

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Vorwort zur 2. Auflage | V |
| Vorwort zur 1. Auflage | VI |
| Inhaltsverzeichnis | VII |
| 1 Modellierung von Logistiknetzwerken | 3 |
| 1.1 Anwendungen der Netzwerkmodellierung | 5 |
| 1.1.1 Typen von Netzwerkmodellen | 5 |
| 1.1.2 Eigenschaften von Verkehrsnetzen | 9 |
| 1.1.3 Kosten- und Nutzenrelationen von Netzwerken | 10 |
| 1.2 Grundlagen der Netzwerkmodellierung | 11 |
| 1.2.1 Ungerichtete Netzwerke..... | 12 |
| 1.2.2 Gerichtete Netzwerke | 15 |
| 1.2.3 Bipartite Netzwerke | 16 |
| 1.3 Bewertungen in Netzwerken..... | 17 |
| 1.3.1 Euklidische Daten und l_p -Metriken..... | 18 |
| 1.3.2 Geografische Daten | 20 |
| 1.3.3 Verkehrsnetz-Daten | 21 |
| 1.4 Eigenschaften bewerteter Netzwerke..... | 23 |
| 1.4.1 Erfüllung der Dreiecksungleichung..... | 24 |
| 1.4.2 Symmetrische Daten | 24 |
| 1.4.3 Abstrakte Daten | 25 |
| Weiterführende Literatur | 25 |
| 2 Bäume und Baumalgorithmen | 26 |
| 2.1 Eigenschaften von Bäumen..... | 27 |
| 2.1.1 Der Wurzelknoten | 28 |
| 2.1.2 Bäume mit besonderen Eigenschaften | 30 |
| 2.1.3 Das Auffinden von bipartiten Netzwerken | 32 |
| 2.2 Spannende Bäume..... | 34 |
| 2.2.1 Bewertete Bäume | 34 |
| 2.2.2 Kürzeste aufspannende Bäume | 35 |
| 2.2.3 Eigenschaften des kürzesten aufspannenden Baums | 38 |
| 2.3 Weitere Fragestellungen..... | 41 |
| 2.3.1 Aufspannende Bäume mit Knotengradbeschränkungen | 41 |
| 2.3.2 Steiner-Bäume | 42 |
| Weiterführende Literatur | 44 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3 | Algorithmen und Datenstrukturen für Netzwerke..... | 45 |
| 3.1 | Komplexität von Algorithmen | 45 |
| 3.1.1 | Laufzeitanalysen..... | 46 |
| 3.1.2 | Polynomiale Verfahren | 48 |
| 3.1.3 | Heuristische Verfahren | 49 |
| 3.2 | Repräsentation von Netzwerken | 50 |
| 3.2.1 | Statische Datenstrukturen | 52 |
| 3.2.2 | Dynamische Datenstrukturen..... | 59 |
| 3.2.3 | Vergleichende Bewertung der Repräsentationen..... | 61 |
| 3.3 | Suchalgorithmen für Netzwerke..... | 63 |
| 3.3.1 | Breitensuche | 65 |
| 3.3.2 | Tiefensuche..... | 68 |
| | Weiterführende Literatur | 71 |
| 4 | Kürzeste Wege in Netzwerken..... | 72 |
| 4.1 | Grundlegende Fragestellungen..... | 72 |
| 4.2 | Baumalgorithmen | 74 |
| 4.2.1 | Der Dijkstra-Algorithmus..... | 77 |
| 4.2.2 | Das Label-Correcting-Verfahren | 84 |
| 4.2.3 | Das zweiseitige Dijkstra-Verfahren..... | 87 |
| | Weiterführende Literatur | 95 |
| 5 | Modelle und Standortwahl..... | 98 |
| 5.1 | Das Centerproblem | 102 |
| 5.1.1 | Das 1-Centerproblem | 102 |
| 5.1.2 | Das p-Center-Problem | 103 |
| 5.2 | Covering-Probleme | 107 |
| 5.2.1 | Das Covering Location Problem..... | 107 |
| 5.2.2 | Das Maximal Covering Location Problem | 115 |
| 5.3 | Das Median-Problem..... | 121 |
| 5.3.1 | Das Problem der Konsumgüter-Distribution..... | 121 |
| 5.3.2 | Die Ansiedlung von Retail-Ketten..... | 145 |
| | Weiterführende Literatur | 147 |
| 6 | Transport- und Zuordnungsmodelle | 148 |
| 6.1 | Das Transportmodell | 148 |
| 6.1.1 | Das einstufige Transportmodell | 150 |
| 6.1.2 | Mehrstufige Transportmodelle | 164 |
| 6.2 | Das Zuordnungsproblem..... | 170 |
| 6.2.1 | Heuristiken zur Lösung des Zuordnungsproblems..... | 172 |
| 6.2.2 | Der klassische ungarische Algorithmus | 174 |
| 6.3 | Das kapazitierte Warehouse Location Problem | 187 |
| | Weiterführende Literatur | 193 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 7 | Hub-Konfigurationen in Paket- und Airline-Netzen | 194 |
| 7.1 | Vorteilhaftigkeit von Hub-Konfigurationen..... | 196 |
| 7.2 | Möglichkeiten der Netz-Konfiguration..... | 202 |
| 7.3 | Statische Modelle ohne Zeitstrukturen | 206 |
| 7.3.1 | Überblick..... | 206 |
| 7.3.2 | Heuristiken für das p-Hub-Median-Problem | 208 |
| 7.3.3 | Integer Programming Ansätze für Hub-Probleme..... | 214 |
| 7.4 | Hub-Konfiguration mit Routen- und Zeitstrukturen..... | 217 |
| | Weiterführende Literatur | 221 |
| 8 | Kantenorientierte Rundreisen | 225 |
| 8.1 | Euler-Netzwerke und Euler-Touren..... | 225 |
| 8.2 | Bestimmung einer distanz-minimalen Briefträger-tour | 228 |
| | Weiterführende Literatur | 232 |
| 9 | Knotenorientierte Rundreisen | 233 |
| 9.1 | Grundbegriffe des Travelling Salesman Problems | 234 |
| 9.1.1 | Hamiltonsche Zyklen..... | 235 |
| 9.1.2 | Offene und geschlossene Touren..... | 239 |
| 9.1.3 | Die Existenz von Hamiltonschen Zyklen und Wegen | 240 |
| 9.2 | Untere Schranken für das TSP..... | 242 |
| 9.2.1 | Das Zuordnungsproblem | 242 |
| 9.2.2 | Der aufspannende Baum | 246 |
| 9.2.3 | Held-Karp-Schranke..... | 247 |
| 9.3 | Heuristiken für das TSP | 251 |
| 9.3.1 | Tourenkonstruktions-Heuristiken..... | 252 |
| 9.3.2 | Tourenverbesserung mit lokalen Suchverfahren | 267 |
| 9.4 | Branch-and-Bound-Verfahren für das TSP..... | 272 |
| 9.4.1 | Branching und Bounding | 273 |
| 9.4.2 | Relaxation über das Zuordnungsproblem | 276 |
| 9.4.3 | Relaxation über das Eins-Baum-Problem..... | 278 |
| | Weiterführende Literatur | 280 |
| 10 | Tourenplanung in der Auslieferung..... | 281 |
| 10.1 | Das Standardproblem der Tourenplanung | 281 |
| 10.1.1 | Konstruktionsheuristiken | 283 |
| 10.1.2 | Tabu-Suche für das VRP..... | 295 |
| 10.2 | Tourenplanung mit Kundenzeitfenstern | 308 |
| 10.2.1 | Die Erweiterung von Heuristiken um Zeitfensterrestriktionen | 313 |
| 10.2.2 | Dynamische Optimierung für das TSP mit harten Zeitfenstern..... | 314 |
| 10.2.3 | Eine Heuristik zur Tourenplanung mit harten Zeitfenstern..... | 321 |
| 10.3 | Übersicht über weitere Ansätze | 322 |
| | Weiterführende Literatur | 328 |

| | |
|---------------------------|-----|
| Literatur..... | 329 |
| Stichwortverzeichnis..... | 342 |