

Inhaltsverzeichnis

5. Grundlagen

5.1 Logische Algebra und Theorie der Schaltnetzwerke. Von <i>H. Zemanek</i> , Wien, in Zusammenarbeit mit <i>G. Chroust</i> und <i>E. Nowotny</i>	1
5.1.1 Die Funktion in der logischen Algebra	3
5.1.2 Rechenregeln der logischen Algebra	12
5.1.3 Schaltnetzwerke: Analyse und Synthese	19
5.1.4 Bündel von Funktionen	29
5.1.5 Basisfunktionen	32
5.1.6 Die Zeit in der Schaltalgebra	36
5.1.7 Asynchrone Betriebsweise	45
5.1.8 Entstörung und Prüfung von Bauelementen	48
5.1.9 Informationstheoretische Betrachtungen	52
5.1.10 Verallgemeinerungen der Schaltalgebra	55
Literatur	59
5.2 Automatentheorie. Von <i>W. Händler</i> , Erlangen	63
5.2.1 Nomenklatur und einige elementare mathematische Hilfsmittel	63
5.2.2 Allgemeine endliche Automaten	69
5.2.3 Äquivalenz und Homomorphismus	71
5.2.4 Reduktion von vollständigen endlichen Automaten	72
5.2.5 Anmerkungen zu unvollständigen, nichtdeterministischen und stochastischen Automaten	74
5.2.6 Halbgruppen von endlichen Automaten und Experimente	75
5.2.7 Automat und Sprache	78
5.2.8 Kellerautomaten und kontextfreie Sprachen als Beispiel	82
5.2.9 Zelluläre Logik und iterative Automaten-Netze	86
Literatur	87
5.3 Nachrichtentheorie, Zahlensysteme und Codierung. Von <i>E. R. Berger-Damiani</i> , Berlin	88
5.3.1 Informationstheoretische Grundlagen	88
5.3.1.1 Die Nachricht als Auswahl; der Informationsgehalt	88
5.3.1.2 Bedingter Informationsgehalt, Syntropie	90
5.3.1.3 Die fortgesetzte Auswahl; Informationsbelag und Informationsfluß .	91
5.3.1.4 Der Übertragungskanal	92
5.3.1.5 Die Kanalkapazität	93
5.3.2 Die Prinzipien der Codierung; die Darstellung von Codes	94
5.3.3 Die Darstellung numerischer Information	97
5.3.4 Die Codierung von Alpha-Text	100
5.3.5 Codes mit Nebenbedingungen	103
5.3.5.1 Einschrittige Codes	103
5.3.5.2 Ketten-Codes	103
5.3.5.3 Einschrittige Ketten-Codes	103
5.3.5.4 Redundanzsparende („optimale“) Codes	104
5.3.5.5 Redundanz-Einsparung durch Codes-Umsetzung	105
5.3.5.6 Lexikographische Codes	106

5.3.5.7 Die Eindeutigkeit der Textzerlegung	106
5.3.5.8 Kennzeichnung der Phasenlage	106
5.3.6 Sicherung gegen Störungen	107
5.3.6.1 Kennzeichnung der binären Störungen	107
5.3.6.2 Das Grundprinzip der Sicherung	109
5.3.6.3 Gruppencodes	110
5.3.6.4 Zeichensicherung, Blocksicherung, gleitende Sicherung	111
5.3.6.5 Zeichensicherung	112
5.3.6.6 Blocksicherung	113
Literatur	116

6. Organisation und Wirkungsweise von EDV-Anlagen

6.1 Universelle Digital-Rechenanlagen. Von <i>W. Händler</i> , Erlangen, und <i>P. P. Spies</i> , Bonn	118
6.1.1 Der klassische Universalrechner	118
6.1.1.1 Funktionsbedingte Struktur einer Rechenanlage	118
6.1.1.2 Grundlagen der Realisierung	119
6.1.1.3 Parallel-Rechner	126
6.1.1.4 Serien-Rechner	138
6.1.2 Kenngrößen des Entwurfs	142
6.1.2.1 Informationsdarstellung	142
6.1.2.2 Befehlsvorrat	156
6.1.3 Struktur der Rechner-Werke	163
6.1.3.1 Speicherwerk	163
6.1.3.2 Rechenwerk	166
6.1.3.3 Leitwerk	174
6.1.4 Moderne Universalrechner	182
6.1.4.1 Einfluß von Apparatur und Programmatur auf die Entwicklung	182
6.1.4.2 Simultanarbeit im Rechnerkern	187
6.1.4.3 Simultane Ausführung von Programmen	195
6.1.4.4 Bewertung von Rechenanlagen	218
6.1.5 Ausblick	231
Literatur	238

6.2 Analoge und hybride Rechnersysteme

6.2.1 Analoge und hybride Rechnersysteme. Von <i>A. Kley</i> , Ulm, und <i>G. Meyer-Brötz</i> , Ulm	242
6.2.1.1 Das „Spektrum“ elektronischer Rechenanlagen	242
6.2.1.2 Zur Planung und Konstruktion von Gleichspannungs-Analogrechnern	245
6.2.1.3 Steuerung, Anwahl und Prüfung	249
6.2.1.4 Stromversorgung	256
6.2.1.5 Der hybride Analogrechner	258
6.2.1.6 Das hybride Rechnersystem	263
Literatur	264
6.2.2 Programmierung von Analog- und Hybridsystemen. Von <i>J. Jess</i> , Eindhoven	265
6.2.2.1 Einleitende Bemerkungen	265
6.2.2.2 Ablauf des Programmiervorganges	267
6.2.2.3 Programmierung einzelner Phasen am Analogteil	268
6.2.2.4 Verlässlichkeit von Analogrechenmodellen	280
6.2.2.5 Nichtelementare Programmabläufe	282
Literatur	289

7. Leit-, Rechen- und Ein/Ausgabe-Werke

7.1 Leitwerke. Von <i>H. Rohde</i>, Konstanz	290
7.1.1 Aufgaben und Arbeitsweise der einzelnen Werke	291
7.1.1.1 Zentrales Leitwerk	291
7.1.1.2 Operationensteuerung	292
7.1.1.3 Adressenrechenwerk	294
7.1.1.4 Programmunterbrechungswerk (Interrupt)	299
7.1.1.5 Das Vorrangwerk (Speicherzugriffskoordinator)	301
7.1.2 Entwurf und Ausführung der Werke	302
7.1.2.1 Allgemeine Grundlagen	302
7.1.2.2 Mikroprogrammierung	307
7.1.2.3 Das Zeitverhalten der Werke	312
Literatur	313
7.2 Rechenwerke. Von <i>K.-F. von Knorre</i>, Konstanz	314
7.2.1 Zahlendarstellung von Operanden zur Verarbeitung im Rechenwerk	314
7.2.1.1 Zeichendarstellung	314
7.2.1.2 Festpunkttdarstellung	314
7.2.1.3 Gleitpunkttdarstellung	315
7.2.1.4 Darstellung negativer Zahlen und Vorzeichen	315
7.2.2 Operationen des Rechenwerks	316
7.2.2.1 Arithmetische Operationen	317
7.2.2.2 Boolesche Operationen	317
7.2.2.3 Organisatorische Operationen	317
7.2.3 Aufbau von Rechenwerken	318
7.2.3.1 Serienverarbeitung	318
7.2.3.2 Parallelverarbeitung	319
7.2.3.3 Aufbau eines herkömmlichen Rechenwerks	320
7.2.3.4 Aufbau eines Rechenwerks mit mehreren Operationswerken	325
7.2.3.5 Aufbau eines Stack-Rechenwerks	325
Literatur (s. S. 313)	
7.3 Ein/Ausgabewerke. Von <i>D. Haake</i>, Konstanz, und <i>P. Peschke</i>, Konstanz	327
7.3.1 Einleitung	327
7.3.2 Das EA-Werk ist ein Teil des Zentral-Prozessors	328
7.3.2.1 Ein/Ausgabe im ungeladenen Zustand	328
7.3.2.2 Programmierte Ein/Ausgabe (Rechnerkernkanal)	328
7.3.3 Ein/Ausgabewerk als selbständige Funktionseinheit	335
7.3.3.1 EA-Auftrag zur Durchführung einer EA-Operation	335
7.3.3.2 Auftragsübermittlung an das EA-Werk	336
7.3.3.3 Aufgabe und Funktion des EA-Leitwerks	337
7.3.3.4 Aufgabe und Funktion eines EA-Kanalwerks	339

8. Peripheriegeräte

8.1 Analog/Digital- und Digital/Analog-Umsetzer. Von <i>H. Kürner</i>, Karlsruhe	341
8.1.1 Analog/Digital-Umsetzer für elektrische Größen	341
8.1.1.1 ADU zur Augenblickswertmessung	345
8.1.1.2 ADU zur Mittelwertmessung	351
8.1.2 Digital/Analog-Umsetzer für elektrische Größen	354
8.1.2.1 Parallelarbeitende DAU mit Gleichspannungsausgang	355
8.1.2.2 Parallelarbeitende DAU mit Wechselspannungsausgang	358
8.1.2.3 Seriellarbeitende DAU	359
8.1.2.4 DAU mit Zwischengröße	359
8.1.3 ADU für geometrische Größen (Drehwinkel und Länge)	360
8.1.3.1 ADU nach dem Parallelverfahren (Absolut-Messung)	360
8.1.3.2 ADU nach dem Serienverfahren (Inkrement-Messung)	361

8.1.4 DAU für geometrische Größen (Drehwinkel und Längen)	361
8.1.4.1 DAU mit Schrittmotoren	361
8.1.4.2 DAU mit digitaler Wegmessung	362
8.1.4.3 DAU mit analoger Wegmessung	362
Literatur	363
8.2 Digitale Anzeigevorrichtungen. Von <i>W. Walter</i> , Stuttgart	365
8.2.1 Einführung	365
8.2.2 Abbildende Ziffernanzeigen	366
8.2.3 Zusammengesetzte Ziffern	369
8.2.4 Ausblick	371
Literatur	372
8.3 Elektrische Schreibmaschinen. Von <i>G. Glombitsa</i> , Wien	372
8.3.1 Korrespondenz-Schreibmaschine	372
8.3.2 Eingabe- und Ausgabe-Schreibmaschinen	381
Literatur	387
8.4 Fernschreib- und Lochstreifengeräte. Von <i>L. Härtnerberger</i> , München, und <i>S. Kohler</i> , München	387
8.4.1 Handelsübliche Fernschreibgeräte mit Serien-Ein- und -Ausgang	387
8.4.1.1 Allgemeines	387
8.4.1.2 Senderprinzipien	392
8.4.1.3 Empfängerprinzipien	396
8.4.1.4 Merkmale handelsüblicher Fernschreibgeräte	399
8.4.1.5 Fernschreibgeräte in Sonderausführung	403
8.4.2 Lochstreifengeräte mit parallelem Ein- und Ausgang	404
8.4.2.1 Langsame Lochstreifengeräte	405
8.4.2.2 Schnelle Lochstreifenleser	410
8.4.2.3 Schnelle Locher	414
8.4.2.4 Lochstreifenwickler	417
Literatur	418
8.5 Lochkartenmaschinen. Von <i>G. Mehlhose</i> , Böblingen	418
8.5.1 Lochkarten und Codes	418
8.5.2 Kartenlochen und Kartenprüfen	422
8.5.3 Eingabe-Einheiten	425
8.5.4 Sortieren und Mischen	426
8.5.5 Äußere und innere Programmeinrichtung	429
8.5.6 Doppler und Lochschriftübersetzer	431
8.5.7 Lochkartenmaschinen als Peripherie-Geräte	432
Literatur	436
8.6 Mechanische Schnelldrucker. Von <i>R. Hartwig</i> , Sindelfingen	436
8.6.1 Aufgabenstellung im Datenverarbeitungssystem	436
8.6.2 Kennzeichnung, Aufbau und Arbeitsweise	437
8.6.3 MSD-Entwicklung der letzten Jahre	443
Literatur	444
8.7 Nichtmechanische Schnelldrucker. Von <i>M. Preisinger</i> , Wittibreut	446
8.7.1 Der NMSD in der Datenverarbeitung	447
8.7.2 Nichtmechanische Druckverfahren	447
8.7.2.1 Elektrostatische Druckverfahren	447
8.7.2.2 Photoelektrische Verfahren (Photronic Printing)	452
8.7.2.3 Elektromagnetische Druckverfahren	453
8.7.2.4 Elektrochemische Druckverfahren	454

8.7.2.5 Elektrothermische Druckverfahren	457
8.7.2.6 Photographische Druckverfahren; das COM-System	458
8.7.3 Logische Schaltungen in NMSD	459
Literatur	464
8.8 Optische Ein- und Ausgabe, Bildschirmgeräte. Von <i>R. Hartenstein</i> , Karlsruhe	465
8.8.1 Photo-elektrische Abtaster	465
8.8.2 Bildschirm-Konsolgeräte	467
8.8.3 Bildschirm-Ausgabe	467
8.8.3.1 Reproduzierende Bildausgabe	468
8.8.3.2 Punktorschreibende graphische Ausgabe	469
8.8.3.3 Linienschreibende graphische Ausgabe	469
8.8.3.4 Alphanumerische Ausgabe	472
8.8.4 Bildschirm-Eingabe	474
8.8.4.1 Alphanumerische Eingabe	474
8.8.4.2 Graphische Eingabe	474
8.8.4.3 Selektion durch Markierung	476
8.8.5 Systemkonfigurationen mit Bildschirmgeräten	477
8.8.6 Film-Recorder, Projektoren und Elektrolumineszenz-Displays	478
Literatur	479
8.9 Akustische Eingabe und Ausgabe. Von <i>E. Paulus</i> , München	481
8.9.1 Einführung	481
8.9.2 Sprachausgabesysteme	482
8.9.3 Spracheingabe	491
Literatur	495

9. Programmierung digitaler Datenverarbeitungssysteme

Von *H. Gerstmann*, Böblingen, und *H.-J. Hoffmann*, Darmstadt

9.1 Einleitung	497
9.1.1 Daten	497
9.1.2 Programme	498
9.1.3 Systeme	500
9.1.4 Programmiersysteme	501
9.2 Datenstrukturen	502
9.2.1 Lineare Listen	504
9.2.1.1 Typen linearer Listen	504
9.2.1.2 Speicherdarstellung linearer Listen	505
9.2.2 Felder	506
9.2.3 Listenstrukturen	507
9.2.4 Bäume	507
9.2.5 Dateien	509
9.2.5.1 Dateischemata	509
9.2.5.2 Dateiorganisation	510
9.3 Grundoperationen	512
9.3.1 Anweisungen	512
9.3.1.1 Funktionen	513
9.3.1.2 Wertzuweisungen	514
9.3.1.3 Funktionsprozeduren	514
9.3.2 Universelle Programmiersprachen	515
9.3.2.1 Modell einer universellen Programmiersprache	515
9.3.2.2 Schleifenprogramme	516
9.3.3 Operationen in Programmiersprachen	517
9.3.3.1 Arithmetische Operationen	518
9.3.3.2 Zeichenfolge-Operationen	520

9.3.3.3 Listenoperationen	520
9.3.3.4 Logische Operationen	521
9.3.3.5 Systemoperationen	522
9.4 Einsatz digitaler Datenverarbeitungssysteme	522
9.4.1 Reichweite der algorithmischen Beschreibung	522
9.4.2 Systemstruktur	523
9.4.2.1 Programmieraufwand	523
9.4.2.2 Mathematische Modelle	525
9.4.2.3 Systematisches Programmieren	525
9.4.3 Numerische Anwendungen	527
9.4.3.1 Rundungsfehler	528
9.4.3.2 Intervallarithmetik	530
9.4.3.3 Numerische Algorithmen	531
9.4.4 Nichtnumerische Anwendungen	531
9.4.4.1 Simulationsmodelle	532
9.4.4.2 Nichtdeterministische Algorithmen	533
9.4.5 Ausprüfen von Programmen	534
9.4.5.1 Testverfahren	534
9.4.5.2 Beweisverfahren	535
9.4.6 Grenzen des Einsatzes	536
9.5 Diagrammatische Hilfsmittel der Programmierung	536
9.5.1 Vorbereitende Arbeiten zur Programmierung	536
9.5.2 Datenflußplan	537
9.5.3 Programmablaufplan	537
9.5.4 Entscheidungstabellen	543
9.5.5 Programmdokumentation	544
9.6 Ausdrucksmittel problemorientierter Programmiersprachen	545
9.6.1 Einleitung	545
9.6.2 Sprachliche Ausdrucksmittel und zugeordnete Bedeutung — Syntax, Semantik	546
9.6.3 Formalisierte Syntax	548
9.6.4 Festes bzw. freies Format, Formularbenutzung	551
9.6.5 Implizite und algorithmische Programmierung	552
9.6.6 Äußere und innere Syntax, gemeinsame Züge der Semantik	554
9.6.7 Programmobjekte problemorientierter, algorithmischer Programmierung, Vereinbarungen	556
9.6.8 Unterprogrammtechnik	558
9.6.9 Parameterversorgung	559
9.6.10 Datenfelder, Programmschleifen	561
9.6.11 Verzweigungen im Programmablauf	561
9.6.12 Wertzuweisung	564
9.6.13 Notprogramme	565
9.6.14 Datenein- und -ausgabe	565
9.6.15 Parallele Prozesse	566
9.6.16 Kompilierer	567
9.6.17 Programmbibliotheken, Programmbindung, Programmladen, modulare Programmierung	568
9.6.18 Emulatoren, Simulatoren, Sprachumwandlungsprogramme	569
9.6.19 Makrosubstitution	570
9.6.20 Automatische Erstellung von Kompilierern, Metakompilierer	570
9.6.21 Abriß der geschichtlichen Entwicklung	570
9.7 Die wichtigsten Programmiersprachen	571
9.7.1 ALGOL 60	571
9.7.2 ALGOL 68	578
9.7.3 FORTRAN	579
9.7.4 BASIC	582

9.7.5 COBOL	583
9.7.6 PL/I	583
9.7.7 Listen- und Symbolverarbeitung: LISP, SNOBOL	585
9.7.8 Matrizenverarbeitung: APL	586
9.7.9 Berichtsschreibung: RPG	587
9.7.10 Modellierung und Simulation: GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA	587
9.7.11 Betriebs- und Kommandosprachen	588
9.7.12 Sonstiges	589
9.8 Maschinelle Übersetzung von Programmiersprachen	589
9.8.1 Allgemeines	589
9.8.1.1 Klammerstrukturen	590
9.8.1.2 Das Erkennen syntaktisch zulässiger Zeichenfolgen	591
9.8.2 Richtungsweisende Verfahren	594
9.8.2.1 Syntaktische Funktionen	594
9.8.2.2 Syntaktische Zustände	595
9.8.3 Einige Ergebnisse der Theorie kontextfreier Sprachen	597
9.8.3.1 Kontextfreie Sprachen	597
9.8.3.2 Kellerautomaten und kontextfreie Sprachen	598
9.8.3.3 Deterministische Sprachen	599
9.8.3.4 Präzedenzgrammatik nach Wirth/Weber (precedence grammar)	599
9.8.3.5 LR(k)-Grammatik nach Knuth [LR(k) grammar]	601
9.8.3.6 Reduktionssprachen	601
9.8.4 Übersetzungstechniken	601
9.8.4.1 Semantische Aktionen	601
9.8.4.2 Lexikale Analyse	602
9.8.4.3 Codegenerierung	603
9.8.4.4 Rekursive Programmierung	604
9.8.4.5 Optimierung	605
9.8.4.6 Adreßzuweisung	607
9.8.5 Abriß der Geschichte der Übersetzung von PPS	607
9.9 Betriebssysteme	608
9.9.1 Aufgaben eines Betriebssystems, Aufteilung der Aufgaben zwischen Betriebsablaufverwaltung und Überwacher	608
9.9.2 Mehrprogrammbetrieb, Mehrprozessorsystem, Mehrrechnersystem	609
9.9.3 Stapelverarbeitung, Dialogverarbeitung, Verfahrenskontrolle	611
9.9.4 Dateien, Dateiorganisation und -zugriff, Überwachungssysteme für Datenein- und -ausgabe	612
9.9.5 Arbeitsreihenfolge (Scheduling)	613
9.9.6 Belegungskontrolle (Resource allocation)	615
9.9.7 Systemgenerierung	617
9.9.8 Geschichtlicher Überblick	618
9.10 Programmierung einer Modellmaschine	619
9.10.1 Einleitung	619
9.10.2 Die Modellmaschine	620
9.10.3 Speichereinteilung	621
9.10.4 Adressierung	624
9.10.5 Befehlsstruktur	626
9.10.6 Eine symbolische Schreibweise für Befehle und Daten	628
9.10.7 Die vollständige Befehlsliste der Modellmaschine	629
9.10.8 Arithmetische und logische Befehle, Vergleichsbefehle, Bewegungsbefehle	633
9.10.9 Unbedingte und bedingte Sprungbefehle	634
9.10.10 Indizierung in Befehlen, Befehle zur günstigen Programmierung von Programmschleifen	634
9.10.11 Überwachungsbefehle, Überwachungs- und Problemstatus, Ausnahmebedingungen und Programmunterbrechungen	636

9.10.12 Datenein- und -ausgabe, Kanalprogramme	638
9.11 Ein Modell eines Überwachers	641
9.11.1 Einleitung, der Modellüberwacher	641
9.11.2 Prozesse und Kommunikation zwischen Prozessen im Modellüberwacher	645
9.11.3 Arbeitsreihenfolge	646
9.11.4 Arbeitsspeicherbelegung	646
9.11.5 Datenein- und -ausgabe	647
9.12 Ein Modell eines Übersetzers	649
9.12.1 Einleitung	649
9.12.2 Prinzipieller Aufbau des Übersetzers	649
9.12.3 Behandlung besonderer Spracheigenschaften, Makroanweisungen	650
9.12.4 Codegenerierung	651
9.13 Ein Modell einer Betriebsablaufverwaltung	653
9.13.1 Einleitung, das Modell	653
9.13.2 Auftragsbeschreibung	654
9.13.3 Programmbeschreibung	655
9.13.4 Dateibeschreibung	656
Literatur	656
Sachverzeichnis	661