



# Stichwortverzeichnis

$\mathcal{O}$  (Landau-Symbol) 56  
 $\Omega$  (Landau-Symbol) 55  
 $\omega$  (Landau-Symbol) 55  
 $\varepsilon$ -Approximation 270  
 $\leftarrow$  (Zuweisung) 35  
 $\Theta$  (Landau-Symbol) 55  
 $\pi$  (Kreiszahl pi) 66, 450  
 $\dots$  (Notation) 29, 364  
 $::$  (Notation) 94, 131, 149  
 $=$  (Gleichheit) 35

## A

A\*-Algorithmus 443–446  
 Abbruchbedingung 430  
 Abschätzung 53  
 Adjazenz 208  
 Adjazenzliste 209, 333  
 Adjazenzmatrix 210, 217, 333  
 Adresse 89  
 ADT (abstrakter Datentyp)  
   118, 286  
   und alg. DT 97  
 ägyptische Multiplikation  
   40, 46  
 Akkumulator 101, 157  
 Akkumulortechnik 101, 365  
 alg. DT (algebraischer  
   Datentyp) 97, 129, 152,  
   285, 312  
   für Ausdrücke 191  
   für Listen 131  
   und ADT (abstrakter  
   Datentyp) 97  
   und funktionale  
   Programmierung 97  
   und veränderliche  
   Strukturen 97  
   und Zeiger 99, 123  
   und zyklische Strukturen 97  
 Algorithmen 25–34  
   Effizienz 32  
   funktional 129  
   imperativ 129  
   Korrektheit 40–46  
   randomisiert 62–66  
 algorithmische Technik  
   Übersicht 391

Approximation 446–452  
   dynamisches  
     Programmieren 411–435  
   Gier 453  
   Teilen und Herrschen  
     393–410  
 Alignment 424–431, 434–435  
 Amortisierung 58, 66–73, 157,  
   307  
 Append 165  
 Approximation 446–452  
   heuristisch 447–450  
   NP-schwere Probleme 389  
   Rucksackproblem 274  
 Approximationsschema  
   272, 451  
 Array 85, 471  
   assoziativ 306  
   sortiert 403  
 asymptotische Laufzeit 51  
 Ausdrucksbaum 190  
 Auswahl 357  
 Auswahlproblem 359  
 average case 58, 237  
 azyklisch 201

## B

Bachelortheorem 402  
 Backtrace 433–435  
 Backtracking 258–261, 353,  
   368–374  
 Balancierung 309  
 Baum 259, 474  
   (2,4)- 313  
   als Modell hierarchischer  
   Strukturen 189  
   Ausdrucks- 190  
   ausgeglichen 309  
   AVL 311  
   B-Baum 313  
   balanciert 309  
   binär *siehe* Binärbaum  
   Datenmodell 161  
   entartet 308  
   Gewicht 308  
   Höhe 308  
   k-balanciert 309

Rot-Schwarz- 312  
 Rotation 310  
 Tiefe 308  
 Traversierung 162–181  
 bedingte Anweisung 36  
 Berechenbarkeit 30, 42  
 Berechnungsproblem 30, 378  
 best case 58  
 Beweis 44–46  
 Binärbaum 103, 463  
   als alg. DT 162  
   Anzahl der Blätter 243  
   im Array gespeichert 238  
 Binärsuche 403–407, 438  
   Interpolationssuche  
     438–441  
 Bottom-up 420  
 branch and bound *siehe*  
   Verzweigen und  
   Begrenzen  
 break 36  
 Breitensuche 164  
 brute force *siehe* rohe Kraft 353  
 BubbleSort 249  
 Bucket 295

## C

case 87  
 Collatz-Algorithmus 41  
 Cons 93  
 CountingSort 244–245

## D

Datenabstraktion 118, 153,  
   206, 281–289  
   funktional 152, 153,  
   285, 287  
   imperativ 123, 283  
 Datenmodell 118  
   Liste 118  
 Datenstruktur 76  
   atomar 76  
   persistent 143–145, 152  
   verkettet 76, 89  
   zusammenhängend 76  
 Datentyp  
   abstrakt 118





## 482 Stichwortverzeichnis

### Datentyp

algebraischer *siehe* alg. DT  
 Dictionary 306  
 Dijkstras Algorithmus  
 330–333, 443–446  
 mit Heuristik *siehe*  
 A\*-Algorithmus  
 Disjoint Set 340, 349  
 divide and conquer *siehe* Teilen  
 und Herrschen  
 divide et impera *siehe* Teilen  
 und Herrschen  
 DP *siehe* dynamisches  
 Programmieren  
 Dreiecksungleichung 445  
 dynamisches Programmieren  
 411–435  
 Definition 419  
 Fibonacci-Zahlen 421  
 Maximale-Teilsumme-  
 Problem 432  
 Minimum 50, 420, 431  
 Rucksackproblem  
 264–270, 424  
 und Teilen und  
 Herrschen 419

### E

Editierdistanz 425  
 Effizienz 32  
 Eimer 295  
 Ellipse 364  
 else 36  
 Endrekursion 99  
 Entscheidungsbaum 259  
 Entscheidungsproblem  
 30, 377, 383  
 erschöpfende Suche  
 49, 353–368, 459  
 Erwartungswert 64  
 euklidische Distanz 444  
 experimentelle Algorithmik 51  
 exponentielle Laufzeit 48, 56

### F

Fädelung 170  
 Fakultät 242  
 Faustregeln *siehe*  
 Heuristik  
 Fibonacci-Zahlen 421  
 for 36  
 For-Comprehension 37

### G

gaußsche Summenformel 28  
 gemischte Strategie 237  
 geometrische Reihe 398  
 GGT (Größter Gemeinsamer  
 Teiler) 38–40  
 Gier 453–464  
 Maximale-Teilsumme-  
 Problem 412  
 Rucksackproblem 255–257  
 Travelling-Salesman-  
 Problem 447  
 Gleichheit 225, 289, 300  
 GnomeSort 250  
 Graph 195, 376, 473  
 azyklisch 201  
 Datenstruktur 207–210  
 gerichtet 198  
 gewichtet 209, 210  
 markiert 209, 210  
 Traversierung 203  
 ungerichtet 199  
 verbunden 334  
 Groß-O-Notation 55–56

### H

Halteproblem 42  
 Handlungsreisender *siehe*  
 Travelling-Salesman-  
 Problem  
 Hasen *siehe* Kaninchen  
 Hashfunktion 292,  
 296, 342  
 und Gleichheit 303  
 Hashing 290–304  
 universell 298  
 Hashtabelle 293, 338  
 Heap 185, 238–333  
 extractMin 240  
 push 239  
 sortieren 240  
 und Prioritäts-  
 warteschlangen 189  
 HeapSort 237–241  
 Heuristik 437–446  
 approximativ 447–450  
 gierig 447  
 lokale Suche 449  
 zur Laufzeitbestimmung  
 59–61  
 Huffman-Codierung 461

### I

if 36  
 ILP (Integer Linear  
 Programming)  
*siehe* lineare Optimierung  
 In-place-Sortierung 224  
 inkrementell 413  
 InsertionSort 104, 145, 147,  
 149, 251  
 Interpolationsgerade 439  
 Interpolationssuche 438–441  
 Irrgarten 375  
 Iterator 107  
 Baum 170–173  
 Breitentraversierung 175  
 und alg. DT 136

### K

Kadanes Algorithmus  
 418, 433  
 Kaninchen  
 Bruno 77  
 Egon 293, 295, 300,  
 304, 453  
 gierig 453  
 Harvey 76, 77, 113  
 im Eimer 298  
 Tierschutz 18  
 vampirisch 197  
 Vermehrung 421  
 Zuchtverein 293, 300  
 Kante 196  
 gewichtet 201  
 Markierung 200, 322  
 parallel 209  
 Knoten 196  
 Knotenüberdeckungsproblem  
 382–384  
 Lösung für Bäume 388  
 Kollision 295  
 kombinatorische Objekte 356  
 Komplexitätsklassen 384–385  
 NP 385  
 P 385  
 konstante Laufzeit 48, 56  
 Konstruktionsheuristik 447  
 kontrahierende Summe  
 73  
 Korrektheit 40–46  
 Beweis 44–46  
 Kreiszahl  $\pi$  66, 450



## Stichwortverzeichnis 483

- Kruskals Algorithmus  
347, 461
- kubische Laufzeit 48, 56
- L**
- Labyrinth 375
- Landau-Symbole 55
- Laufzeit 73
- abschätzen 53
  - amortisiert 58, 66–73, 307
  - asymptotisch 51
  - Average-Case- 58
  - berechnen 51
  - Best-Case- 58
  - bestimmen 59–62
  - experimentell bestimmen 51
  - exponentiell 48, 56
  - Faustregeln 59–61
  - konstant 48, 56
  - kubisch 48, 56
  - linear 48, 53–54, 56
  - logarithmisch 56
  - mittlere 307
  - obere Schranke 241
  - polynomiell 56, 380, 381
  - quadratisch 48, 56, 229
  - sublinear 56
  - superpolynomiell 381
  - Vergleich 50–53
  - Worst-Case- 57
- Laufzeitanalyse 53
- randomisiert 62–66
- Laufzeitklassen 55–56
- leichtester Bauarbeiter 48
- Levenshtein-Distanz *siehe*  
Editierdistanz
- Lexikon
- Binärsuche 403
  - Interpolationssuche 439
- lineare Laufzeit *siehe*  
Linearzeit
- lineare Optimierung  
274–277
- ganzzahlig 276
- Lineare Programmierung (LP)  
*siehe* lineare Optimierung
- lineare Suche 403
- Linearzeit 48, 53–54, 56
- Sortierverfahren 244–249
- Liste 113, 470
- als Datenmodell 116
  - verkettet 124
- Verknüpfung 159
- Listenausdrücke 134
- logarithmische Laufzeit 56
- Logarithmus 57, 233, 344, 400
- lokale Suche 449
- lokales Maximum 449
- Luftlinie *siehe* euklidische  
Distanz
- M**
- Markierung 200
- Maschinenmodell 30
- Mastertheorem 66, 397–402
- Bachelortheorem 402
  - Fall 1 398, 409
  - Beispiel 66
  - Fall 2 399, 405, 407
  - Fall 3 400, 408
- Matrixmultiplikation 408–409
- Maximale-Teilsumme-Problem  
411–419
- Definition 412
  - dynamisches  
Programmieren 432
  - Gier 412
  - Kadanes Algorithmus 418,  
433
  - rohe Kraft 413
  - Teilen und Herrschen 414
- Minimum *siehe auch*  
Minimum mit DP
- lokal 449
- Memoisation 416
- Menge 37, 41, 280, 471
- als alg. DT 286
  - als charakteristischer Vektor  
289
  - als Datenabstraktion 282,  
288
  - als Datenstruktur 282
  - als funktionale  
Datenabstraktion 285
  - als imperative  
Datenabstraktion 283
  - Disjunktion 340
  - Partition 339
- Merge-Algorithmus 230–232
- MergeSort 229–234, 407–408
- minimaler Punktabstand  
409–410
- Minimum  
mit DP 50, 420, 431
- mit roher Gewalt 49
- Modellmaschine 30
- Modellwelten 32
- Multiplikation
- ägyptische 40, 46
  - Matrizen 408–409
- N**
- Needleman-Wunsch-  
Algorithmus 430,  
436
- new 91
- Nichtberechenbarkeit 42
- Nichtdeterminismus 383–384
- Nil 93, 94
- Notation, 94, 131, 149
- ← (Zuweisung) 35
  - ... 29, 364
- break 36
- case 87
  - else 36
  - for 36, 106
  - if 36
  - new 91
  - null 91
  - return 36
  - while 36
- NP (Komplexitätsklasse) 385
- NP-schwer 385–390, 446
- Lösung 387–390
  - Liste von Problemen 386
- NP-vollständig 387
- null 91
- O**
- Omega 55
- Optimierungsproblem 30,  
253–277, 353, 375, 378, 383
- Definition 254
  - ILP 276
  - lokales Maximum 449
- Orakel 384
- Ordnungsrelation 225
- P**
- P (Komplexitätsklasse) 384
- Partition 339, 356
- Partitionsalgorithmus 234–235
- randomisiert 237
- Permutation 137, 146,  
356, 376
- PermutationSort 357



## 484 Stichwortverzeichnis

Persistenz 143–145, 159, 371, 374, 379  
 Pfad 201  
   kürzester 322  
 Pivot 105, 234  
 polynomielle Laufzeit 56, 380, 381  
 Postorder 191  
 Prioritätswarteschlange *siehe* Priority Queue  
 Priority Queue 184, 237, 333, 469  
   mit Heap 239  
 Problem  
   Berechnungsproblem 378  
   Entscheidungsproblem 377  
   Lösung 387–391  
   NP-schwer 385–390  
   NP-vollständig 387  
   Optimierungsproblem 378  
 Probleminstanz 30  
 Pseudocode 35–38

### Q

quadratische Laufzeit 48, 56  
 QuickSelect 63, 64  
 QuickSort 58, 105, 133, 234–237  
   Partitionsalgorithmus 234–235  
   randomisiert 237

### R

RadixSort 248–249  
 Random Access Machine (RAM) 30, 31, 35, 37, 40  
   Eigenschaften 31  
 Randomisierung 62–66  
   beim Sortieren 237  
 Rechenzeit *siehe* Laufzeit  
 Record 85, 283  
   und Datenabstraktion 154  
 Reduzieren und Herrschen 137, 147, 324, 358, 364, 373  
 Rekursion *siehe* Rekursion  
   Definition 98  
   End- 98, 99, 135, 157, 170, 193  
   linear 98, 100  
   strukturelle 103–105, 163, 167, 191  
   Suchraumerzeugung 364  
   verstehen 396

Rekursionsgleichung 428  
 Relation 305, 472  
 Ressourcen von Algorithmen 47  
 return 36  
 rohe Gewalt *siehe* rohe Kraft  
 rohe Kraft 49, 353–368  
   Berechnung des Minimums 49  
   inkrementell 413  
   Maximale-Teilsumme-Problem 413  
   Rucksackproblem 257–258  
 Rotation  
   links 310  
   rechts 311  
 Rucksackproblem 253–274  
   Anwendungen 254  
   Approximation, 270–274  
   Definition 253  
   dynamisches Programmieren 424  
   mit Backtracking 258–261  
   mit branch and bound 261–263  
   mit brute force 257–258  
   mit dynamischem Programmieren 264–270  
   mit Gier 255–257

### S

Schlüssel 179  
 Schleifen 36  
   geschachtelte 59  
   in Graphen 201  
 Schleifeninvariante 126  
 Schwarzhöhe 313  
 SelectionSort 227–229  
 Sequenzalignment *siehe* Stringalignment  
 SortByDigit 245–247  
 Sortierproblem 224  
 Sortierschlüssel 225, 247  
 Sortierverfahren 223–251  
   Übersicht 226  
   BubbleSort 249  
   CountingSort 244–245  
   GnomeSort 250  
   HeapSort 237–241  
   in Linearzeit 244–249  
   In-place- 224

InsertionSort 251  
 MergeSort 229–234, 407–408  
   mit Teilen und Herrschen 229–237, 407–408  
   obere Laufzeitschranke 241–244  
   PriorityQueueSort 237  
   QuickSort 234–237  
   RadixSort 248–249  
   SelectionSort 227–229  
   SortByDigit 245–247  
   stabil 247  
   topologisch 214  
   vergleichsbasiert 224  
 Spannbaum 345, 452  
   minimal 346, 348, 463  
 stabiles Sortieren 247  
 Stapel 69, 119, 192, 468  
   als Datenabstraktion 119  
 Strassens Algorithmus 408–409  
 Strategie, heuristisch 437  
 Stringalignment 424–431, 434–435  
 Struktur  
   durchlaufen 106  
   verkettet 97  
   zyklisch 97  
 sublineare Laufzeit 56  
 Suchbaum 177, 308, 338, 403  
   binärer 178, 310  
 Suche  
   binär 403–407  
   linear 403  
 Suchraum 354  
 Summenformel 28  
 superpolynomiell 381

### T

Tabelle 304  
 Teilen und Herrschen 105, 147, 149, 324, 364, 393–410  
   Definition 395  
   Interpolationssuche 439  
   Laufzeit 396–402  
   Matrixmultiplikation 408–409  
   Maximale-Teilsumme-Problem 414  
   minimaler Punktabstand 409–410





## Stichwortverzeichnis 485

Sortieren 229–237,  
407–408  
und dynamisches  
  Programmieren 419  
  verstehen 396  
Theta (Landau-Symbol) 55  
Top-down 420  
topologische Sortierung 214  
Traceback *siehe* Backtrace  
Transitivität 226  
Travelling-Salesman-  
  Problem 446  
  Approximation mit  
  Gütegarantie 452  
  lokale Suche 449  
Traversierung 106, 356  
  abstrakte Kollektionen 109  
  Breiten- 173–176  
  extern 171  
  extern und intern 107  
  Graph 203–205  
  intern 171  
  Liste 108  
  mit einem Iterator 107  
  Postorder- 193  
  Strategien 164  
  Tiefen- 203

Trichotomie 225  
Trie 182–183  
  und Persistenz 182  
TSP *siehe* Traveling-  
  Salesman-Problem  
Tupel 85, 153  
  Erzeugung 372  
Turing-mächtig *siehe*  
  Turing-vollständig  
Turing-vollständig 30, 43  
Turingmaschine 30, 31  
Typ  
  algebraischer Datentyp 92  
  Zeiger 90

### U

unsichtbare Hand 461

### V

Verbesserungsheuristik 449  
Vergleiche 35, 225  
vergleichsbasierte  
  Sortierverfahren 224  
Vertex *siehe* Knoten  
Vertex Cover *siehe*  
  Knotenüberdeckungs-  
  problem

Verzeichnis 179, 306, 472  
  als Trie 182  
Verzweigen und Begrenzen  
  354, 375–379  
  Heuristik 441–443  
  Rucksackproblem 261–263

### W

Warteschlange 122, 123,  
  174, 469  
  in einem Heap 189  
  Prioritäts- 184, 237, 239,  
  333, 469  
Wechselgeldproblem 455  
while 36  
worst case 57  
Wurzelbaum 346

### Z

Zeiger 89, 92  
  auf Zeiger 127  
  null- 91, 94  
Zeit *siehe* Laufzeit  
Zufall 63  
Zustandsraum 373  
Zuweisung 35  
Zykel 201



