

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 3. Auflage..... V

Vorwort zur 2. Auflage..... VII

Vorwort..... IX

Teil 1: Grundlagen 1

1 Einleitung3

1.1 Grundbegriffe3

1.2 Einheiten.....4

1.3 Geschichte5

1.4 Arten von Computern7

2 Allgemeiner Aufbau eines Computersystems..... 13

2.1 Blockdiagramm und grundlegende Abläufe 13

2.2 Detaillierteres Computermodell 16

2.3 Speicher und E/A-Bausteine..... 17

2.4 Prozessor und Busse20

2.5 Taxonomien23

3 Performance und Performanceverbesserung.....25

3.1 Angabe der Rechenleistung25

3.2 Caching27

3.2.1 Caching beim Lesen von Daten.....28

3.2.2 Caching beim Schreiben von Daten29

3.2.3 Cachable Area32

3.2.4 Cache-Hierarchien.....32

3.3 Pipelining35

4 Verbreitete Rechnerarchitekturen41

4.1 CISC-Architektur41

4.2 RISC-Architektur42

4.3	VON-NEUMANN-Architektur	46
4.4	Harvard-Architektur.....	49
Teil 2:	Digitaltechnik	53
5	Grundlegende BOOLEsche Verknüpfungen.....	55
5.1	BOOLEsche Algebra und Digitaltechnik	55
5.2	Gatter.....	56
5.2.1	Treiber und Identität.....	56
5.2.2	Inverter und Negation	59
5.2.3	UND-Gatter und Konjunktion.....	60
5.2.4	NAND	62
5.2.5	ODER-Gatter und Disjunktion.....	63
5.2.6	NOR	65
5.2.7	XOR und Antivalenz.....	66
5.2.8	XNOR und Äquivalenz.....	67
5.3	Gesetze der BOOLEschen Algebra	68
6	Komplexere Schaltnetz-Komponenten	71
6.1	Adressdecoder.....	71
6.2	Multiplexer und Demultiplexer	73
6.2.1	Multiplexer 2:1	73
6.2.2	Demultiplexer 1:2	74
6.2.3	Multiplexer n:1	76
6.2.4	Demultiplexer 1:n	76
6.2.5	Multiplexer $m \times n:n$	78
6.3	Varianten der Schaltzeichen	79
6.4	Digitaler Komparator	82
6.5	Addierer	83
6.6	ALU	83
7	Schaltwerke.....	85
7.1	RS-Flipflop.....	85
7.2	Arten von Eingängen.....	87
7.2.1	Vorrangige Eingänge	87
7.2.2	Taktzustandssteuerung	88
7.2.3	Taktflankensteuerung	89
7.2.4	Asynchrone Eingänge	90
7.3	D-Flipflop	90

7.4 Register und Schieberegister 91

7.5 T-Flipflop..... 93

7.6 JK-Flipflop 94

7.7 Zähler 95

Teil 3: Arithmetik..... 97

8 Zahlendarstellung..... 99

8.1 Vorzeichen-Betrags-Darstellung..... 100

8.2 Einerkomplement 103

8.3 Zweierkomplement..... 105

9 Arithmetische und logische Operationen 109

9.1 Arithmetische Operationen..... 109

9.2 Logische Operationen..... 110

9.3 Bitoperationen in C und C++ 116

10 Rechnen mit vorzeichenlosen Dualzahlen 117

10.1 Addition und Subtraktion 117

10.2 Multiplikation und Division 120

11 Rechnen in der Vorzeichen-Betragsdarstellung..... 127

11.1 Addition und Subtraktion 127

11.2 Multiplikation und Division 129

12 Rechnen im Zweierkomplement 131

12.1 Addition und Subtraktion 131

12.2 Multiplikation und Division 134

12.3 Fazit..... 134

13 Ganzzahl-Rechenwerk 137

13.1 Beispiel-Rechenwerk..... 138

13.2 Ergänzende Betrachtungen..... 141

13.3 Beispiel: Addition..... 145

13.4 Beispiel Multiplikation 148

14	Gleitkommarechenwerk	159
14.1	Darstellung von Gleitkommazahlen.....	160
14.2	Umwandlung von Dezimalbrüchen in Dualbrüche	163
14.3	Ein Beispiel-Gleitkommarechenwerk	166
14.3.1	Addition und Subtraktion	167
14.3.2	Multiplikation.....	169
14.3.3	Division.....	170
Teil 4:	Prozessoren	173
15	Maschinensprache.....	175
15.1	Grundbegriffe.....	175
15.2	Adressierungsarten.....	176
16	Steuerwerk.....	181
16.1	Wiederholung.....	181
16.2	Integration in die Umgebung.....	181
16.3	Realisierungsmöglichkeiten	182
17	Mikroprogrammierung	185
17.1	Konzept.....	185
17.2	Beispiel-Mikroprogrammsteuerung	186
17.3	Befehlssatzentwurf.....	194
17.4	Erweiterung der Mikroprogrammsteuerung.....	198
18	Spezielle Techniken und Abläufe im Prozessor.....	203
18.1	Befehlszyklus	203
18.2	Strategien bei Programmverzweigungen.....	205
18.3	Out of Order Execution.....	213
18.4	64-Bit-Erweiterungen.....	213
18.5	Sicherheitsfeatures	215
19	Multiprozessorsysteme.....	219
19.1	Ansätze zur Performancesteigerung.....	219
19.1.1	Entwicklung einer neuen Rechnerarchitektur	219
19.1.2	Erhöhung der Taktfrequenz.....	220
19.1.3	Optimierung von Maschinenbefehlen	220
19.1.4	Parallelisierung.....	221

19.2	Aufwand für Parallelisierung	222
19.2.1	Zusatzaufwand bei der Hardware	222
19.2.2	Zusatzaufwand bei der Software	223
19.3	Topologien.....	224
19.4	Datenübertragung	226
19.5	Software für Multiprozessorsysteme.....	228
19.5.1	Parallelisierung auf Prozessebene	228
19.5.2	Software-Bibliotheken.....	228
19.5.3	Sprachelemente und Programmiersprachen	228
19.6	Speicherzugriff.....	229
19.7	Konsistenz	230
19.7.1	Problematik	230
19.7.2	Strikte Konsistenz.....	230
19.7.3	Sequentielle Konsistenz	232
19.7.4	Schwache Konsistenz	232
20	Digitale Signalprozessoren.....	233
20.1	Einsatzgebiete.....	233
20.2	Zeitabhängige Signale und Signalverarbeitungskette.....	235
20.3	Analoge Vorverarbeitung und A/D-Wandlung.....	236
20.3.1	Verstärkung und Anti-Aliasing	236
20.3.2	Abtast- und Halteschaltung	236
20.3.3	Analog/Digital-Wandlung	238
20.4	Spektralanalyse.....	239
20.4.1	Transformation von Sinusschwingungen	239
20.4.2	Transformation von periodischen Signalen.....	241
20.4.3	Transformation abgetasteter Signale	242
20.4.4	Abtasttheorem	242
20.4.5	Transformation aperiodischer Signale	244
20.5	Operationen im Frequenzbereich	245
20.5.1	Beispiel: Herausfiltern von Störungen	245
20.5.2	Beispiel: FDM zwischen Vermittlungsstellen	245
20.5.3	Beispiel: FDM bei DSL-Modems	246
20.6	D/A-Wandlung und analoge Nachbearbeitung	248
20.7	Architektur-Besonderheiten von DSP	248
20.7.1	Harvard- und RISC-Architektur	248
20.7.2	VLIW-Architektur.....	248
20.7.3	Festkomma-Arithmetik	249
20.7.4	MAC-Operation	250
20.7.5	Schnittstellen	250

Teil 5: Speicher und Peripherie	251
21 Speicherbausteine.....	253
21.1 Arten von Speichermedien	253
21.2 Halbleiter-Speicher	254
21.3 Statisches und dynamisches RAM	255
21.3.1 Statisches RAM.....	255
21.3.2 Dynamisches RAM	255
21.4 Speicherorganisation auf Chipebene	256
21.4.1 Speicherzelle	256
21.4.2 Adressierung	257
21.4.3 Matrixanordnung.....	258
21.4.4 Wortbreite.....	261
21.4.5 Erweiterungen	262
21.5 Interfacing und Protokolle.....	263
21.5.1 Asynchrone Protokolle.....	263
21.5.2 Synchrone Protokolle	264
21.5.3 Datenbustakt, Speichertakt und I/O-Takt	264
21.5.4 SDR- und DDR-Verfahren	265
21.5.5 Timing-Parameter von DRAMs	267
21.6 Speichermodule.....	268
21.6.1 Aufbau.....	268
21.6.2 Angaben zur Datentransferrate.....	270
21.6.3 Integritätsaspekte	271
21.7 Flash Speicher	271
21.7.1 Arten von Flash-Speichern.....	271
21.7.2 Schreibstrategien und Wear Leveling.....	272
22 Speicherverwaltung.....	275
22.1 Programme und Prozesse	275
22.2 Virtueller Speicher	276
22.2.1 Aufbau.....	276
22.2.2 Adressumsetzung	277
22.2.3 Fragmentierung	279
22.3 Segmentierung und Swapping.....	282
22.4 Paging	283
22.4.1 Verwendung von Speicherseiten	283
22.4.2 Aus- und Einlagerung von Speicherseiten	283
22.4.3 Optimierung der Paging-Strategie.....	287
22.4.4 Swap Partition statt Datei.....	287

22.4.5	Verwendung unterschiedlicher Seitengrößen	287
22.4.6	Sicherheitsaspekte	288
22.4.7	Thrashing.....	288
23	Datenübertragung und Schnittstellen.....	289
23.1	Leitungstheorie.....	289
23.2	Serielle und parallele Datenübertragung	291
23.3	Das OSI-Modell	294
23.4	Codierung	296
23.4.1	NRZ-Codierung.....	296
23.4.2	Manchester-Codierung	297
23.4.3	NRZI-Codierung	299
23.4.4	MLT3-Codierung.....	299
23.4.5	Bit Stuffing, 4B/5B- und 8B/10B-Codierung	300
23.5	Fehlererkennung und Fehlerkorrektur	301
23.5.1	Redundanz.....	301
23.5.2	Parität	301
23.5.3	Hamming-Distanz	302
23.5.4	Fehlerkorrektur.....	304
23.5.5	Korrekturradius	304
23.5.6	Hamming-Codes.....	306
23.6	Beispiel USB	307
23.6.1	Eigenschaften und Standards.....	307
23.6.2	Signale und Topologie	309
23.6.3	Datenübertragung und Betriebsmodi.....	309
24	Festplatte.....	311
24.1	Aufbau.....	311
24.2	Datenorganisation.....	311
24.3	Partitionierung und Formatierung.....	311
24.4	Serial-ATA-Schnittstelle	312
24.5	Performance	313
24.6	Verfügbarkeit.....	313
25	Optische Datenspeicher	316
25.1	Standards	316
25.2	Aufbau.....	317
25.3	Verfügbarkeit.....	318

25.4	Leseverfahren	319
25.5	Vermeidung, Erkennung und Korrektur von Fehlern	320
26	Mikrocontroller	321
26.1	Typische Merkmale von Mikrocontrollern.....	321
26.1.1	Überblick.....	321
26.1.2	I/O-Signale	322
26.1.3	Pulsweitenmodulation	322
26.1.4	Analoge Eingänge	325
26.1.5	Timer	326
26.2	Mikrocontroller-Schnittstellen	326
26.2.1	UART / USART / V.24 / RS 232	327
26.2.2	SPI.....	327
26.2.3	I ² C (TWI)	329
26.2.4	JTAG	329
26.2.5	CAN	329
26.3	Single Board Mikrocontroller und Single Board Computer.....	331
26.3.1	Überblick.....	331
26.3.2	Einsatzbereiche	333
26.3.3	Arduino	333
26.3.4	Boards mit Espressif ESP32.....	334
26.3.5	Raspberry Pi.....	334
26.4	Eigenschaften von AVR-Mikrocontrollern.....	335
26.4.1	Technische Daten	335
26.4.2	Register	336
26.4.3	Speicher und Adressierung.....	336
26.4.4	Programmieradapter	337
26.4.5	Port-Kommandos	337
	Zusammenfassung und Schlussworte.....	339
	Literaturverzeichnis.....	341
	Index	342