

Auf einen Blick

Einleitung	21
Teil I Programmieren	29
Kapitel 1: Programmieren in Python	31
Kapitel 2: Programmschleifen, Listen und Zeichenketten	43
Kapitel 3: Funktionen	57
Kapitel 4: Objektorientiert programmieren	71
Teil II Algorithmen	81
Kapitel 5: Algorithmus	83
Kapitel 6: Binäre Suche	85
Kapitel 7: Einfaches Sortieren	91
Kapitel 8: Zeitkomplexität von Algorithmen	97
Kapitel 9: Mergesort	103
Kapitel 10: Kürzeste Wege in einem Graphen	109
Kapitel 11: Kürzeste Rundreise	113
Teil III Mathematik	121
Kapitel 12: Logik	123
Kapitel 13: Menge	137
Kapitel 14: Relation	147
Kapitel 15: Abbildung	157
Kapitel 16: Graph	169
Kapitel 17: Teilbarkeit und Modulo-Rechnung	177
Kapitel 18: Gruppen, Ringe und Körper	185
Kapitel 19: Beweistechniken	193
Teil IV Codierung	203
Kapitel 20: Boolesche Funktionen	205
Kapitel 21: Zahlendarstellung	215
Kapitel 22: Einfache Codes	225
Kapitel 23: Daten komprimieren	231
Kapitel 24: Fehler erkennen mit CRC	235
Teil V Praktische Informatik	241
Kapitel 25: Datenbanken	243
Kapitel 26: Computernetze	257
Kapitel 27: Verschlüsseln mit öffentlichem Schlüssel	263
Kapitel 28: Künstliche Intelligenz	273

8 Auf einen Blick

Teil VI Theoretische Informatik	287
Kapitel 29: Berechenbarkeit	289
Kapitel 30: Reguläre Sprachen	293
Kapitel 31: Kontextfreie Grammatik und Stackautomat	307
Kapitel 32: Sprachklassen und Turingmaschinen	317
Kapitel 33: Parser und Compiler	327
Teil VII Top-Ten-Teil	337
Kapitel 34: Vier mal sieben	339
Teil VIII Anhang	345
Anhang A: Lösungen zu den Übungsaufgaben	347
Anhang B: Zum Weiterlesen	365
Literaturverzeichnis	369
Stichwortverzeichnis	373

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	21
Über dieses Buch	21
Konventionen in diesem Buch	21
Was Sie nicht lesen müssen	22
Törichte Annahmen über den Leser	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist	23
Teil I: Programmieren	23
Teil II: Algorithmen	23
Teil III: Mathematik	23
Teil IV: Codierung	24
Teil V: Praktische Informatik	24
Teil VI: Theoretische Informatik	25
Teil VII: Top-Ten-Teil	25
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	26
Wie es weitergeht	26
TEIL I	
PROGRAMMIEREN	29
Kapitel 1	
Programmieren in Python	31
Wertzuweisung	32
Einen Wert überschreiben	33
Python-Spezial	34
Bedingte Anweisung	34
If-Anweisung	34
If-Else-Anweisung	35
Flussdiagramme zeichnen	36
Datentypen und Operationen	37
Datentyp bool	38
Wertzuweisungen mit dem Datentyp bool	39
Operationen mit dem Datentyp bool	40
Kommentare	41
Zum Üben	41
Kapitel 2	
Programmschleifen, Listen und Zeichenketten	43
While-Schleife	43
Fakultäten berechnen	45
Programmschleifen entwerfen	45
Iterationsschema aufstellen	45
Iterationsgleichungen ableiten	46
Regeln für das Aufstellen der Iterationsgleichungen	46

10 Inhaltsverzeichnis

Iterationsgleichungen in eine While-Schleife umsetzen	47
Systematisches Vorgehen	48
For-Schleife	48
Listen	49
Liste erzeugen	50
Liste durchlaufen	50
Listen kopieren	50
Teilstücke von Listen ausschneiden	52
Strings	52
Strings verketteten	52
String-Methoden anwenden	53
Zum Üben	54
Iterationsschema aufstellen und in While-Schleife umsetzen	54
Primzahlen mit dem Sieb des Eratosthenes	55
Kapitel 3	
Funktionen	57
Funktionen definieren und aufrufen	57
Funktionsdefinition	58
Funktionsaufruf	58
»Wo war ich stehengeblieben?«	60
So funktioniert ein Stack	60
Lokale Variablen benutzen	61
Funktionen mit mehreren Parametern	62
Funktionen ohne Parameter	63
Funktionen ohne Rückgabewert	63
Funktionen benutzen	64
Rekursive Funktionen	64
Ausführung einer rekursiven Funktion	65
Zum Üben	68
Ziehung der Lottozahlen	68
Benennung von Variablen	70
Kapitel 4	
Objektorientiert programmieren	71
Klasse und Objekt	71
Attribute und Methoden	71
Kommentare und Benennungen	72
Bruchrechnung	72
Punktnotation	74
Das aktuelle Objekt self	74
Methoden	74
Punktnotation bei Methoden	75
Python-Spezial: »Magic Methods«	75
Rechenoperationen mit Brüchen	76
Bruch normalisieren	78
Bruch kürzen	78
Zum Üben	79

TEIL II	
ALGORITHMEN	81
Kapitel 5	
Algorithmus	83
Typische Anweisungsformen	83
Algorithmisch denken	84
Kapitel 6	
Binäre Suche	85
Suchstrategie	85
Logarithmus	86
Algorithmus binäre Suche	87
Python-Spezial	88
Zum Üben	88
Kapitel 7	
Einfaches Sortieren	91
Minimum einer Datenfolge bestimmen	91
Selectionsort	92
Liste sortieren	93
Programm	93
Zeitkomplexität	94
Analyse von Selectionsort	95
Kapitel 8	
Zeitkomplexität von Algorithmen	97
Zeitkomplexität	98
Untere und obere Schranken	98
Schlechtester Fall	99
Asymptotische Analyse	99
O-Notation	100
Zum Üben	101
Kapitel 9	
Mergesort	103
Divide-and-Conquer-Strategie	103
Ablauf von Mergesort	104
Verschmelzen zweier sortierter Hälften einer Liste	104
Implementierung	105
Zeitkomplexität	107
Untere Schranke für das Sortieren	107
Zum Üben	108
Kapitel 10	
Kürzeste Wege in einem Graphen	109
Idee des Verfahrens	109
Greedy-Strategie	111
Umsetzung in einen Algorithmus	111

12 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 11	
Kürzeste Rundreise	113
Problem des Handlungsreisenden	114
Die Mengen P und NP	115
Nichtdeterministischer Algorithmus	115
Polynomielle Zeitkomplexität	116
Ist $P = NP$?	117
NP-vollständige Probleme	117
Erfüllbarkeitsproblem (SAT)	118
Reduktion von SAT auf CLIQUE	119
Zum Üben	120
TEIL III	
MATHEMATIK	121
Kapitel 12	
Logik	123
Logische Aussagen	123
Logische Verknüpfungen	124
Formale Logik	126
Allgemeingültige Aussagen	127
Gesetze der Logik	128
Tautologien im Alltag	130
Logik im Alltag	130
Entweder Oder oder Entweder-oder	130
Umgangssprachliches Oder	130
Wenn-dann in der Umgangssprache	131
Die Tücken der logischen Folgerung	132
Prädikate	132
Quantoren	133
Zum Üben	135
Kapitel 13	
Menge	137
Mengen bilden	137
Mengen im Alltag	138
Zahlenmengen	139
Teilmenge	140
Die leere Menge	140
Wir Kieler	141
Potenzmenge	142
Mengen verknüpfen	143
Komplement	144
Gesetze der Mengenlehre	144
Duale Gesetze	145
Zum Üben	146

Kapitel 14	
Relation	147
Kartesisches Produkt	147
Was ist ein Paar?	148
Relation als Teilmenge eines kartesischen Produkts	148
Mathe pur	148
Schreibweise von Relationen	149
Relationen anschaulich darstellen	150
Eigenschaften von Relationen	151
Beispiele dieser Eigenschaften	152
Ordnungsrelation und Äquivalenzrelation	153
Operationen auf Relationen	154
n -stellige Relationen	155
Gute Frage	155
Wozu brauchen wir das?	155
Zum Üben	156
Kapitel 15	
Abbildung	157
Abbildung als spezielle Relation	157
Nichts anderes als ...	158
Schreibweise für Abbildungen	159
Wertetabelle einer Abbildung	160
Mathe pur	160
Funktion	161
Verknüpfungen	161
Wertetabelle einer Verknüpfung	162
Verknüpfungstafel	162
Eigenschaften von Abbildungen	163
Injektive Abbildung	163
Surjektive Abbildung	164
Wertetabellen von injektiven und surjektiven Abbildungen	164
Bijektive Abbildung	165
Zählen	166
Mächtigkeit von Mengen	166
Folgen	166
Endliche Folgen	167
Zum Üben	167
Kapitel 16	
Graph	169
Knoten und Kanten	169
Pfad	170
Baum	171
Ungerichteter Graph	172
Markierte Graphen	174
Zum Üben	175

14 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 17	
Teilbarkeit und Modulo-Rechnung	177
Teilbarkeit	177
Ist null durch null teilbar?	178
Fragen	178
Teiler einer Zahl	179
Relation »teilt«	179
Gemeinsamer Teiler	179
Größter gemeinsamer Teiler	179
Funktion ggt	180
Primzahlen	180
Wie viele Primzahlen gibt es?	181
Modulo-Rechnung	181
Operation mod n und Relation kongruent mod n	182
Modulo n rechnen	183
Zum Üben	184
Kapitel 18	
Gruppen, Ringe und Körper	185
Die Gruppenaxiome	185
Elemente verknüpfen	186
Halbgruppe	187
Gruppe	188
Die Gruppe \mathbb{Z}_n^*	190
Ring	190
Körper	191
Zum Üben	192
Kapitel 19	
Beweistechniken	193
Direkter Beweis	193
Äquivalente Umformung	193
Direkte Umformung	194
Kontraposition	194
Beweis durch Widerspruch	195
Es gibt unendlich viele Primzahlen	195
Varianten des Widerspruchsbeweises	196
$\sqrt{2}$ ist irrational	196
Gaußsche Summenformel	197
Beweis durch Induktion	198
Dominoeffekt	199
Der erste Stein	199
Jesus und die Ehebrecherin (Johannes 8)	199
Leere Menge	200
Zum Üben	201

TEIL IV	
CODIERUNG	203
Kapitel 20	
Boolesche Funktionen	205
Null und Eins	206
Boolesche Funktionen darstellen	206
Boolesche Funktionen minimieren	207
Algebraische Umformung	207
KV-Diagramm	208
Blöcke mit Einsen zusammenfassen	209
Drei und vier Argumentvariablen	210
Anwendung	211
Realisierung mit Nand-Gattern	213
Zum Üben	213
Kapitel 21	
Zahlendarstellung	215
Zahlensysteme zur Basis b	215
Zahlensysteme im Überblick	216
Zwischen Zahl und Darstellung hin und her rechnen	216
Programme	218
Zahlensysteme zu anderer Basis	219
Ganze Zahlen im Binärsystem	220
Betrag-Vorzeichen-Darstellung	220
Exzess-Darstellung	220
Einerkomplement-Darstellung	221
Zweierkomplement-Darstellung	222
Kommazahlen im Binärsystem	223
Rechnen mit Kommazahlen	223
Genauigkeit von Gleitkommazahlen	224
Zum Üben	224
Kapitel 22	
Einfache Codes	225
Schreibweise	225
Blockcodes	227
Unicode	228
Hamming-Abstand	228
Fehlererkennung	229
Binärcode mit Paritätsbit	230
Kapitel 23	
Daten komprimieren	231
Konstruktion des Huffman-Baums	231
Konstruktion des Huffman-Codes	232
Eigenschaften des Huffman-Codes	233
Informationsgehalt eines Textes	234
Zum Üben	234

16 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 24	
Fehler erkennen mit CRC	235
Idee des Verfahrens	235
Polynom	236
Polynomdivision	237
Der CRC-Algorithmus	237
Erkennung von Fehlern	238
Zum Üben	240
TEIL V	
PRAKTISCHE INFORMATIK	241
Kapitel 25	
Datenbanken	243
Datenbankrelationen	244
Attribut	245
Schlüssel	246
Datenbankentwurf	247
Entitäten und Beziehungen	247
Schlüssel und Fremdschlüssel	249
Entity-Relationship-Diagramm	249
Datenbankanfragen	250
Index	253
Datenbankmanagementsystem	254
Zum Üben	255
Kapitel 26	
Computernetze	257
Adressen	257
Protokoll	258
Protokolle im täglichen Leben	258
Protokollstapel	259
Schnittstellen	260
Protokolle in der Informatik	261
Kapitel 27	
Verschlüsseln mit öffentlichem Schlüssel	263
Diffie-Hellman-Schlüsselvereinbarung	264
Ablauf des Verfahrens	265
Problem des diskreten Logarithmus	265
Public-Key-Verschlüsselung	266
RSA-Verfahren	267
Beispiel mit kleinen Zahlen	267
Schlüssel erzeugen	268
Sicherheit	268
Berechnungsverfahren	269
Primzahltest	269

Schnelle Exponentiation	270
Größter gemeinsamer Teiler	271
Zum Üben	271
Kapitel 28	
Künstliche Intelligenz	273
Spiele spielen	274
Den Spielbaum auswerten	275
Programm	276
Spielstellungen repräsentieren	278
Andere Spiele	280
Zum Üben	280
Neuronales Netz	281
Funktionsweise	281
Training	282
Programm	282
Sprachmodelle	284
TEIL VI	
THEORETISCHE INFORMATIK	287
Kapitel 29	
Berechenbarkeit	289
Das Halteproblem	290
Praktisch nicht berechenbar	291
Kapitel 30	
Reguläre Sprachen	293
Regulärer Ausdruck	294
Reguläre Operationen	294
Endlicher Automat	296
Arbeitsweise des Automaten	297
Formale Definition	298
Deterministisch und nichtdeterministisch	299
Nichtdeterministisch, deterministisch und nicht deterministisch	299
Simulation eines nichtdeterministischen endlichen Automaten	302
Teilmengenkonstruktion	303
Endliche Automaten und reguläre Sprachen	304
Sprachen, die nicht regulär sind	305
Zum Üben	306
Kapitel 31	
Kontextfreie Grammatik und Stackautomat	307
Kontextfreie Grammatik	307
Wörter ableiten	308
Eine Sprache erzeugen	309
Wörter reduzieren	310
Rechtslineare Grammatik	310
Noch ein Beispiel	311

18 Inhaltsverzeichnis

Stackautomat	311
Erkennung von Wörtern	313
Zum Üben	315
Kapitel 32	
Sprachklassen und Turingmaschinen	317
Hierarchie der Sprachklassen	317
Die Sprachklassen \mathcal{L}_0 und \mathcal{L}_1	318
Grammatiken für \mathcal{L}_0	318
Grammatiken für \mathcal{L}_1	318
Turingmaschine	320
Formale Definition	321
Arbeitsweise der Turingmaschine	322
Turingtabelle	323
Mit Turingmaschinen erkennbare Sprachen	323
Entscheidbare Sprachen	324
Nichtdeterministische und deterministische Turingmaschinen	325
Kapitel 33	
Parser und Compiler	327
Grammatik als Ausgangspunkt	327
Parser für arithmetische Ausdrücke	328
Compiler für arithmetische Ausdrücke	331
Basisfunktionen für Parser und Compiler	332
Python-Spezial: Globale Variablen	332
Zum Üben	334
TEIL VII	
TOP-TEN-TEIL	337
Kapitel 34	
Vier mal sieben	339
Die 7 elementarsten Begriffe	339
Bit	339
Algorithmus	339
Code	340
Automat	340
Relation	340
Gruppe	340
Wertzuweisung	340
Die 7 verrücktesten Dinge	340
Rekursion	340
Fehlererkennung in Codes	341
Diffie-Hellman-Schlüsselvereinbarung	341
Public-Key-Verschlüsselung	341
Nichtdeterminismus	341
Nicht-Entscheidbarkeit	341
NP-Vollständigkeit	341

Die 7 cleversten Algorithmen	342
Euklidischer Algorithmus	342
Binäre Suche	342
Mergesort	342
Huffman-Code	342
Schnelle Exponentiation	342
Primzahltest	342
Recursive-Descent-Parsen	343
Die 7 bedeutendsten Informatik-Pioniere	343
Euklid (um 300 v.Chr.)	343
George Boole (1815–1864)	343
Alan M. Turing (1912–1954)	343
Edsger W. Dijkstra (1930–2002)	343
C.A.R. Hoare (geb. 1934)	343
Noam Chomsky (geb. 1928)	344
Whitfield Diffie (geb. 1944) und Martin Hellman (geb. 1945)	344

TEIL VIII ANHANG345

**Anhang A
Lösungen zu den Übungsaufgaben 347**

Teil I: Programmieren	347
Kapitel 2	347
Kapitel 4	348
Teil II: Algorithmen	349
Kapitel 6	349
Kapitel 8	349
Kapitel 9	350
Kapitel 11	351
Teil III: Mathematik	351
Kapitel 12	351
Kapitel 13	351
Kapitel 14	352
Kapitel 15	352
Kapitel 16	353
Kapitel 17	353
Kapitel 18	354
Kapitel 19	354
Teil IV: Codierung	355
Kapitel 20	355
Kapitel 21	357
Kapitel 23	357
Teil V: Praktische Informatik	358
Kapitel 25	358
Kapitel 27	359
Kapitel 28	359

20 Inhaltsverzeichnis

Teil VI: Theoretische Informatik	361
Kapitel 30	361
Kapitel 31	361
Kapitel 33	362
Anhang B	
Zum Weiterlesen	365
Vorkurs Informatik	365
Mathematik	365
Programmieren	365
Algorithmen	365
Informatik	366
Datenbanken	366
Theoretische Informatik	366
Kryptografie	366
Literaturverzeichnis	369
Stichwortverzeichnis	373