

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xiii
Abkürzungsverzeichnis	xv
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Die letzte Meile der KEP-Zustellung</b>	<b>7</b>
2.1 Güterverkehr	7
2.1.1 Güterverkehr in der Stadt	9
2.1.2 Rahmenbedingungen des Güterverkehrs in der Stadt	11
2.1.3 Letzte-Meile-Zustellung	16
2.2 Kurier-, Express- und Paketdienste	17
2.2.1 Transportnetze	19
2.2.2 Umschlaganlagen	22
2.2.3 Mikro-Depots	25
2.3 KEP-Zustellprozess	29
2.3.1 Konventioneller Zustellprozess	29
2.3.2 Mikro-Depot-Zustellprozess	33
2.3.3 Zustelltechnologien	35
<b>3 Techniken zur Modellierung der KEP-Zustellung</b>	<b>43</b>
3.1 Simulation	44
3.1.1 Modellierung in der Simulation	45
3.1.2 Modellierungskonzepte	50
3.2 Mathematische Optimierung	53
3.2.1 Exakte Lösungsverfahren	54
3.2.2 Heuristische Lösungsverfahren	54
3.3 Kombinierte Ansätze	55
<b>4 Planung und Steuerung der KEP-Zustellung</b>	<b>59</b>
4.1 Planungs- und Steuerungsentscheidungen der KEP-Zustellung	60
4.1.1 Standortplanung	62
4.1.2 Gebietsplanung	64
4.1.3 Touren- und Routenplanung	66
4.2 Einflussfaktoren für die Planung und Steuerung der Letzte-Meile-Zustellung	71
4.2.1 Infrastrukturelle Rahmenbedingungen	71
4.2.2 Nachfrage und Sendungsmengen	74
4.2.3 Prozessablauf und Prozesszeiten	79
4.3 Bewertung von Planungs- und Steuerungsentscheidungen	82
4.3.1 Ökonomische Zielgrößen	83

4.3.2	Ökologische und soziale Zielgrößen . . . . .	84
4.4	Bestehende Lösungsansätze . . . . .	87
<b>5</b>	<b>Modellierungsmethode für die Letzte-Meile-Zustellung</b>	<b>91</b>
5.1	Gestaltung des Modellierungsansatzes . . . . .	91
5.2	Systemarchitektur des Modellierungsansatzes . . . . .	95
5.2.1	Modellierungsumgebung . . . . .	96
5.2.2	Modellgenerierung und Datenmodell . . . . .	98
5.3	Beschreibung der Simulationsbausteine . . . . .	101
5.3.1	Agent „Kunde“ . . . . .	101
5.3.2	Agent „Paket“ . . . . .	104
5.3.3	Agent „Hub“ . . . . .	104
5.3.4	Agent „Fahrzeug“ . . . . .	106
5.3.5	Agent „Fahrer“ . . . . .	109
5.3.6	Modellierung von Mikro-Depots . . . . .	111
5.3.7	Auswertungsmodul . . . . .	111
5.4	Planungs- und Steuerungsalgorithmen des Optimierungsmoduls . . . . .	113
5.4.1	Gebietsplanung . . . . .	115
5.4.2	Tourenplanung des Zustellfahrzeugs . . . . .	116
5.4.3	Tourenplanung des Zustellers . . . . .	119
<b>6</b>	<b>Evaluation der Modellierungsmethode</b>	<b>121</b>
6.1	Beschreibung der Anwendungsszenarien . . . . .	122
6.1.1	Modellparameter und -annahmen . . . . .	124
6.1.2	Validierung und Verifikation . . . . .	125
6.2	Simulationsergebnisse des Evaluationsszenarios . . . . .	126
6.3	Simulationsergebnisse des Mikro-Depot-Szenarios . . . . .	128
6.3.1	Variante 2a (Basisszenario) . . . . .	129
6.3.2	Variante 2b (Lastenrad 100) . . . . .	129
6.3.3	Variante 2c (Lastenrad 150) . . . . .	131
6.3.4	Variante 2d (BEV 150) . . . . .	131
6.3.5	Variante 2e (BEV 200) . . . . .	132
6.4	Gegenüberstellung und Diskussion der Ergebnisse . . . . .	134
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>139</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>163</b>
	<b>A Anhang</b>	<b>165</b>