbeitungsanlage

Die Funktionen des Tischrechners übernimmt das *Rechenwerk* der DVA. Die Angaben der Tabellen sind in einem *Speicher* abgelegt. Auch die Zwischenergebnisse können dort gespeichert werden. Die Angaben über den Arbeiter (und seine Tätigkeit) werden über Eingabegeräte (etwa Lochstreifen- oder Lochkartenleser) in die DVA geschleust. Das Endergebnis wird über ein Ausgabegerät (etwa Fernschreibmaschine oder Lochkartenstanzer oder Schnelldrucker) ausgedruckt.

Neben die Befehlsfolge, die für die Hilfskraft gilt, sind auf S. 19 die entsprechenden Befehle gesetzt, die dem Steuerwerk vom Programm her ‚erteilt‘ werden. Maschinen, die den in B I/6 gezeigten Funktionsablauf aufweisen, nennen wir (digitale-) Datenverarbeitungsanlagen. Die Beschreibung einer DVA führt dem-

entsprechend auf die Beschreibung der in B I/6 aufgezeigten 5 Grundeinheiten, des Programms und des gegenseitigen Zusammenwirkens.

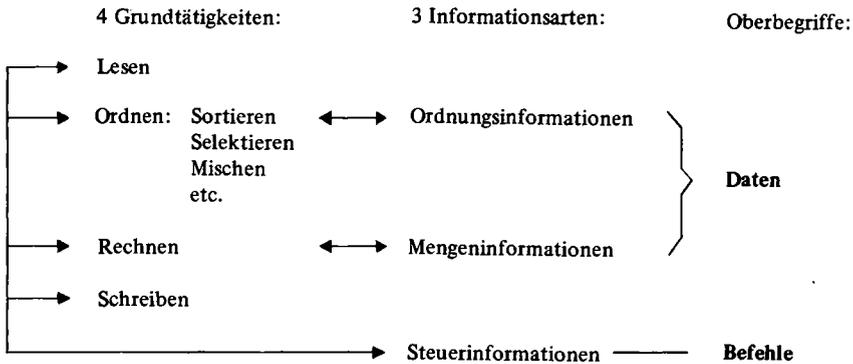
Bevor wir uns aber dieser Aufgabe zuwenden, wollen wir uns mit der Darstellung der Information beschäftigen, die wir in vielfältiger Form als Eingabe-, Ausgabe-Größen und Zwischenergebnisse vorliegen haben, speichern und verarbeiten wollen.

## 4.2. Informationsdarstellung

### 4.2.1. Begriffe

Im weiteren Verlauf werden wir verschiedene Begriffe wie: Zeichen, Alphabet, Daten, Bit, binär, dual, immer wieder verwenden. Es ist also naheliegend, sich mittels klarer Definitionen einen Überblick über Sinn und Geltungsbereich dieser Begriffe zu verschaffen. Sicherlich werden die Definitionen für sich manchmal etwas steril und abstrakt erscheinen. Wir werden aber sehen, daß sie sich gerade durch ihren systematischen Aufbau und ihre klaren Abgrenzungen (etwa gegenüber der Umgangssprache) leicht verstehen und gut merken lassen – vor allem, wenn wir sie im weiteren durch praktische Anwendungen interpretieren. Es ist ratsam, bei späterer Erwähnung eines dieser Begriffe zurückzublättern und sich die entsprechende Definition nochmals vor Augen zu führen.

Jegliche Art verwaltender Tätigkeit läßt sich in die vier Grundtätigkeiten: Lesen, Ordnen, Rechnen, Schreiben aufteilen. Unter ‚Ordnen‘ sind Vorgänge, wie Sortieren, Selektieren (Auswählen), Mischen etc. zu verstehen.



B I/7: Grundtätigkeiten und Informationsarten

Diese vier Grundtätigkeiten sind an drei mögliche Informationsarten gekoppelt. Diese sind: Ordnungsinformationen, Mengeninformatio-nen und Steuerinformationen. Ordnungsinformationen sind beispielsweise: Konto-Nr., Kennzahlen,

Abteilungs-Nr., Haus-Nr., Namen, Straßenbezeichnungen etc. Sie bilden die Ausgangsgrößen für die Grundtätigkeit des Ordners. Gerechnet dagegen wird mit Mengeninformatoren, wie Stückzahlen, Preisen und Umsatzwerten. Ordnungs- und Mengeninformatoren faßt man unter dem Oberbegriff Daten zusammen.

Um die Ausführung einer oder mehrerer der vier Grundtätigkeiten zu *veranlassen*, bedarf es des Befehls, der Instruktion, der Anweisung. Informationen dieser veranlassenden, initiiierenden Art nennt man Steuerinformationen.

Wir definieren folgende Begriffe:

### Zeichen

Ein Zeichen ist *ein* Symbol aus *einer Menge* von Symbolen, die zur Darstellung von Informationen dienen. In der DV unterscheiden wir drei Arten von Zeichen:

- a) numerische Zeichen = Ziffern (digit): z. B.: 0 1 ... 8 9
- b) alphabetische Zeichen = Buchstaben : z. B.: A B ... Y Z  
oder:  $\alpha \beta \dots \psi \omega$
- c) Sonderzeichen : z. B.: + - ... = /

Die Gesamtheit der Zeichen (d. h., die gesamte Menge dieser Informations-Symbole) bezeichnen wir jeweils als

### Alphabet,

wobei wir ganz entsprechend unterscheiden:

- a) Ziffern -Alphabet
- b) Buchstaben -Alphabet
- c) Sonderzeichen-Alphabet

Wir können also sagen:

das Zeichen 9 ist ein Symbol aus der  
Symbolmenge: Ziffern-Alphabet

das Zeichen B ist ein Symbol aus der  
Symbolmenge: Buchstaben-Alphabet

das Zeichen + ist ein Symbol aus der  
Symbolmenge: Sonderzeichen-Alphabet

### Daten

Daten sind Ordnungs- oder Mengeninformatoren. Sie werden in eine DVA:

eingegeben,  
dort verarbeitet  
und ausgegeben.

(Beachte: Einzahl von Daten ist Datum. In diesem Sinne wird dieser Begriff im folgenden benützt und *nicht* etwa in seiner Umgangssprachen-Bedeutung als Terminangabe!)

Wir unterscheiden drei Arten von Daten:

- a) numerische Daten  
numerische Daten (Zahlen) sind Daten, die sich aus numerischen Zeichen (Ziffern) und evtl. noch Sonderzeichen (wie Vorzeichen +, -) zusammensetzen.
- b) alphabetische Daten  
alphabetische Daten sind Daten, die sich nur aus alphabetischen Zeichen (Buchstaben) zusammensetzen.
- c) alpha-numerische Daten  
alpha-numerische Daten sind Daten, die sich aus beliebigen Zeichen (Ziffern, Buchstaben, Sonderzeichen) zusammensetzen.

### **Wort**

Ein Wort ist eine zusammengehörige Folge von Zeichen. Die Wortlänge ist i. a. konstant, d. h., ein Wort besteht stets aus einer ganz bestimmten Anzahl von Zeichen, die innerhalb der DVA gemeinsam verarbeitet und gemeinsam (unter einer Adresse) abgespeichert werden. Die Mehrzahl von ‚Wort‘ wird – fälschlicherweise – als ‚Worte‘ bezeichnet.

#### *Feste Wortlänge*

Bei großem Rechenaufwand, d. h., vornehmlich bei technisch-wissenschaftlicher Anwendung von DVA, setzt man Maschinen mit fester Wortlänge ein. Die Wortlänge ist dabei von Fabrikat zu Fabrikat verschieden – sie liegt i. a. zwischen 4 und 16 Zeichen je Wort.

#### *Variable Wortlänge*

DVA mit variabler Wortlänge findet man häufig bei kaufmännischer Anwendung der DV, um bei den in ihrer Länge stark schwankenden Begriffen wie: Name, Anschrift, Konto-Stand etc., den Speicher besser ausnützen zu können.

Ebenso wie beim Begriff ‚Daten‘ unterscheidet man auch beim Begriff ‚Wort‘:

- a) numerisches Wort  
ein numerisches Wort ist ein ‚numerisches Datum‘
- b) alphabetisches Wort  
ein alphabetisches Wort ist ein ‚alphabetisches Datum‘
- c) alpha-numerisches Wort  
diese Bezeichnung umfaßt zwei Begriffe:
  1. alpha-numerisches Datum
  2. Befehl

### **Befehl**

Ein Befehl ist ein alpha-numerisches Wort mit speziellen Steuerfunktionen. Ein Befehl bildet die Elementar-Instruktion (Elementar-Anweisung) innerhalb eines

Programms. Ein Befehl gibt also dem Steuerwerk die Anweisungen für den folgenden Schritt im Ablauf der Rechenoperation. Befehle sind also ebenso wie alpha-numerische Daten aus beliebigen Zeichen (Ziffern, Buchstaben, Sonderzeichen) aufgebaut; unterscheiden sich von diesen aber dadurch, daß sie nicht als Rechengrößen ein- und ausgegeben sowie verarbeitet werden, sondern dies eigentlich selbst veranlassen.

### **Programm**

Ein Programm ist die Folge von Befehlen (Einzel-Instruktionen), welche von der DVA unter Lenkung durch das Steuerwerk nacheinander ausgeführt wird.

### *Speicherprogrammierte DVA*

Ähnlich den Daten (etwa Kennzahlen oder Stückzahlen) wird bei einer speicherprogrammierten DVA auch die Befehlsfolge für die auszuführenden Operationen, d. h., das Programm, im Speicher aufbewahrt. Vor Beginn des Rechengangs wird also das Programm in den Speicher eingelesen. Während des Rechengangs wird Befehl um Befehl des Programms vom Steuerwerk aus dem Speicher übernommen und ausgeführt. Das abgespeicherte Programm steuert also ohne weitere äußere Eingriffe den Ablauf des Rechengangs. Die Idee des ‚abgespeicherten Programms‘ stammt von dem Mathematiker Neumann (vgl. S. 8).

### **Satz**

Ein Satz besteht aus mehreren Worten, deren Inhalt logisch zusammenhängt. Ein Satz kann beispielsweise die Kto.-Nr., den Kto.-Stand und das Datum der letzten Kto.-Änderung *eines* Kunden umfassen – also Angaben, die etwa in einer Lochkarte abgespeichert sind.

### **Block**

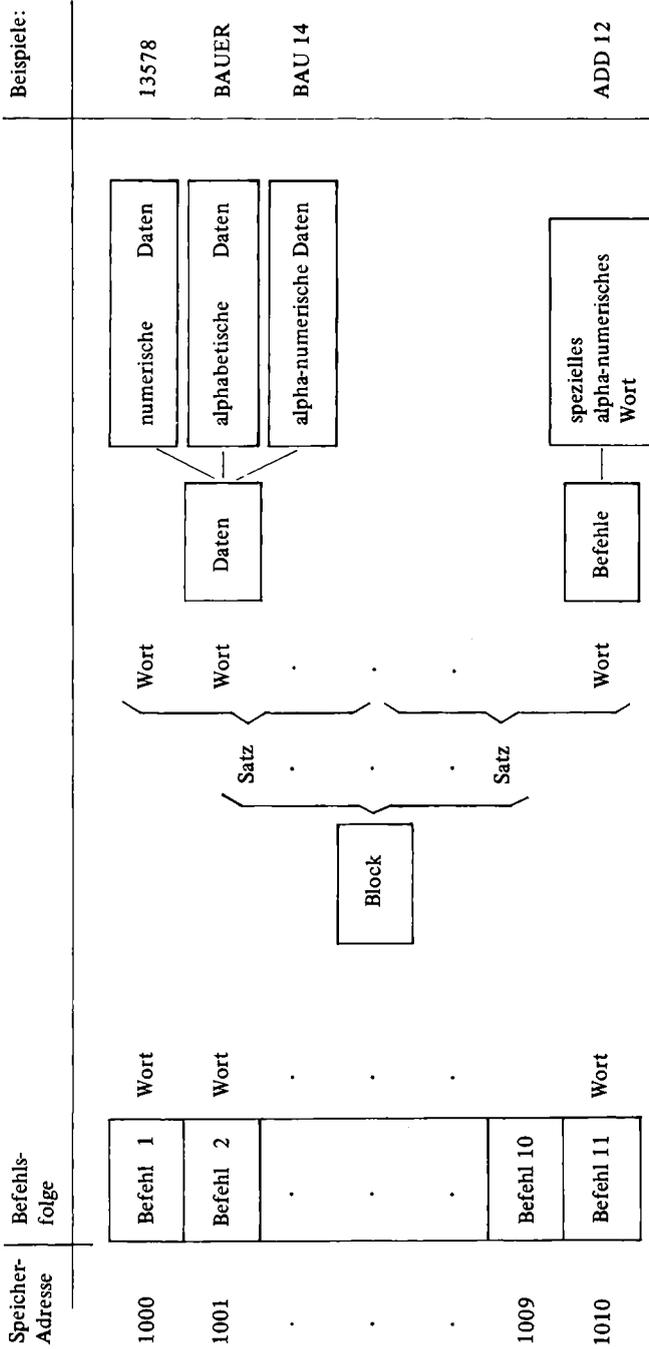
Ein Block besteht aus ca. 10 Sätzen, deren Inhalt ähnlich geartet ist. Ein- und Ausgabe erfolgen meist blockweise. Fernübertragung von Daten (etwa über gewöhnliche Telefonleitungen) erfolgt ebenso blockweise, da hierdurch eine relativ einfache Fehlersicherung erreicht werden kann (vgl. III, 2.4.7.2).

Tabelle B I/8 und B I/9 folgt Seite 26

## **AUFGABEN zu I, 4.2.1.**

1. Welche verwaltende Grundtätigkeiten gibt es?
  - a) Lesen, Ordnen, Rechnen, Schreiben
  - b) Lesen, Sortieren, Selektieren, Schreiben
  - c) Lesen, Addieren, Subtrahieren, Schreiben
2. Welche Informationsarten gibt es?
  - a) Eingabe-, Ausgabeinformationen

Programm:



B I/9: Begriffe beim Informationstransport in der DVA

B I/8: Programmaufbau