

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Algorithmen und ihre Analyse	2
1.2	Datenstrukturen, Algebren, Abstrakte Datentypen	22
1.3	Grundbegriffe	32
1.4	Weitere Aufgaben	35
1.5	Literaturhinweise	36
<b>2</b>	<b>Programmiersprachliche Konzepte für Datenstrukturen</b>	<b>39</b>
2.1	Datentypen in Java	40
2.1.1	Basisdatentypen	41
2.1.2	Arrays	42
2.1.3	Klassen	45
2.2	Dynamische Datenstrukturen	49
2.2.1	Programmiersprachenunabhängig: Zeigertypen	49
2.2.2	Zeiger in Java: Referenztypen	53
2.3	Weitere Konzepte zur Konstruktion von Datentypen	57
	Aufzählungstypen	58
	Unterbereichstypen	59
	Sets	59
2.4	Literaturhinweise	61
<b>3</b>	<b>Grundlegende Datentypen</b>	<b>63</b>
3.1	Sequenzen (Folgen, Listen)	63
3.1.1	Modelle	64
	(a) Listen mit first, rest, append, concat	64
	(b) Listen mit expliziten Positionen	65
3.1.2	Implementierungen	68
	(a) Doppelt verkettete Liste	68
	(b) Einfach verkettete Liste	73
	(c) Sequentielle Darstellung im Array	77
	(d) Einfach oder doppelt verkettete Liste im Array	78
3.2	Stacks	82
3.3	Queues	89
3.4	Abbildungen	91
3.5	Binäre Bäume	92
	Implementierungen	99
	(a) mit Zeigern	99
	(b) Array - Einbettung	100

3.6 (Allgemeine) Bäume	101
Implementierungen	104
(a) über Arrays	104
(b) über Binärbäume	104
3.7 Weitere Aufgaben	105
3.8 Literaturhinweise	107
<b>4 Datentypen zur Darstellung von Mengen</b>	<b>109</b>
4.1 Mengen mit Durchschnitt, Vereinigung, Differenz	109
Implementierungen	110
(a) Bitvektor	110
(b) Ungeordnete Liste	111
(c) Geordnete Liste	111
4.2 Dictionaries: Mengen mit INSERT, DELETE, MEMBER	113
4.2.1 Einfache Implementierungen	114
4.2.2 Hashing	115
Analyse des "idealen" geschlossenen Hashing	120
Kollisionsstrategien	126
(a) Lineares Sondieren (Verallgemeinerung)	126
(b) Quadratisches Sondieren	126
(c) Doppel-Hashing	127
Hashfunktionen	128
(a) Divisionsmethode	128
(b) Mittel-Quadrat-Methode	128
4.2.3 Binäre Suchbäume	129
Durchschnittsanalyse für binäre Suchbäume	136
4.2.4 AVL-Bäume	141
Updates	141
Rebalancieren	142
4.3 Priority Queues: Mengen mit INSERT, DELETETMIN	152
Implementierung	153
4.4 Partitionen von Mengen mit MERGE, FIND	156
Implementierungen	157
(a) Implementierung mit Arrays	157
(b) Implementierung mit Bäumen	160
Letzte Verbesserung: Pfadkompression	162
4.5 Weitere Aufgaben	163
4.6 Literaturhinweise	166

<b>5</b>	<b>Graphen und Graph-Algorithmen</b>	<b>167</b>
5.1	Gerichtete Graphen	168
5.2	(Speicher-) Darstellungen von Graphen	170
	(a) Adjazenzmatrix	171
	(b) Adjazenzenlisten	172
5.3	Graphdurchlauf	173
5.4	Bestimmung kürzester Wege von einem Knoten zu allen anderen	177
	Implementierungen des Algorithmus Dijkstra	183
	(a) mit einer Adjazenzmatrix	183
	(b) mit Adjazenzenlisten und als Heap dargestellter Priority Queue	183
5.5	Bestimmung kürzester Wege zwischen allen Knoten im Graphen	184
	Implementierung des Algorithmus von Floyd	187
	(a) mit der Kostenmatrix-Darstellung	187
	(b) mit Adjazenzenlisten	188
5.6	Transitive Hülle	189
5.7	Starke Komponenten	190
5.8	Ungerichtete Graphen	194
5.9	Minimaler Spannbaum (Algorithmus von Kruskal)	195
5.10	Weitere Aufgaben	198
5.11	Literaturhinweise	201
<b>6</b>	<b>Sortieralgorithmen</b>	<b>203</b>
6.1	Einfache Sortierverfahren: Direktes Auswählen und Einfügen	204
6.2	Divide-and-Conquer-Methoden: Mergesort und Quicksort	207
	Durchschnittsanalyse für Quicksort	215
6.3	Verfeinertes Auswählen und Einfügen: Heapsort und Baumsortieren	218
	Standard-Heapsort	218
	Analyse von Heapsort	220
	Bottom-Up-Heapsort	222
6.4	Untere Schranke für allgemeine Sortierverfahren	224
6.5	Sortieren durch Fachverteilen: Bucketsort und Radixsort	228
6.6	Weitere Aufgaben	231
6.7	Literaturhinweise	232

<b>7</b>	<b>Geometrische Algorithmen</b>	<b>235</b>
7.1	Plane-Sweep-Algorithmen für orthogonale Objekte in der Ebene	240
7.1.1	Das Segmentschnitt-Problem	240
7.1.2	Das Rechteckschnitt-Problem	245
	Das Punkteinschluß-Problem und seine Plane-Sweep-Reduktion	246
	Der Segment-Baum	248
	Komplexität der Lösungen	250
7.1.3	Das Maßproblem	252
	Plane-Sweep-Reduktion	252
	Ein modifizierter Segment-Baum	254
	Komplexität der Lösung des Maßproblems	255
7.2	Divide-and-Conquer-Algorithmen für orthogonale Objekte	256
7.2.1	Das Segmentschnitt-Problem	257
7.2.2	Das Maßproblem	263
7.2.3	Das Konturproblem	270
7.3	Suchen auf Mengen orthogonaler Objekte	276
	Der Range-Baum	277
	Der Intervall-Baum	278
	Baumhierarchien	282
7.4	Plane-Sweep-Algorithmen für beliebig orientierte Objekte	285
7.5	Weitere Aufgaben	288
7.6	Literaturhinweise	291
<b>8</b>	<b>Externes Suchen und Sortieren</b>	<b>295</b>
8.1	Externes Suchen: B-Bäume	296
	Einfügen und Löschen	300
	Overflow	301
	Underflow	302
8.2	Externes Sortieren	306
	Anfangsläufe fester Länge - direktes Mischen	309
	Anfangsläufe variabler Länge - natürliches Mischen	310
	Vielweg-Mischen	312
8.3	Weitere Aufgaben	313
8.4	Literaturhinweise	315
	<b>Mathematische Grundlagen</b>	<b>317</b>
	<b>Lösungen zu den Selbsttestaufgaben</b>	<b>325</b>
	<b>Literatur</b>	<b>361</b>
	<b>Index</b>	<b>371</b>