

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Einführung in die Distributionslogistik von KEP-Diensten</b>	<b>7</b>
2.1 Die Logistik . . . . .	7
2.1.1 Definition der Logistik . . . . .	8
2.1.2 Ziele der Logistik . . . . .	10
2.1.3 Segmentierung der Logistik . . . . .	11
2.1.3.1 Abgrenzung nach Objekten . . . . .	12
2.1.3.2 Abgrenzung nach Verkehrsträgern . . . . .	13
2.1.3.3 Abgrenzung nach Funktionen . . . . .	15
2.1.3.4 Abgrenzung nach Teilmärkten . . . . .	17
2.2 Der KEP-Markt als Teil der Logistikbranche . . . . .	18
2.2.1 Differenzierung und Abgrenzung der KEP-Dienste . . . . .	18
2.2.2 Produkte der KEP-Dienste . . . . .	21
2.2.3 Herausforderungen im KEP-Markt . . . . .	22
2.2.4 E-Commerce . . . . .	26
2.2.5 Grüne KEP-Logistik . . . . .	31
2.2.6 Entwicklung der KEP-Branche . . . . .	36
2.3 Netzwerktypen auf dem KEP-Markt . . . . .	42
2.3.1 Transportnetzwerke . . . . .	42
2.3.2 Konsolidierung . . . . .	45
2.3.3 Sortier- und Verteilstandorte . . . . .	47
2.3.4 Sendungsverfolgung . . . . .	50
2.3.5 Netzwerktypen . . . . .	51
2.3.5.1 Klassifikation von Hub-and-Spoke-Netzen . . . . .	55
2.3.5.2 Vergleich der Netzwerktypen . . . . .	56

<b>3 Standortplanungsprobleme</b>	<b>59</b>
3.1 Planungsebenen . . . . .	59
3.2 Begriffliche Grundlagen . . . . .	61
3.3 Modelle der betrieblichen Standortplanung . . . . .	62
3.3.1 Kontinuierliche Modelle . . . . .	63
3.3.2 Netzwerkmodelle . . . . .	64
3.3.3 Diskrete Modelle . . . . .	66
3.3.4 Klassifizierung diskreter Optimierungsprobleme . . . . .	68
3.4 Hub-Location-Probleme . . . . .	70
3.4.1 Annahmen . . . . .	74
3.4.2 $p$ -Hub-Median-Probleme . . . . .	76
3.4.3 Hub-Location-Probleme im engeren Sinn . . . . .	81
3.4.4 Erweiterungen . . . . .	84
3.5 Lösungsverfahren . . . . .	87
3.5.1 Exakte Lösungsverfahren . . . . .	87
3.5.2 Heuristiken . . . . .	89
3.5.3 Metaheuristiken . . . . .	94
3.5.4 Multi-Criteria-Analyse . . . . .	97
<b>4 Formulierung strategischer Optimierungsmodelle für KEP-Dienstleister</b>	<b>101</b>
4.1 Modellannahmen . . . . .	101
4.2 Hub-Location-Modell für KEP-Netzwerke . . . . .	103
4.3 Integration von Laufzeiten und Service-Levels . . . . .	108
4.4 Sendungskonsolidierung im Hauptlauf . . . . .	112
4.5 Zeitabhängige Sortierkapazitäten . . . . .	117
4.6 Alternative Zielfunktionen . . . . .	119
4.7 Implementierung . . . . .	122
4.7.1 AIMMS . . . . .	122
4.7.2 CPLEX . . . . .	122
4.7.3 Gurobi . . . . .	123
<b>5 Heuristisches Lösungsverfahren</b>	<b>125</b>
5.1 Motivation . . . . .	125
5.2 Bewertung einer Netzwerkkonfiguration . . . . .	126
5.2.1 Bestimmung der Servicequalität des Netzwerks . . . . .	126
5.2.2 Bestimmung der Gesamtkosten des Netzwerks . . . . .	142
5.2.3 Bestimmung des CO <sub>2</sub> -Verbrauchs des Netzwerks . . . . .	143
5.3 Eröffnungsverfahren . . . . .	145
5.4 Verbesserungsverfahren . . . . .	147
5.4.1 Kantenbasierte Austauschverfahren . . . . .	147
5.4.2 Knotenbasierte Austauschverfahren . . . . .	149
5.5 Ablauf und Steuerung des Gesamtverfahrens . . . . .	150
5.6 Analyse der Pareto-Menge . . . . .	153

<b>6</b>	<b>Ergebnisauswertung</b>	<b>157</b>
6.1	Beschreibung der Probleminstanzen . . . . .	157
6.2	Auswertung der gemischt-ganzzahligen Optimierungsmodelle . . . . .	162
6.2.1	Preprocessing . . . . .	162
6.2.2	Einfluss redundanter Restriktionen . . . . .	164
6.2.3	Wahl der Solver . . . . .	165
6.2.4	Modelle mit Service-Level . . . . .	166
6.3	Heuristisches Lösungsverfahren . . . . .	170
6.3.1	Vergleich mit exakten Lösungen . . . . .	170
6.3.2	Analyse der Eröffnungsverfahren . . . . .	173
6.3.3	Analyse der Verbesserungsverfahren . . . . .	175
6.4	Praxisnahe Testinstanzen . . . . .	178
6.4.1	Ergebnisse des Datensatzes der türkischen Post . . . . .	180
6.4.2	Ergebnisse des Datensatzes der Deutsche Post DHL . . . . .	182
6.5	Analyse der Pareto-Menge . . . . .	188
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>193</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>197</b>
8.1	4-Index-Modell mit Service-Zeiten . . . . .	197
8.2	Modell mit zielspezifischer Sortierung . . . . .	200
8.3	Modell mit verteilungsabhängiger Sortierung . . . . .	202
8.4	Ergänzende Informationen zu den generierten Datensätzen . . . . .	205
8.4.1	Geschwindigkeitsprofil . . . . .	205
8.4.2	Standortkosten und -kapazitäten der Standorte im Datensatz der Deutsche Post DHL . . . . .	206
8.5	Ergebnisse mit Service-Level . . . . .	207
8.5.1	Ergebnisse des Modells mit Messung kumulierter Fahrzeiten (AP 25) . . . . .	207
8.5.2	Ergebnisse des Zeit-Raum-Netzwerkmodells (AP 25) . . . . .	208
8.5.3	Ergebnisse des Zeit-Raum-Netzwerkmodells (AP 50) . . . . .	209
8.5.4	Anzahl der Variablen und Restriktionen . . . . .	210
8.6	Auswertungen und ergänzende Informationen zu Lösungen des Datensatzes der TP . . . . .	211
8.6.1	Ergebnisse der gemischt-ganzzahligen Modelle . . . . .	211
8.6.2	Auswertungen des heuristischen Lösungsverfahrens für den Datensatz der TP . . . . .	212
8.6.3	Ergebnisse des heuristischen Lösungsverfahrens für den Datensatz der TP . . . . .	213
8.6.4	Analyse der Pareto-Menge für die Testinstanz der TP . . . . .	214
8.7	Auswertungen und ergänzende Informationen zu Lösungen des Datensatzes der Deutsche Post DHL . . . . .	215