

Erich Merkel

Technische Informatik

**Grundlagen und Anwendungen
Boolescher Maschinen**

Mit 224 Abbildungen



Friedr. Vieweg + Sohn · Braunschweig

Inhaltsverzeichnis

1.	Schaltalgebra	1
1.1.	Einführung	1
1.2.	Der elektrische Schalter, Begriffe und Definitionen	1
1.3.	Schaltnetze: Serien- und Parallelschaltung, symbolische Beschreibung	6
1.4.	Die Gesetze der Schaltalgebra	16
1.5.	Entwurf von Schaltnetzen	20
1.6.	Bezeichnungen für spezielle Terme	25
1.7.	Schaltalgebra und Boolesche Algebra	27
1.8.	Zusammenfassung: Schaltalgebra	28
2.	Aussagenalgebra	31
2.1.	Einführung	31
2.2.	Aussagen, Aussageformen, Negation	31
2.3.	Verknüpfungen von Aussagen und Aussageformen, Aussagenvariable	34
2.4.	Gesetze der Aussagenalgebra	38
2.5.	Wahrheitsfunktionen	39
2.6.	Äquivalente und komplementäre, formal falsche und formal wahre Aussageformen	41
2.7.	Spezielle Funktionen und Terme, Termumformungen	42
2.8.	Aussagenalgebra, Schaltalgebra und Boolesche Algebra B_2	43
2.9.	Zusammenfassung: Aussagenalgebra	44
3.	Die zweielementige Boolesche Algebra	47
3.1.	Boolesche Algebren: Komplementäre, distributive Verbände	47
3.2.	Die zweielementige Boolesche Algebra (kurz: B_2)	50
3.3.	Funktionen der B_2	51
3.4.	Schreib- und Darstellungsweisen von Funktionen der B_2	52
3.5.	Die Anzahl der n-stelligen Funktionen der B_2	54
3.6.	Spezielle Funktionen und Funktionsterme, Termumformungen	55
3.7.	Verknüpfungen von Funktionen	60
3.8.	Schaltalgebra und Aussagenalgebra als Modelle der B_2	62
3.9.	Zusammenfassung: Boolesche Algebra B_2	63
4.	Elemente von statischen Booleschen Maschinen (Logikmaschinen)	65
4.1.	Einführung	65
4.2.	Schaltnetze als Boolesche Maschinen (Logikmaschinen)	66
4.3.	Maschinen für Disjunktion, Negation, Konjunktion in elektronischer Technik	70
4.4.	Maschinen für beliebige Funktionen in elektronischer Technik	77
4.5.	Erfüllung der Booleschen Gesetze durch die Booleschen Maschinen	78
4.6.	Einfache Logikmaschinen	83
4.7.	Logikmaschinen als Computerelemente	90
4.8.	Zusammenfassung	93

5.	Statische Boolesche Maschinen (Zuordner) in Computern	95
5.1.	Code-Umsetzer (Zuordner im engeren Sinne)	95
5.2.	Zeichen erkennen und Zeichen schreiben	101
5.3.	Maschine für die Addition von drei Dualziffern: Volladdierer	106
5.4.	Maschinen für die Subtraktion von Dualziffern: Vollsubtrahierer	109
5.5.	Quersumme modulo 2 einer Dualzahl (Paritätsprüfung)	110
5.6.	Quersumme von Dualzahlen (Quantity Recognition)	113
5.7.	Pseudodezimale erkennen	114
5.8.	Umsetzer modulo m.	115
5.9.	Schlußbemerkung	117
6.	Die Bausteine der Booleschen Automaten (sequentielle Boolesche Maschinen)	118
6.1.	Einführung: Abgrenzung Boolesche Maschine – Boolescher Automat	118
6.2.	Speicherelement für 1 bit: Bistabile Kippschaltung, RS-Flipflop	119
6.3.	Taktgeber (astabile Kippschaltung)	122
6.4.	Speicher mit „dynamischem“ Setz- und Rücksetzeingang (JK-Flipflop)	124
6.5.	Schieberegister	126
6.6.	Dualzähler (Binärzähler)	127
6.7.	Zusammenfassung	130
7.	Rechenwerke digitaler Rechenautomaten	131
7.1.	Einführung	131
7.2.	Zählrechenwerke	132
7.3.	Paralleladdierwerke	133
7.4.	Serienaddierwerke	134
7.5.	Subtrahierwerke	139
7.6.	Kombinierte Addier-Subtrahierwerke	140
7.7.	Multiplizierwerk für Dualzahlen	141
7.8.	Zusammenfassung	143
8.	Mathematische Programme	144
8.1.	Einführung	144
8.2.	Berechnung arithmetischer Folgen	144
8.3.	Bestimmung der Periodenlänge einer Ziffernfolge (P 302)	148
8.4.	Zusammenfassung und Ausblick	154
9.	Logikautomaten (Sequentielle Logikmaschinen)	155
9.1.	Einführung: Die nichtnumerische Datenverarbeitung durch Computer	155
9.2.	Abgrenzung Logikmaschine – Logikautomat	155
9.3.	Klassifizierung von Logikaufgaben	156
9.4.	Logikaufgaben Typ I: „Bedingungen erfüllen“	158
9.5.	Logikaufgaben Typ IIa: Tautologien prüfen	164
9.6.	Logikaufgaben Typ IIb: Kettenschlußaufgaben	169
9.7.	Programmierung von Logikaufgaben auf Rechenautomaten	174
9.8.	Schlußbemerkungen	175

10.	Spielende und musizierende Automaten	176
10.1.	Einführung: Weitere Beispiele nichtnumerischer Datenverarbeitung	176
10.2.	NIM-Spiel mit einem Streichholzhaufen	176
10.3.	NIM-Spiel mit drei Streichholzhaufen	180
10.4.	Einfaches Brettspiel: „Minischach“	181
10.5.	Musizierende Automaten	184
10.6.	Zusammenfassung und Ausblick auf lernende und komponierende Automaten	188
11.	Biologische-kybernetische Modelle	189
11.1.	Einführung	189
11.2.	Neuronenmodelle	189
11.3.	Der bedingte Reflex nach Pawlow	190
11.4.	Erstes Modell des bedingten Reflexes	191
11.5.	Zweites Modell des bedingten Reflexes	193
11.6.	Verfeinerung der Modelle des bedingten Reflexes	194
11.7.	Decodierer für den Genetischen Code	195
11.8.	Weitere Beispiele biologisch-kybernetischer Modelle	200
12.	Anwendungen in der Technik: „Digitaltechnik“	201
12.1.	Einführung: Zähler, Gewinnung des Zählsignals	201
12.2.	Zählvorgänge mit einem Digitalzähler	203
12.3.	Elektronische Uhr, Digitaluhr	205
12.4.	Zeitmessungen mit der Digitaluhr	207
12.5.	Messung von Frequenzen, der Drehzahl und der Geschwindigkeit	208
12.6.	Automatische Dauerprüfungen und Auswahlvorgänge	210
12.7.	Automation in der Technik	212
12.8.	Zusammenfassung	213
Anhang I.	Tabellen und Erläuterungen zur Schaltalgebra, Aussagenalgebra und Booleschen Algebra B_2	215
I.1.	Die wichtigsten Gesetze der Schaltalgebra, Aussagenalgebra, Booleschen Algebra B_2	215
I.2.	Die zweistelligen Funktionen der Schaltalgebra, Aussagenalgebra, Booleschen Algebra B_2	216
I.3.	Die Anzahl der n-stelligen Funktionen der Schaltalgebra, Aussagenalgebra, Booleschen Algebra B_2	218
I.4.	Methoden der Umformung von Termen der Schaltalgebra, Aussagenalgebra, Boolesche Algebra B_2	218
I.5.	Das Karnaugh-Diagramm	226
I.6.	Isomorphiebeziehungen: Boolesche Algebra B_2 , Aussagenalgebra, Schaltalgebra	229
I.7.	Implikation, Äquivalenz, Antivalenz	230
I.8.	Eine Auswahl von Schlußregeln und formal wahren Aussageformen	233

Anhang II. Erläuterungen zu den Booleschen Maschinen	234
II.1. Die Arbeitsweise mechanischer Tischrechenmaschinen	234
II.2. Logikmaschinen mit bivariablen Relais	236
II.3. Vergleichstafel: Relais, Röhre, Transistor als Schalter	237
II.4. Maschinen für Disjunktion und Konjunktion nach dem Ventilprinzip mit Luft als strömendem Medium	238
II.5. Terminologie Boolesche Maschine – Boolescher Automat	239
II.6. RS-Flipflop in Relais-technik	240
II.7. Master-Slave-Flipflop	241
II.8. Taktgeber, Dualzähler und Schieberegister in Relais-technik	242
Anhang III. Einführung in das Rechnen im Dualsystem	246
III.1. Zahlendarstellung im Dezimal- und im Dualsystem	246
III.2. Umrechnung von Dezimalzahlen in Dualzahlen und umgekehrt	247
III.3. Addition von Dualzahlen	249
III.4. Subtraktion von Dualzahlen	250
III.5. Multiplikation von Dualzahlen	254
III.6. Division von Dualzahlen	255
Literaturverzeichnis	257
Sachwortverzeichnis	285