

# Auf einen Blick

<b>Über die Autoren</b> .....	<b>11</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>25</b>
<b>Teil I: Erste Schritte</b> .....	<b>31</b>
<b>Kapitel 1:</b> Grundlegendes über Algorithmen .....	31
<b>Kapitel 2:</b> Algorithmen-Design .....	45
<b>Kapitel 3:</b> Mit Python Algorithmen verwenden .....	63
<b>Kapitel 4:</b> Algorithmen mit Python programmieren: Grundlagen .....	85
<b>Kapitel 5:</b> Grundlagen der Datenbearbeitung mit Python .....	107
<b>Teil II: Die Notwendigkeit des Suchens und Sortierens</b> .....	<b>127</b>
<b>Kapitel 6:</b> Daten strukturieren .....	129
<b>Kapitel 7:</b> Daten ordnen und durchsuchen .....	145
<b>Teil III: Die Welt der Graphen</b> .....	<b>165</b>
<b>Kapitel 8:</b> Die Grundlagen von Graphen .....	167
<b>Kapitel 9:</b> Punkte verbinden .....	183
<b>Kapitel 10:</b> Die Geheimnisse der Graphen .....	207
<b>Kapitel 11:</b> Die richtige Webseite finden .....	217
<b>Teil IV: Der Kampf mit Big Data</b> .....	<b>233</b>
<b>Kapitel 12:</b> Big Data verwalten .....	235
<b>Kapitel 13:</b> Abläufe parallelisieren .....	257
<b>Kapitel 14:</b> Daten komprimieren .....	271
<b>Teil V: Komplexe Aufgaben angehen</b> .....	<b>285</b>
<b>Kapitel 15:</b> Mit gierigen Algorithmen arbeiten .....	287
<b>Kapitel 16:</b> Dynamische Programmierung .....	301
<b>Kapitel 17:</b> Randomisierte Algorithmen .....	323
<b>Kapitel 18:</b> Lokale Suchen durchführen .....	339
<b>Kapitel 19:</b> Lineare Optimierung .....	355
<b>Kapitel 20:</b> Heuristiken untersuchen .....	367
<b>Teil VI: Zehn große Algorithmen</b> .....	<b>383</b>
<b>Kapitel 21:</b> Zehn algorithmische Verfahren, die die Welt verändern .....	385
<b>Kapitel 22:</b> Zehn bislang ungelöste Probleme .....	391
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>397</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Über die Autoren</b> .....	<b>11</b>
John Muellers Widmung .....	11
Luca Massarons Widmung .....	11
John Muellers Danksagung .....	12
Luca Massarons Danksagung .....	12
<b>Einführung</b> .....	<b>25</b>
Über dieses Buch .....	25
Konventionen in diesem Buch .....	26
Törichte Annahmen über den Leser .....	26
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden .....	27
Wie es weitergeht .....	28
<b>TEIL I</b>	
<b>ERSTE SCHRITTE</b> .....	<b>31</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Grundlegendes über Algorithmen</b> .....	<b>31</b>
Algorithmen beschreiben .....	32
Definitionen zur Anwendung von Algorithmen .....	33
Algorithmen sind überall .....	36
Mit Computern Aufgaben lösen .....	37
Moderne CPUs und GPUs wirksam einsetzen .....	37
Arbeiten mit Spezialchips .....	38
Netzwerke wirksam einsetzen .....	39
Daten effektiv nutzen .....	39
Zwischen Aufgaben und Lösungen unterscheiden .....	40
Richtigkeit und Effizienz .....	40
Die Erkenntnis, dass nichts umsonst ist .....	41
Die Strategie an die Aufgabe anpassen .....	41
Algorithmen in einer Lingua franca beschreiben .....	41
Schwierige Aufgaben angehen .....	42
Daten für Lösungen strukturieren .....	42
Die Sichtweise eines Computers .....	42
Datenordnung muss sein .....	43
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Algorithmendesign</b> .....	<b>45</b>
Der Anfang der Problemlösung .....	46
Praxisaufgaben modellieren .....	46

Lösungen und Gegenbeispiele finden . . . . .	48
Auf den Schultern von Riesen stehen . . . . .	49
Teile und herrsche . . . . .	49
Brute-Force-Lösungen vermeiden . . . . .	50
Erster Schritt: Vereinfachen . . . . .	51
Reduktion ist meist vorteilhaft . . . . .	51
Erkennen, dass Gier gut sein kann . . . . .	52
Gierig denken . . . . .	52
Eine gute Lösung . . . . .	53
Kostenberechnungen und Heuristiken . . . . .	54
Das Problem in einem Raum darstellen . . . . .	54
Zufällig und von Glück gesegnet . . . . .	55
Heuristiken und Kostenfunktionen verwenden . . . . .	55
Algorithmen auswerten . . . . .	56
Simulationen mittels abstrakter Maschinen . . . . .	57
Weitere Abstrahierungen . . . . .	58
Mit Funktionen arbeiten . . . . .	59

**Kapitel 3**  
**Mit Python Algorithmen verwenden . . . . . 63**

Die Vorteile von Python . . . . .	64
Wie Python in diesem Buch verwendet wird . . . . .	65
Mit MATLAB arbeiten . . . . .	66
Andere Testumgebungen für Algorithmen . . . . .	67
Python-Distributionen . . . . .	67
Analytics Anaconda installieren . . . . .	68
Enthought Canopy Express . . . . .	69
Python(x,y) . . . . .	69
WinPython . . . . .	69
Python auf Linux installieren . . . . .	70
Python auf MacOS installieren . . . . .	71
Python auf Windows installieren . . . . .	72
Datensätze und Beispielcode herunterladen . . . . .	76
Jupyter Notebook benutzen . . . . .	76
Das Coderepository definieren . . . . .	77
Die Datensätze in diesem Buch verstehen . . . . .	83

**Kapitel 4**  
**Algorithmen mit Python programmieren: Grundlagen . . . . . 85**

Mit Zahlen und Logik arbeiten . . . . .	86
Variablenzuordnungen vornehmen . . . . .	87
Berechnungen durchführen . . . . .	88
Datenvergleich durch boolesche Ausdrücke . . . . .	89
Strings erstellen und verwenden . . . . .	91
Mit Datumsangaben arbeiten . . . . .	92
Funktionen erstellen und verwenden . . . . .	93

Mehrfach aufrufbare Funktionen erstellen .....	93
Funktionen aufrufen .....	94
Bedingte Anweisungen und Schleifen verwenden .....	97
Entscheidungen mittels if-Befehl treffen .....	97
Mittels verschachtelter Entscheidungen zwischen mehreren Möglichkeiten auswählen .....	98
Iterative Aufgaben mittels for-Schleife ausführen .....	99
Der while-Befehl .....	100
Daten in Mengen, Katalogen und Tupeln speichern .....	101
Datasets erstellen .....	101
Listen erstellen .....	102
Tupel erstellen und verwenden .....	103
Nützliche Iteratoren definieren .....	104
Daten mittels Dictionaries indizieren .....	105

## Kapitel 5

### Grundlagen der Datenbearbeitung mit Python ..... 107

Berechnungen mit Vektoren und Matrizen .....	108
Variablen- und Vektoroperationen verstehen .....	108
Vektoren multiplizieren .....	110
Der erste Schritt: Matrizen erstellen .....	111
Matrizen multiplizieren .....	112
Erweiterte Matrizenoperationen definieren .....	114
Der richtige Weg: Kombinationen erzeugen .....	115
Permutationen unterscheiden .....	116
Kombinationen erzeugen .....	117
Wiederholungen behandeln .....	118
Ergebnisse mit Rekursion erzielen .....	118
Die Funktionsweise der Rekursion .....	118
Endrekursionen entfernen .....	121
Prozesse schneller ausführen .....	122
Der »teile und herrsche«-Ansatz .....	122
Zwischen möglichen Lösungen unterscheiden .....	125

## TEIL II

### DIE NOTWENDIGKEIT DES SUCHENS UND SORTIERENS ..... 127

## Kapitel 6

### Daten strukturieren ..... 129

Die Notwendigkeit einer Struktur .....	130
Inhalt vereinfacht darstellen .....	130
Daten aus verschiedenen Quellen anpassen .....	131
Die Wichtigkeit der Datenbereinigung .....	132
Daten gestapelt und kumuliert anordnen .....	134
Stapelweise Anordnungen .....	135

Warteschlangen verwenden .....	136
Daten mittels assoziativen Datenfeldern finden .....	137
Mit Bäumen arbeiten .....	138
Grundlegendes über Bäume .....	139
Bäume erstellen .....	139
Relationen in Graphen darstellen .....	141
Über Bäume hinauswachsen .....	142
Graphen erstellen .....	143

**Kapitel 7**

**Daten ordnen und durchsuchen ..... 145**

Daten mit Mergesort und Quicksort sortieren .....	146
Die Notwendigkeit des Sortierens .....	146
Daten naiv anordnen .....	147
Bessere Sortiertechniken einsetzen .....	149
Suchbäume und Heaps verwenden .....	153
Die Notwendigkeit einer effizienten Suche .....	154
Binäre Suchbäume erstellen .....	156
Spezialisierte Suchen mit einem binären Heap .....	157
Hashing verwenden .....	158
Alles in Buckets füllen .....	158
Kollisionen vermeiden .....	160
Hashfunktionen selbst erstellen .....	161

**TEIL III**

**DIE WELT DER GRAPHEN ..... 165**

**Kapitel 8**

**Die Grundlagen von Graphen ..... 167**

Die Wichtigkeit von Netzwerken .....	168
Grundlegendes über Graphen .....	168
Graphen sind überall .....	170
Die soziale Seite eines Graphen .....	171
Teilgraphen verstehen .....	172
Definitionen für das Zeichnen von Graphen .....	172
Die wichtigsten Eigenschaften von Graphen .....	173
Graphen zeichnen .....	174
Die Funktionalität eines Graphen .....	175
Kanten und Knoten zählen .....	176
Zentralität berechnen .....	178
Graphen in ein numerisches Format bringen .....	180
Graphen zu einer Matrix hinzufügen .....	181
Dünn besetzte Matrizen verwenden .....	182
Graphen durch Listen ausdrücken .....	182

**Kapitel 9**

<b>Punkte verbinden</b> .....	<b>183</b>
Graphen effizient durchsuchen .....	184
Einen Graphen erstellen .....	184
Breitensuche anwenden .....	186
Tiefensuche anwenden .....	187
Die Entscheidung für eine Methode .....	189
Die Elemente eines Graphen sortieren .....	189
Mit gerichteten azyklischen Graphen arbeiten .....	190
Topologische Sortierungen verwenden .....	191
Die Reduktion auf einen minimalen Spannbaum .....	192
Geeignete Algorithmen verwenden .....	195
Vorrangwarteschlangen kennenlernen .....	195
Den Algorithmus von Prim einsetzen .....	196
Den Algorithmus von Kruskal testen .....	198
Entscheiden, welcher Algorithmus am besten passt .....	200
Den kürzesten Weg finden .....	201
Definieren, was der kürzeste Weg ist .....	201
Der Dijkstra-Algorithmus: eine Erklärung .....	203

**Kapitel 10**

<b>Die Geheimnisse der Graphen</b> .....	<b>207</b>
Soziale Netzwerke als Graphen betrachten .....	207
Netzwerke in Gruppen clustern .....	208
Communitys entdecken .....	210
Einen Graphen durchlaufen .....	213
Grade der Trennung abzählen .....	213
Graphen zufällig durchlaufen .....	215

**Kapitel 11**

<b>Die richtige Webseite finden</b> .....	<b>217</b>
Die Welt in einer Suchmaschine .....	218
Datensuche im Internet .....	218
Die richtigen Daten finden .....	218
Die Funktionsweise des PageRank-Algorithmus .....	219
Die Logik hinter dem PageRank-Algorithmus .....	220
Das A und O von PageRank .....	221
PageRank implementieren .....	222
Pythonskripte implementieren .....	222
Der Kampf mit naiven Implementierungen .....	225
Langeweile und Teleportation .....	228
Das Leben einer Suchmaschine .....	229
Andere Verwendungsmöglichkeiten von PageRank .....	230
Über das PageRank-Paradigma hinaus .....	230
Semantisches Suchen .....	231
Ranking von Suchergebnissen mit künstlicher Intelligenz .....	231

## TEIL IV DER KAMPF MIT BIG DATA.....233

### Kapitel 12 Big Data verwalten .....235

Die Umwandlung von Strom in Daten .....	236
Die Auswirkungen von Moore .....	236
Daten sind überall .....	238
Algorithmen ins Geschäft bringen.....	240
Datenflüsse streamen .....	242
Streams korrekt analysieren.....	243
Die richtigen Daten auswählen .....	244
Lösungen aus Stream-Daten skizzieren .....	248
Datenstromelemente filtern.....	248
Bloomfilter darstellen .....	251
Die Anzahl der Elemente bestimmen .....	254
Elemente eines Streams abzählen.....	256

### Kapitel 13 Abläufe parallelisieren .....257

Die Handhabung großer Datenmengen.....	258
Die parallele Methode .....	258
Dateien und Vorgänge verteilen .....	260
Lösungen mit MapReduce.....	262
Operationen verteilen .....	264
Algorithmen für MapReduce erstellen .....	265
MapReduce-Simulationen erstellen .....	266
Anfragen durch Mapping.....	268

### Kapitel 14 Daten komprimieren .....271

Daten reduzieren .....	272
Codierungen verstehen .....	272
Die Folgen der Kompression.....	273
Die Entscheidung für eine Kompressionsart .....	275
Die Wahl einer vernünftigen Codierung .....	276
Codieren mit der Huffman-Kompression.....	279
Folgen merken mit dem LZW-Algorithmus .....	280

<b>TEIL V</b>	
<b>KOMPLEXE AUFGABEN ANGEHEN</b> .....	<b>285</b>
<b>Kapitel 15</b>	
<b>Mit gierigen Algorithmen arbeiten</b> .....	<b>287</b>
Die Entscheidung, wann Gier Sinn macht. ....	288
Die Vorteile der Gier. ....	289
Gierige Algorithmen im Zaum halten .....	290
NP-vollständige Probleme. ....	292
Herausfinden, wieso Gier nützlich ist .....	293
Daten im Cache anordnen .....	294
Der Kampf um Ressourcen .....	295
Noch mal zu Huffman-Codierungen .....	297
<b>Kapitel 16</b>	
<b>Dynamische Programmierung</b> .....	<b>301</b>
Dynamische Programmierung – was ist das? .....	302
Die historische Grundlage .....	302
Probleme dynamisieren .....	303
Rekursion dynamisch auslegen .....	304
Memoisation verwenden. ....	307
Die besten dynamischen Techniken .....	309
Den Rucksack packen. ....	309
Städte bereisen .....	313
Näherungsweise nach Strings suchen .....	317
<b>Kapitel 17</b>	
<b>Randomisierte Algorithmen</b> .....	<b>323</b>
Die Funktionsweise der Randomisierung .....	324
Die Notwendigkeit der Randomisierung .....	324
Das Wahrscheinlichkeitsprinzip verstehen .....	325
Verteilungen verstehen .....	326
Die Monte-Carlo-Simulation .....	329
Den Zufall in die Logik einbauen .....	331
Den Median durch Quickselect bestimmen .....	332
Monte-Carlo-Simulationen ausführen .....	334
Schneller sortieren mit Quicksort .....	337
<b>Kapitel 18</b>	
<b>Lokale Suchen durchführen</b> .....	<b>339</b>
Lokale Suchen verstehen. ....	340
Die Nachbarschaft kennen .....	340
Tricks bei der lokalen Suche .....	342
Bergsteigen und das Damenproblem .....	343



Die Funktionsweise des Simulated Annealing . . . . . 346  
Wiederholungen durch die Tabu-Suche vermeiden . . . . . 347  
Die Erfüllbarkeit boolescher Schaltkreise . . . . . 348  
2-SAT mittels Randomisierungen lösen . . . . . 349  
Die Code-Implementierung in Python . . . . . 350  
Die Wichtigkeit des Anfangspunkts . . . . . 353

**Kapitel 19**

**Lineare Optimierung . . . . . 355**

Lineare Funktionen – ein Werkzeug . . . . . 356  
Die mathematischen Grundlagen . . . . . 357  
Während des Planens vereinfachen . . . . . 358  
Das Simplex-Verfahren geometrisch bearbeiten . . . . . 359  
Die Grenzen der linearen Optimierung . . . . . 361  
Lineare Optimierung in der Praxis . . . . . 361  
PuLP auf dem eigenen Computer installieren . . . . . 362  
Produktionsvorgänge und Einnahmen optimieren . . . . . 362

**Kapitel 20**

**Heuristiken untersuchen . . . . . 367**

Unterschiedliche Heuristiken kennenlernen . . . . . 368  
Die Ziele heuristischer Verfahren . . . . . 368  
Von genetisch zu künstlich . . . . . 369  
Heuristische Routensuche bei Robotern . . . . . 370  
Unbekannte Gebiete erkunden . . . . . 370  
Entfernungsmessungen als Heuristiken verwenden . . . . . 372  
Pathfinding-Algorithmen verstehen . . . . . 373  
Einen Irrgarten erstellen . . . . . 373  
Die Suche nach dem besten Weg . . . . . 376  
Heuristische Bewegungen mit A\* . . . . . 379

**TEIL VI**

**ZEHN GROSSE ALGORITHMEN . . . . . 383**

**Kapitel 21**

**Zehn algorithmische Verfahren, die die Welt verändern . . . . . 385**

Sortierverfahren einsetzen . . . . . 386  
Suchen durchführen . . . . . 386  
Mit Zufallszahlen eine neue Ordnung herstellen . . . . . 386  
Datenkompressionen vornehmen . . . . . 387  
Die Geheimhaltung von Daten . . . . . 387  
Datenbereiche ändern . . . . . 388  
Zusammenhänge erkennen . . . . . 388  
Muster in Daten erkennen . . . . . 389  
Mit Automatisierung und automatischen Antworten arbeiten . . . . . 390  
Eindeutige Identifizierungen erstellen . . . . . 390

**Kapitel 22**

<b>Zehn bislang ungelöste Probleme</b> .....	<b>391</b>
Textsuchen bearbeiten .....	392
Wörter unterscheiden .....	392
Herausfinden, wann eine Anwendung anhält .....	392
Einwegfunktionen erstellen und verwenden .....	393
Die Multiplikation großer Zahlen .....	393
Die Gleichverteilung von Ressourcen .....	394
Die Berechnungszeit der Editierdistanz reduzieren .....	394
Aufgaben schnell lösen .....	395
Das Paritätsspiel spielen .....	395
Räumliche Aufgabenstellungen verstehen .....	395
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>397</b>