

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	11
<b>Grundlagen</b>	
<b>1 Grundlagen</b> .....	<b>21</b>
Einführung	21
Algorithmen	22
Themenübersicht	23
<b>2 Pascal</b> .....	<b>27</b>
Beispiel: Euklidischer Algorithmus	28
Datentypen	30
Ein-/Ausgabe	31
Abschließende Bemerkungen	33
<b>3 Elementare Datenstrukturen</b> .....	<b>35</b>
Felder	36
Verkettete Listen	38
Speicherzuweisung	43
Stapel	46
Schlangen	51
Abstrakte Datentypen	52
<b>4 Bäume</b> .....	<b>57</b>
Terminologie	58
Eigenschaften	61
Darstellung binärer Bäume	63
Darstellung von Wäldern	66
Traversierung von Bäumen	68
<b>5 Rekursion</b> .....	<b>75</b>
Rekurrente Beziehungen	76
Teile und Herrsche	78
Rekursive Traversierung von Bäumen	84
Beseitigung der Rekursion	86
Ausblick	89

<b>6</b>	<b>Analyse von Algorithmen</b> . . . . .	<b>93</b>
	Rahmen	94
	Klassifikation von Algorithmen	96
	Berechnungskomplexität	98
	Analyse des durchschnittlichen Falles	101
	Näherungsweise und asymptotische Ergebnisse	102
	Grundlegende rekurrente Beziehungen	103
	Ausblick	106
<b>7</b>	<b>Implementation von Algorithmen</b> . . . . .	<b>109</b>
	Auswahl eines Algorithmus	110
	Empirische Analyse	112
	Programmoptimierung	113
	Algorithmen und Systeme	115
 <b>Sortieralgorithmen</b>		
<b>8</b>	<b>Elementare Sortierverfahren</b> . . . . .	<b>121</b>
	Spielregeln	122
	Selection Sort	125
	Insertion Sort	127
	Exkurs: Bubble Sort	129
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit elementarer Sortiermethoden	130
	Sortieren von Dateien mit großen Datensätzen	134
	Shellsort	136
	Distribution Counting	141
<b>9</b>	<b>Quicksort</b> . . . . .	<b>145</b>
	Der grundlegende Algorithmus	146
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit von Quicksort	151
	Beseitigung der Rekursion	152
	Kleine Teildateien	155
	Zerlegung mit Hilfe des mittleren von drei Elementen	156
	Auswählen	157
<b>10</b>	<b>Digitales Sortieren</b> . . . . .	<b>163</b>
	Bits	164
	Radix Exchange Sort	165
	Straight Radix Sort	170
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit digitaler Sortierverfahren	172
	Ein lineares Sortierverfahren	173
<b>11</b>	<b>Prioritätswarteschlangen</b> . . . . .	<b>177</b>
	Elementare Implementationen	179
	Die Datenstruktur des Heaps	180
	Algorithmen mit Heaps	182
	Heapsort	186

	Indirekte Heaps	192
	Weiterentwickelte Implementationen	194
<b>12</b>	<b>Mergesort</b> . . . . .	<b>197</b>
	Mischen	198
	Mergesort	200
	Mergesort von Listen	202
	Bottom-Up Mergesort	202
	Kenngrößen der Leistungsfähigkeit	206
	Optimierte Implementationen	209
	Weitere Bemerkungen zur Rekursion	209
<b>13</b>	<b>Externes Sortieren</b> . . . . .	<b>213</b>
	Sortieren-Mischen	214
	Ausgeglichenes Mehrweg-Mischen	215
	Replacement Selection	217
	Praktische Erwägungen	220
	Mehrphasen-Mischen	222
	Ein einfacherer Weg	225
<b>Suchalgorithmen</b>		
<b>14</b>	<b>Elementare Suchmethoden</b> . . . . .	<b>231</b>
	Sequentielle Suche	233
	Binäre Suche	236
	Suche in einem Binärbaum	241
	Löschen	248
	Indirekte binäre Suchbäume	250
<b>15</b>	<b>Ausgeglichene Bäume</b> . . . . .	<b>255</b>
	Top-Down 2-3-4-Bäume	256
	Rot-Schwarz-Bäume	260
	Andere Algorithmen	269
<b>16</b>	<b>Hashing</b> . . . . .	<b>273</b>
	Hash-Funktionen	274
	Getrennte Verkettung	276
	Lineares Austesten	279
	Doppeltes Hashing	281
	Ausblick	285
<b>17</b>	<b>Digitales Suchen</b> . . . . .	<b>289</b>
	Digitale Suchbäume	290
	Digitale Such-Tries	293
	Digitales Mehrwege-Suchen	296
	Patricia	298

<b>18</b>	<b>× Externes Suchen</b> . . . . .	<b>305</b>
	Indexsequentieller Zugriff	307
	B-Bäume	308
	Erweiterbares Hashing	313
	Virtueller Speicher	319

### Verarbeitung von Zeichenfolgen

<b>19</b>	<b>× Suchen in Zeichenfolgen</b> . . . . .	<b>325</b>
	Kurzer historischer Abriss	326
	Der grobe Algorithmus	327
	Der Algorithmus von Knuth-Morris-Pratt	329
	Der Algorithmus von Boyer-Moore	334
	Der Algorithmus von Rabin-Karp	338
	Mehrfache Suche	340
<b>20</b>	<b>Pattern Matching</b> . . . . .	<b>343</b>
	Beschreibung von Mustern	344
	Automaten für das Pattern Matching	345
	Darstellung des Automaten	349
	Simulation des Automaten	350
<b>21</b>	<b>Syntaxanalyse (Parsing)</b> . . . . .	<b>357</b>
	Kontextfreie Grammatiken	358
	Der rekursive Abstieg (Top-Down-Syntaxanalyse)	361
	Bottom-Up-Syntaxanalyse	364
	Compiler	365
	Compiler-Compiler	368
<b>22</b>	<b>× Datenkomprimierung</b> . . . . .	<b>371</b>
	Laufängerkodierung	372
	Kodierung mit variabler Länge	375
	Erzeugung des Huffman-Codes	377
	Implementation	380
<b>23</b>	<b>Kryptologie</b> . . . . .	<b>385</b>
	Spielregeln	386
	Einfache Methoden	388
	Ver- und Entschlüsselungsmaschinen	390
	Kryptosysteme mit öffentlichen Schlüsseln	391

### Geometrische Algorithmen

<b>24</b>	<b>Elementare geometrische Methoden</b> . . . . .	<b>399</b>
	Punkte, Linien und Polygone	400
	Schnitt von Strecken	402
	Einfacher geschlossener Pfad	404

	Enthaltensein in einem Polygon	406
	Ausblick	408
<b>25</b>	<b>Bestimmung der konvexen Hülle</b> . . . . .	<b>411</b>
	Spielregeln	413
	Einwickeln	414
	Das Durchsuchen nach Graham	417
	Innere Elimination	422
	Aspekte der Leistungsfähigkeit	423
<b>26</b>	<b>Bereichssuche</b> . . . . .	<b>427</b>
	Elementare Verfahren	429
	Gitterverfahren	431
	Zweidimensionale Bäume	434
	Mehrdimensionale Bereichssuche	439
<b>27</b>	<b>Geometrischer Schnitt</b> . . . . .	<b>443</b>
	Horizontale und vertikale Linien	444
	Implementation	447
	Allgemeiner Schnitt von Strecken	450
<b>28</b>	<b>Probleme des nächsten Punktes</b> . . . . .	<b>457</b>
	Das Problem des nächsten Paares	458
	Voronoi-Diagramme	465
 <b>Algorithmen für Graphen</b>		
<b>29</b>	<b>Elementare Algorithmen für Graphen</b> . . . . .	<b>473</b>
	Glossar	474
	Darstellung	477
	Tiefensuche	482
	Nichtrekursive Tiefensuche	486
	Breitensuche	490
	Labyrinth	493
	Ausblick	494
<b>30</b>	<b>Zusammenhang</b> . . . . .	<b>497</b>
	Zusammenhängende Komponenten	498
	Zweifacher Zusammenhang	499
	Algorithmen zur Vereinigungs-Suche	502
<b>31</b>	<b>Gewichtete Graphen</b> . . . . .	<b>513</b>
	Minimaler Spannbaum	514
	Prioritätssuche	516
	Das Verfahren von Kruskal	521
	Kürzester Pfad	524
	Minimaler Spannbaum und kürzeste Pfade in dichten Graphen	528
	Geometrische Probleme	530

<b>32</b>	<b>Gerichtete Graphen</b> . . . . .	<b>535</b>
	Tiefensuche	536
	Transitive Hülle	537
	Alle kürzesten Pfade	541
	Topologisches Sortieren	543
	Streng zusammenhängende Komponenten	545
<b>33</b>	<b>Fluß in einem Netzwerk</b> . . . . .	<b>551</b>
	Das Problem des Flusses in einem Netzwerk	552
	Das Verfahren von Ford-Fulkerson	554
	Suche in Netzwerken	556
<b>34</b>	<b>Paarung</b> . . . . .	<b>561</b>
	Bipartite Graphen	563
	Problem der stabilen Ehe	566
	Weiterentwickelte Algorithmen	571

### Mathematische Algorithmen

<b>35</b>	<b>Zufallszahlen</b> . . . . .	<b>577</b>
	Anwendungen	578
	Methode der linearen Kongruenz	579
	Methode der additiven Kongruenz	582
	Test der Zufälligkeit	585
	Bemerkungen zur Implementation	587
<b>36</b>	<b>Arithmetik</b> . . . . .	<b>591</b>
	Arithmetik für Polynome	592
	Berechnung und Interpolation von Polynomen	595
	Multiplikation von Polynomen	597
	Rechenoperationen mit großen ganzen Zahlen	601
	Rechenoperationen mit Matrizen	602
<b>37</b>	<b>Gaußsches Eliminationsverfahren</b> . . . . .	<b>607</b>
	Ein einfaches Beispiel	608
	Beschreibung des Verfahrens	610
	Variationen und Erweiterungen	614
<b>38</b>	<b>Kurvenanpassung</b> . . . . .	<b>619</b>
	Interpolation mit Hilfe von Polynomen	620
	Spline-Interpolation	621
	Methode der kleinsten Quadrate	625
<b>39</b>	<b>Integration</b> . . . . .	<b>631</b>
	Symbolische Integration	632
	Einfache Quadraturverfahren	633
	Zusammengesetzte Verfahren	636
	Adaptive Quadratur	638

**Weiterführende Themen**

<b>40</b>	<b>Parallele Algorithmen</b> . . . . .	<b>645</b>
	Allgemeine Ansätze	646
	Perfektes Mischen	647
	Systolische Felder	654
	Ausblick	658
<b>41</b>	<b>Die schnelle Fourier-Transformation</b> . . . . .	<b>661</b>
	Berechnen, Multiplizieren, Interpolieren	662
	Komplexe Einheitswurzeln	663
	Berechnung in den Einheitswurzeln	664
	Interpolation mit Hilfe der Einheitswurzeln	666
	Implementation	668
<b>42</b>	<b>Dynamische Programmierung</b> . . . . .	<b>673</b>
	Das Rucksack-Problem	674
	Das Produkt mehrerer Matrizen	677
	Optimale binäre Suchbäume	681
	Zeit- und Speicheraufwand	683
<b>43</b>	<b>Lineare Programmierung</b> . . . . .	<b>687</b>
	Lineare Optimierungsaufgaben	688
	Geometrische Interpretation	689
	Die Simplexmethode	693
	Implementation	698
<b>44</b>	<b>Erschöpfendes Durchsuchen</b> . . . . .	<b>703</b>
	Erschöpfendes Durchsuchen in Graphen	704
	Backtracking	707
	Digression: Erzeugung von Permutationen	711
	Approximationsalgorithmen	713
<b>45</b>	<b>NP-vollständige Probleme</b> . . . . .	<b>717</b>
	Deterministische und nichtdeterministische Algorithmen mit polynomialer Zeit	718
	NP-Vollständigkeit	720
	Der Satz von Cook	723
	Einige NP-vollständige Probleme	724
	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>729</b>
	<b>Programm-Index</b> . . . . .	<b>739</b>