

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur 3. Auflage .....</b>	<b>V</b>
<b>Vorwort zur 2. Auflage .....</b>	<b>VII</b>
<b>Vorwort.....</b>	<b>IX</b>
<b>Teil 1: Grundlagen .....</b>	<b>1</b>
<b>1      Einleitung .....</b>	<b>3</b>
1.1    Grundbegriffe .....	3
1.2    Einheiten.....	4
1.3    Geschichte .....	5
1.4    Arten von Computern.....	7
<b>2      Allgemeiner Aufbau eines Computersystems.....</b>	<b>13</b>
2.1    Blockdiagramm und grundlegende Abläufe .....	13
2.2    Detaillierteres Computermodell .....	16
2.3    Speicher und E/A-Bausteine.....	17
2.4    Prozessor und Busse.....	20
2.5    Taxonomien.....	23
<b>3      Performance und Performanceverbesserung.....</b>	<b>25</b>
3.1    Angabe der Rechenleistung .....	25
3.2    Caching .....	27
3.2.1    Caching beim Lesen von Daten.....	28
3.2.2    Caching beim Schreiben von Daten .....	29
3.2.3    Cachable Area .....	32
3.2.4    Cache-Hierarchien.....	32
3.3    Pipelining .....	35
<b>4      Verbreitete Rechnerarchitekturen .....</b>	<b>41</b>
4.1    CISC-Architektur .....	41
4.2    RISC-Architektur .....	42

4.3	VON-NEUMANN-Architektur .....	46
4.4	Harvard-Architektur .....	49
<b>Teil 2:</b>	<b>Digitaltechnik .....</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>Grundlegende BOOLEsche Verknüpfungen.....</b>	<b>55</b>
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
<b>6</b>	<b>Komplexere Schaltnetz-Komponenten.....</b>	<b>71</b>
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 × n:n .....	78
6.3	Varianten der Schaltzeichen .....	79
6.4	Digitaler Komparator .....	82
6.5	Addierer .....	83
6.6	ALU .....	83
<b>7</b>	<b>Schaltwerke.....</b>	<b>85</b>
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	Taktfankensteuerung .....	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
<b>Teil 3:</b>	<b>Arithmetik.....</b>	<b>97</b>
<b>8</b>	<b>Zahlendarstellung.....</b>	<b>99</b>
8.1	Vorzeichen-Betrags-Darstellung.....	100
8.2	Einerkomplement .....	103
8.3	Zweierkomplement.....	105
<b>9</b>	<b>Arithmetische und logische Operationen .....</b>	<b>109</b>
9.1	Arithmetische Operationen.....	109
9.2	Logische Operationen.....	110
9.3	Bitoperationen in C und C++ .....	116
<b>10</b>	<b>Rechnen mit vorzeichenlosen Dualzahlen .....</b>	<b>117</b>
10.1	Addition und Subtraktion .....	117
10.2	Multiplikation und Division .....	120
<b>11</b>	<b>Rechnen in der Vorzeichen-Betragsdarstellung.....</b>	<b>127</b>
11.1	Addition und Subtraktion .....	127
11.2	Multiplikation und Division .....	129
<b>12</b>	<b>Rechnen im Zweierkomplement .....</b>	<b>131</b>
12.1	Addition und Subtraktion .....	131
12.2	Multiplikation und Division .....	134
12.3	Fazit.....	134
<b>13</b>	<b>Ganzzahl-Rechenwerk .....</b>	<b>137</b>
13.1	Beispiel-Rechenwerk.....	138
13.2	Ergänzende Betrachtungen.....	141
13.3	Beispiel: Addition.....	145
13.4	Beispiel Multiplikation.....	148

<b>14</b>	<b>Gleitkommarechenwerk .....</b>	<b>159</b>
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
<b>Teil 4:</b>	<b>Prozessoren .....</b>	<b>173</b>
<b>15</b>	<b>Maschinensprache.....</b>	<b>175</b>
15.1	Grundbegriffe.....	175
15.2	Adressierungsarten.....	176
<b>16</b>	<b>Steuerwerk.....</b>	<b>181</b>
16.1	Wiederholung.....	181
16.2	Integration in die Umgebung.....	181
16.3	Realisierungsmöglichkeiten .....	182
<b>17</b>	<b>Mikroprogrammierung .....</b>	<b>185</b>
17.1	Konzept.....	185
17.2	Beispiel-Mikroprogrammsteuerung .....	186
17.3	Befehlssatzentwurf.....	194
17.4	Erweiterung der Mikroprogrammsteuerung .....	198
<b>18</b>	<b>Spezielle Techniken und Abläufe im Prozessor.....</b>	<b>203</b>
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
<b>19</b>	<b>Multiprozessorsysteme.....</b>	<b>219</b>
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
<b>20</b>	<b>Digitale Signalprozessoren.....</b>	<b>233</b>
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

<b>Teil 5:</b>	<b>Speicher und Peripherie .....</b>	<b>251</b>
<b>21</b>	<b>Speicherbausteine.....</b>	<b>253</b>
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	Datenbusakt, 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
<b>22</b>	<b>Speicherverwaltung.....</b>	<b>275</b>
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
<b>23</b>	<b>Datenübertragung und Schnittstellen.....</b>	<b>289</b>
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
<b>24</b>	<b>Festplatte .....</b>	<b>311</b>
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
<b>25</b>	<b>Optische Datenspeicher .....</b>	<b>316</b>
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
<b>26</b>	<b>Mikrocontroller .....</b>	<b>321</b>
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 <sup>2</sup> 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
<b>Zusammenfassung und Schlussworte .....</b>		<b>339</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>		<b>341</b>
<b>Index .....</b>		<b>342</b>