

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Anwendungsbeispiele	xiii
Hinweise zum Gebrauch des Buches	xxi
1 Einführung in die Modellierung und Analyse ereignisdiskreter Systeme	1
1.1 Ereignisdiskrete Systeme	1
1.2 Anwendungsgebiete der Theorie ereignisdiskreter System	5
1.2.1 Verarbeitung formaler und natürlicher Sprachen	5
1.2.2 Beschreibung eingebetteter Systeme	7
1.2.3 Entwurf digitaler Schaltungen und Schaltkreise	7
1.2.4 Modellierung und Analyse von Fertigungssystemen	9
1.2.5 Automatisierung diskreter Prozesse	10
1.2.6 Modellierung und Analyse von Kommunikations- und Rechnernetzen .	14
1.2.7 Analyse von Wartesystemen	16
1.2.8 Zusammenfassung: Charakteristika ereignisdiskreter Systeme	17
1.3 Überblick über die Modellformen und Analysemethoden	18
Literaturhinweise	23
2 Diskrete Signale und Systeme	25
2.1 Grundbegriffe der Systemtheorie	25
2.2 Blockschaltbild	29
2.2.1 Elemente des Blockschaltbildes	29
2.2.2 Kompositionale Modellbildung	30
2.2.3 Hierarchische Modellbildung	32
2.3 Diskrete Signale	33
2.3.1 Klassifikation von Signalen	33
2.3.2 Diskrete Signale und Ereignisse	35
2.3.3 Logische und zeitbewertete Werte- und Ereignisfolgen	39
2.3.4 Vektorielle Eingangs- und Ausgangssignale	41
2.4 Diskrete Systeme	42
2.4.1 Grundidee der ereignisdiskreten Modellbildung	42
2.4.2 Zustandsraumdarstellung	44
2.5 Eigenschaften diskreter Systeme	49
2.5.1 Asynchrone und getaktete Arbeitsweise	49
2.5.2 Kommunikation und Synchronisation	52

2.5.3	Kausalität	53
2.5.4	Nichtdeterminismus	53
2.5.5	Komplexität	56
2.6	Unterschiede und Gemeinsamkeiten diskreter und kontinuierlicher Systeme	57
	Literaturhinweise	59
3	Deterministische Automaten	61
3.1	Autonome deterministische Automaten	61
3.1.1	Definition	61
3.1.2	Automatengraph	64
3.1.3	Matrixdarstellung	65
3.1.4	Verhalten	67
3.1.5	Weitere Eigenschaften	69
3.1.6	Zustand deterministischer Automaten	71
3.2	Σ -Automaten	74
3.2.1	Definition	74
3.2.2	Verhalten	80
3.2.3	Modellierung ereignisdiskreter Systeme durch Σ -Automaten	83
3.3	Deterministische Automaten und reguläre Sprachen	88
3.3.1	Automaten als Akzeptoren und Sprachgeneratoren	88
3.3.2	Formale Sprachen	90
3.3.3	Verallgemeinerte Zustandsübergangsfunktion	92
3.3.4	Sprache deterministischer Automaten	94
3.4	Deterministische E/A-Automaten	98
3.4.1	Definition	98
3.4.2	Verhalten	106
3.4.3	Automatenabbildung	108
3.4.4	Mealy-Automat und Moore-Automat	110
3.4.5	Echtzeitautomaten	114
3.5	Analyse deterministischer Automaten	116
3.5.1	Erreichbarkeitsanalyse	116
3.5.2	Strukturelle Analyse deterministischer Automaten	120
3.5.3	Verifikation	124
3.6	Beziehungen zwischen Automaten	125
3.6.1	Äquivalenz von Σ -Automaten	125
3.6.2	Homomorphie und Isomorphie	126
3.6.3	Automaten mit äquivalenten Zuständen	130
3.6.4	Minimierung deterministischer Automaten	138
3.6.5	Erweiterung der Methoden auf E/A-Automaten	144
3.7	Erweiterungen	148
	Literaturhinweise	149

4	Nichtdeterministische Automaten	151
4.1	Erweiterung deterministischer Automaten zu nichtdeterministischen Automaten	151
4.1.1	Zustandsübergangsrelation nichtdeterministischer Automaten	151
4.1.2	Verhalten nichtdeterministischer Automaten	156
4.2	Nichtdeterministische Automaten und reguläre Sprachen	160
4.2.1	Nichtdeterministische Automaten als Akzeptoren	160
4.2.2	Nichtdeterministische Automaten mit ε -Übergängen	164
4.2.3	Reguläre Sprachen	166
4.2.4	Akzeptoren für reguläre Sprachen	173
4.2.5	Pumping-Lemma	178
4.2.6	Vergleich der Sprachen von deterministischen und nichtdeterministischen Automaten	181
4.2.7	Ableitung des regulären Ausdrucks aus dem Automatengraphen	189
4.3	Nichtdeterministische E/A-Automaten	193
4.4	Analyse nichtdeterministischer Automaten	199
4.4.1	Erreichbarkeitsanalyse	199
4.4.2	Homomorphie und Isomorphie nichtdeterministischer Automaten . .	200
4.4.3	Minimierung nichtdeterministischer Automaten	203
4.5	Formale Sprachen und Grammatiken	204
4.5.1	Zielstellung	204
4.5.2	Darstellung regulärer Sprachen durch Typ-3-Grammatiken	205
4.5.3	Chomsky-Hierarchie formaler Sprachen	209
4.5.4	Kontextfreie Sprachen	213
4.5.5	Turingmaschinen	217
	Literaturhinweise	219
5	Automatennetze	221
5.1	Kompositionale Modellbildung diskreter Systeme	221
5.2	Zusammenschaltung von Σ -Automaten	223
5.2.1	Modellierungsziel	223
5.2.2	Produkt von Automaten	224
5.2.3	Parallele Komposition	235
5.2.4	Eigenschaften der Kompositionoperatoren	244
5.3	Zusammenschaltung von E/A-Automaten	245
5.3.1	Modellierungsziel	245
5.3.2	Reihenschaltung	246
5.3.3	Rückführautomat	250
5.3.4	Allgemeine Automatennetze	260
5.3.5	Asynchrone Automatennetze	261
	Literaturhinweise	264

6	Petrinetze	267
6.1	Autonome Petrinetze	267
6.1.1	Grundidee	267
6.1.2	Definition	268
6.1.3	Verhalten	271
6.1.4	Matrixdarstellung	276
6.1.5	Modellierung ereignisdiskreter Systeme durch Petrinetze	281
6.1.6	Synchronisationsgraphen und Zustandsmaschinen	287
6.1.7	Beziehungen zwischen Petrinetzen und Automaten	292
6.2	Analyse von Petrinetzen	294
6.2.1	Erreichbarkeitsanalyse	294
6.2.2	Invarianten	302
6.3	Interpretierte Petrinetze	308
6.3.1	Sprache von Petrinetzen	308
6.3.2	Steuerungstechnisch interpretierte Petrinetze	309
6.4	Erweiterungen	314
6.4.1	Petrinetze mit Test- und Inhibitoranten	314
6.4.2	Petrinetze mit Stellen- und Kantenbewertungen	317
6.4.3	Hierarchische Petrinetze	322
	Literaturhinweise	324
7	Markovketten und stochastische Automaten	325
7.1	Modellierungsziel	325
7.2	Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung	326
7.2.1	Zufallsvariable	326
7.2.2	Erwartungswert	332
7.2.3	Bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung	332
7.2.4	Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit mehr als zwei Zufallsgrößen	337
7.2.5	Unabhängigkeit von Zufallsgrößen	338
7.3	Markovketten	341
7.3.1	Nichtdeterministische Automaten mit Wahrscheinlichkeitsbewertung ..	341
7.3.2	Berechnung der Zustandswahrscheinlichkeitsverteilung	349
7.3.3	Markoveigenschaft	360
7.3.4	Verhalten von Markovketten	369
7.3.5	Strukturelle Eigenschaften	372
7.3.6	Verweilzeit der Markovkette in einem Zustand	374
7.3.7	Stationäre Wahrscheinlichkeitsverteilung	377
7.4	Stochastische Automaten	387
7.4.1	Definition	387
7.4.2	Verhalten	391
7.4.3	Stochastischer Operator	396
7.4.4	Spezielle stochastische Automaten	397
7.4.5	Viterbi-Algorithmus zur Lösung von Detektionsproblemen	403
	Literaturhinweise	419

8	Zeitbewertete Petrinetze	421
8.1	Ziele der Modellerweiterung	421
8.2	Petrinetze mit zeitbewerteten Transitionen	422
8.3	Zeitbewertete Synchronisationsgraphen	425
8.3.1	Zeitbewertete Synchronisationsgraphen ohne Eingang	425
8.3.2	Grundlagen der Max-plus-Algebra	429
8.3.3	Darstellung zeitbewerteter Synchronisationsgraphen mit Hilfe der Max-plus-Algebra	437
8.3.4	Verhalten zeitbewerteter Synchronisationsgraphen	443
8.3.5	Synchronisationsgraphen mit Eingang	448
8.3.6	Zusammenfassung	449
	Literaturhinweise	450
9	Zeitbewertete Automaten	451
9.1	Modellierungsziel	451
9.2	Zeitbewertete Automaten mit deterministischen Verweilzeiten	453
9.2.1	Autonome zeitbewertete Automaten	453
9.2.2	Erweiterung auf Σ -Automaten und E/A-Automaten	459
9.2.3	Zeitbewertete Beschreibung paralleler Prozesse	463
9.2.4	Ereignisse mit veränderlicher Lebensdauer	471
9.3	Zeitbewertete Automaten mit stochastischen Verweilzeiten	475
9.3.1	Punktprozesse	475
9.3.2	Definition und Verhalten des Poissonprozesses	477
9.3.3	Markoveigenschaft des Poissonprozesses	487
9.3.4	Punktprozesse mit zustandsabhängigen Übergangsraten	491
9.3.5	Punktprozesse mit beliebigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Verweilzeiten	494
9.4	Wartesysteme	508
9.4.1	Grundgleichungen	508
9.4.2	Wartesysteme mit deterministischen Ankunfts- und Bedienzeiten	513
9.4.3	Wartesysteme mit stochastischen Ankunfts- und Bedienzeiten	516
9.4.4	Gesetz von LITTLE	519
9.4.5	Klassifikation von Wartesystemen	522
9.4.6	Poissonsche Wartesysteme	523
	Literaturhinweise	529
10	Kontinuierliche Markovketten und Semi-Markovprozesse	531
10.1	Modellierungsziel	531
10.2	Kontinuierliche Markovketten	534
10.2.1	Definition	534
10.2.2	Verhalten	539
10.2.3	Markoveigenschaft	543
10.2.4	Eingebettete diskrete Markovkette	544

10.3 Semi-Markovprozesse	549
10.3.1 Definition	549
10.3.2 Zustandsraumdarstellung	550
10.3.3 Interpretation von Semi-Markovprozessen	558
10.4 Strukturelle Eigenschaften von Markov- und Semi-Markovprozessen	561
Literaturhinweise	562
Literaturverzeichnis	563

Anhänge

Anhang 1: Lösung der Übungsaufgaben	567
Anhang 2: Mengen, Relationen, Graphen, Matrizen	653
A2.1 Mengen	653
A2.2 Relationen	654
A2.3 Graphen	655
A2.3.1 Gerichtete Graphen	655
A2.3.2 Erreichbarkeitanalyse	658
A2.3.3 Bipartite Graphen	661
A2.4 Stochastische Matrizen	662
A2.5 Grundbegriffe der Komplexitätstheorie	663
Anhang 3: Beschreibung kontinuierlicher Systeme	665
A3.1 Zeitkontinuierliche Systeme	665
A3.2 Zeitdiskrete Systeme	669
Anhang 4: Fachwörter deutsch – englisch	671
Sachwortverzeichnis	675

Verzeichnis der Anwendungsbeispiele

Prozessautomatisierung

Modellierung einer Zweipunkt-Füllstandsregelung durch einen rückgekoppelten Automaten (Beispiel 5.9)	255
Beschreibung einer Füllstandsregelung durch ein Petrinetz mit Testkanten (Beispiel 6.8) ..	316
Überwachung des Leistungsbedarfes einer verfahrenstechnischen Anlage (Aufgabe 6.12) .	322
Verhalten eines Bioprozesses (Aufgabe 7.25 mit Lösung)	415, 628
• Modellierung und Analyse von Batchprozessen	
Ereignisdiskrete Beschreibung eines Batchprozesses (Beispiel 1.4)	11
Modellierung eines Batchprozesses durch Moore- und Mealy-Automaten (Beispiel 3.11) .	111
Modellierung eines Batchprozesses als nichtdeterministischer Automat (Beispiel 4.1)	153
Modellierung eines Batchprozesses als Markovkette (Beispiel 7.2)	348
Beschreibung eines Apparates im Batchprozess durch einen stochastischen Automaten (Aufgabe 7.20)	390
Beschreibung eines Batchprozesses durch ein Petrinetz (Beispiel 6.3)	288
Erreichbarkeitsanalyse eines Batchprozesses (Beispiel 6.5)	300
Modellierung eines Batchprozesses als zeitbewertetes Petrinetz (Aufgabe 8.2 mit Lösung)	447, 637
Beschreibung eines Batchprozesses als Semi-Markovprozess (Beispiel 10.5)	553
• Steuerung von Batchprozessen	
Verhinderung gefährlicher Zustände in einem Batchprozess (Beispiel 5.2)	228
Spezifikation eines Batchprozesses (Aufgabe 5.5 mit Lösung)	234, 601
Steuerung eines Batchprozesses durch ein Petrinetz (Beispiel 6.6)	312

Computer- und Softwaretechnik

Steuerung eines CD-Laufwerks (Aufgabe 5.3)	232
Ladegerät eines Laptops (Aufgabe 7.3 mit Lösung)	340, 616
• Analyse von Zeichenketten	
Funktionsweise eines Paritätsprüfers (Beispiel 1.2)	5
Paritätsprüfung als dynamisches System (Beispiel 2.1)	28

Beschreibung eines Paritätsprüfers durch einen E/A-Automaten (Beispiel 3.9)	104
Fließkommaakzeptor (Aufgabe 3.7 mit Lösung)	96, 574
Akzeptor für Zeichenketten mit geradzahlgiger Buchstabenanzahl und der Endung 11 (Aufgabe 5.6 mit Lösung)	234, 603
Programmierung eines Spam-Filters (Aufgabe 4.9)	173
• Programmiersprachen und Programmanalyse	
Sprache der korrekten arithmetischen Klammerausdrücke (Beispiel 4.15)	213
Ableitung korrekter Klammerausdrücke (Aufgabe 4.18)	216
Syntaxprüfung eines Programms (Aufgabe 4.19)	216
Beschreibung einer Programmiersprache in Backus-Naur-Form (Aufgabe 4.20)	216
Lexikalische Analyse von Programmen (Aufgabe 4.4)	172
UNIX-Kommando für die Suche von Zeichenketten (Aufgabe 4.6 mit Lösung)	172, 595
• Suchsteuerung bei Google	
Sortieren der Suchergebnisse (Beispiel 7.12)	381
Erweiterung des Modells zur Suchsteuerung (Aufgabe 7.15 mit Lösung)	385, 625
• Beschreibung von Rechenprozessen	
Beschreibung eines Addierers als deterministischer Automat (Aufgabe 3.16 mit Lösung) .	105, 581
Bestimmung des Restes bei der Division durch drei (Aufgabe 3.3 mit Lösung)	87, 572
Beschreibung des Datenflusses in einem Programm durch ein Petrinetz (Aufgabe 6.11 mit Lösung)	317, 614
• Parallelrechner	
Beschreibung eines Parallelrechners durch einen nichtdeterministischen Automaten (Beispiel 3.5)	85
Beschreibung eines Parallelrechners durch ein Petrinetz (Beispiel 6.1)	269
Verhalten eines Parallelrechners (Beispiel 6.2)	274
Erreichbarkeitsanalyse des Parallelrechners (Aufgabe 6.6 mit Lösung)	302, 609
Zeitbewertete Beschreibung eines Parallelrechners (Aufgabe 9.6 mit Lösung)	471, 643
• Eingebettete Systeme	
Ereignisdiskrete Beschreibung eingebetteter Systeme (Abschn. 1.2.2)	7
Modellierung eines eingebetteten Systems (Beispiel 5.10)	262
Buszuteilung bei der Übertragung von Messwerten (Aufgabe 6.8 mit Lösung)	306, 610

Sprachverarbeitung

Verarbeitung formaler und natürlicher Sprachen (Abschn. 1.2.1)	5
Darstellung von Elementen der natürlichen Sprache (Beispiel 4.7)	171
Überprüfung der Rechtschreibung (Aufgabe 3.10 mit Lösung)	97, 578
Kompilieren eines Lexikons (Aufgabe 3.26)	144
Akzeptor für Wörter mit der Endung „heit“ (Beispiel 4.3)	161
Deterministischer Akzeptor für Wörter mit der Endung „heit“ (Beispiel 4.9)	182
Wissenschaftliche Texte in L ^A T _E X (Aufgabe 4.21)	217

Fertigungstechnik

Modellierung und Analyse von Fertigungssystemen (Abschn. 1.2.4)	9
• Stanze	
Modellierung einer Stanze (Aufgabe 3.1)	73
Erweiterung des Modells einer Stanze um nichtdeterministische Zustandsübergänge (Aufgabe 4.1)	155
Zeitverhalten einer Stanze (Aufgabe 10.7)	560
• Roboter	
Handlungsplanung von Robotern (Beispiel 1.3)	9
Sortieren von Werkstücken durch einen Roboter (Beispiel 3.3)	77
Erweiterung des Robotermodells (Aufgabe 3.4 mit Lösung)	87, 573
Sprache eines Roboters (Beispiel 3.8)	95
Sprache des ungesteuerten Roboters (Aufgabe 3.8 mit Lösung)	97, 576
Minimierung des Robotermodells (Beispiel 3.16)	140
Spezifikation der Roboterbewegung durch einen regulären Ausdruck (Aufgabe 4.10 mit Lösung)	177, 596
Beschreibung der Roboterbewegung durch einen regulären Ausdruck (Aufgabe 4.15 mit Lösung)	192, 598
Entwurf einer Robotersteuerung (Aufgabe 5.1)	231
Steuerung eines Schweißroboters (Aufgabe 5.14)	259
• Werkzeugmaschinen mit Warteschlange	
Beschreibung einer Warteschlange vor einer Werkzeugmaschine als deterministischer Automat (Aufgabe 3.22 mit Lösung)	113, 588
Verhalten zweier Werkzeugmaschinen mit Warteschlangen (Aufgabe 5.8 mit Lösung)	243, 604
Modellierung der Warteschlange vor einer Werkzeugmaschine als Markovkette (Beispiel 7.5)	355

Verhalten der Warteschlange (Aufgabe 7.6)	368
Verbesserung des Warteschlangenmodells (Aufgabe 7.7 mit Lösung)	368, 618
Analyse des Durchsatzes einer Werkzeugmaschine (Aufgabe 7.14 mit Lösung)	384, 624
• Fertigungszelle	
Darstellung der Ressourcenzuteilung in einer Fertigungszelle durch ein Automatennetz (Beispiel 5.5)	240
Darstellung der Ressourcenzuteilung durch ein Petrinetz (Aufgabe 6.5)	294
Zeitbewertete Beschreibung einer Fertigungszelle (Beispiel 9.1)	455
Erweiterung des Modells der Fertigungszelle (Aufgabe 9.1)	459
Modellierung der Fertigungszelle als verallgemeinerter zeitbewerteter Automat (Beispiel 9.3)	466
Verhalten der Fertigungszelle (Aufgabe 9.5)	470
Kommunikationstechnik	
Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen (Abschn. 1.2.6)	14
Schreiben eines SMS-Textes (Aufgabe 7.23 mit Lösung)	403, 627
Dekodierung einer über einen gestörten Kanal übertragenen Zeichenkette (Aufgabe 7.26 mit Lösung)	416, 630
• Telefonnetz	
Handhabung eines Kartentelefons (Aufgabe 1.5 mit Lösung)	23, 571
Sperrung der Vorwahl 0190 (Aufgabe 3.9 mit Lösung)	97, 577
Vermittlung von Telefongesprächen (Aufgabe 7.17 mit Lösung)	385, 626
• Netzwerkprotokoll	
Ereignisdiskrete Beschreibung einer Rechnerkommunikation (Beispiel 1.5)	15
Spezifikation eines Netzwerkprotokolls mit Hilfe eines deterministischen Automaten (Beispiel 3.4)	84
Modellierung eines einfachen Kommunikationsprotokolls (Aufgabe 9.2)	463
• Datenübertragung in Rechnernetzen	
Kommunikation zwischen Rechnern über ein gemeinsames Netz (Beispiel 3.2)	72
Beschreibung des Übertragungsverhaltens eines Rechnernetzes als Bernoulliprozess (Beispiel 7.3)	348
Verhalten des Bernoulliprozesses (Beispiel 7.6)	357
Datenübertragung zwischen zwei Rechnern (Beispiel 7.8)	367
Stationäres Verhalten der Datenübertragung (Aufgabe 7.11 mit Lösung)	383, 621
Mittlere Anzahl von Übertragungsversuchen beim WLAN (Beispiel 7.10)	375

Übertragungszeit für Datenpakete im WLAN (Beispiel 9.7)	501
Verhalten eines digitalen Übertragungsnetzes (Aufgabe 9.9)	486

Zuverlässigkeit technischer Systeme

Zuverlässigkeit eines Prozessrechners (Aufgabe 7.16)	385
Zuverlässigkeit eines Gerätes (Aufgabe 10.1 mit Lösung)	542, 647
Zeitverhalten der Zuverlässigkeit eines Gerätes (Aufgabe 10.9)	561
Ausfallverhalten eines Rechners (Aufgabe 10.2 mit Lösung)	543, 649

Fahrzeug- und Verkehrstechnik

Beschreibung eines Flugplatzes durch ein Petrinetz (Aufgabe 6.10)	308
Automatisches Garagentor (Aufgabe 3.2 mit Lösung)	87, 571
Modellierung einer Autowaschanlage (Aufgabe 6.13 mit Lösung)	323, 614
Modellbildung eines Verbrennungsmotors (Aufgabe 5.4 mit Lösung)	233, 600

• Fahrerassistenzsysteme

Ampel rot – Motor aus (Aufgabe 1.3 mit Lösung)	22, 568
Ereignisdiskrete Beschreibung eines <i>Tempomat</i> (Aufgabe 3.17 mit Lösung)	106, 582

• Einrichtungen im Straßenverkehr

Beschreibung einer Parkuhr (Aufgabe 3.15 mit Lösung)	105, 580
Zeitbewertete Beschreibung der Parkuhr (Aufgabe 9.3)	463
Mautstation <i>RUBCollect</i> (Aufgabe 4.2 mit Lösung)	156, 593
Auslegung einer Mautstation (Beispiel 9.10)	527
Modellierung einer Tankstelle (Aufgabe 6.3)	291
Wann müssen Sie tanken? (Aufgabe 10.8)	561
Verkehrszählung (Aufgabe 9.12)	508

• Steuerung einer Verkehrsampel

Beschreibung einer Verkehrsampel durch einen deterministischen Automaten (Beispiel 3.1)	66
Entwurf einer Ampelsteuerung (Aufgabe 5.2)	232
Analyse einer Ampelsteuerung (Aufgabe 6.7)	305

• Modellierung des Schienenverkehrs

Fahrgastinformationssystem (Aufgabe 1.4)	22
Ereignisdiskrete Beschreibung einer Eisenbahnverbindung (Aufgabe 1.6)	23

Eisenbahnverkehr auf der Strecke Dortmund–Köln (Aufgabe 6.1 mit Lösung)	290, 607
Fahrplan für die Bochumer Straßenbahn (Aufgabe 8.3 mit Lösung)	447, 639

Elektronische Schaltungen

• Schaltungsentwurf und -analyse

Entwurf digitaler Schaltungen und Schaltkreise (Abschn. 1.2.3)	7
Beschreibung einer sequenziellen Schaltung durch einen E/A-Automaten (Beispiel 2.2) ..	47
Modellierung eines Schieberegisters (Beispiel 5.6)	248
Beschreibung eines JK-Flipflops durch einen Automaten (Aufgabe 3.20 mit Lösung)	112, 585
Beschreibung eines RS-Flipflops (Aufgabe 3.19 mit Lösung)	112, 585
Ereignisdiskrete Beschreibung eines Gleichspannungswandlers (Aufgabe 4.16 mit Lösung)	199, 599

• Leiterkartenfertigung

Qualitätskontrolle einer Leiterkartenfertigung (Beispiel 7.1)	330
Erweiterte Qualitätskontrolle der Leiterkartenfertigung (Aufgabe 7.2 mit Lösung)	340, 616

Büroautomatisierung

Auswertung einer Bibliotheksdatenbank (Aufgabe 7.4 mit Lösung)	340, 617
Beschreibung von Verwaltungsvorgängen durch einen Σ -Automaten (Aufgabe 3.5 mit Lösung)	87, 574

Beispiele aus dem täglichen Leben

Ereignisdiskrete Betrachtung technischer und nichttechnischer Systeme (Aufgabe 1.2 mit Lösung)	21, 567
Ereignisdiskrete Prozesse im täglichen Leben (Aufgabe 2.1)	44
„Mensch ärgere dich nicht!“ (Aufgabe 7.8)	369
Wettervorhersage (Aufgabe 7.18)	386
Verbesserte Wettervorhersage (Aufgabe 7.27 mit Lösung)	417, 633
Friseurbesuch (Aufgabe 9.16 mit Lösung)	528, 646
Kofferrückgabe am Flughafen (Aufgabe 5.9 mit Lösung)	244, 606
Zeitbewertete Beschreibung des Kofferbandes (Aufgabe 9.7 mit Lösung)	471, 645
Innenausbau eines Hauses (Aufgabe 6.2 mit Lösung)	290, 609
Kollisionsverhütung bei Kränen (Aufgabe 6.9 mit Lösung)	306, 612

Beschreibung einer gesteuerten Rolltreppe durch einen Rückführautomaten (Aufgabe 5.13)	258
Sprache des Fußballschiedsrichters (Aufgabe 4.11)	177
• Fahrkartenautomat	
Arbeitsweise eines Fahrkartenautomaten (Aufgabe 1.1)	7
Modellierung eines Fahrkartenautomaten (Aufgabe 5.15)	259
Beschreibung von <i>Quick Check-In</i> durch einen E/A-Automaten (Aufgabe 3.14)	105
• Fahrstuhl	
Sprache eines Fahrstuhls (Aufgabe 3.11 mit Lösung)	97, 578
Sprache eines Fahrstuhls (Beispiel 4.10)	191
Grammatik der Fahrstuhlbewegung (Aufgabe 4.22)	217
Stochastisches Verhalten eines Fahrstuhls (Aufgabe 7.19)	386
• Waschmaschine	
Steuerung einer Waschmaschine (Beispiel 3.12)	114
Zeitbewertete Beschreibung einer Waschmaschine (Aufgabe 9.4)	463
• Selbstbedienungsrestaurant	
Zubereitung von Currywurst (Aufgabe 6.4)	291
Fastfood-Restaurant <i>RUBfood</i> (Aufgabe 9.15)	528
Ereignisdiskrete Arbeitsweise eines Getränkeautomaten (Beispiel 1.1)	4
Modellierung eines Getränkeautomaten (Aufgabe 3.13)	104