

Dieter Feige / Peter Klaus

**Modellbasierte
Entscheidungsunterstützung
in der Logistik**

DVV Media Group |
Deutscher Verkehrs-Verlag

Inhaltsverzeichnis

1	Die „bessere“ Entscheidung als Schlüssel zum Erfolg in der Logistik	1
1.1	Versprechen und Grenzen moderner Entscheidungstheorien für erfolgreiche Unternehmensführung	1
1.2	Eine Übersicht zu den entscheidungstheoretischen Ansätzen in der Management- und Betriebswirtschaftslehre	4
1.2.1	Grundsätze der präskriptiven Entscheidungstheorie	4
1.2.2	Kritik der präskriptiven Entscheidungstheorie	7
1.2.3	Grundsätze der deskriptiven Entscheidungstheorie	9
1.2.4	Entscheidungstypen: Programmierte vs. nichtprogrammierte Entscheidungen	12
1.3	Spezifika logistischer Entscheidungen	15
2	Entscheidungsunterstützung statt Entscheidungsautomatisierung: Zu den Grundgedanken der modellbasierten Entscheidungsunterstützung	21
2.1	Der Mensch als Problemlöser	21
2.2	Zum Konzept der computerbasierten Entscheidungsunterstützung	23
2.3	Modellierung und Problemlösung als teilstrukturierter interaktiver Prozess	29
3	Allgemeine Optimierungsansätze des Operations Research für logistische Entscheidungen	33
3.1	Optimierung als Planungsmethode für die Logistik	33
3.2	Modellierung von Planungsproblemen mit Hilfe der linearen Optimierung	35
3.2.1	Problemstellung und Modell der linearen Optimierung	35
3.2.2	Das duale Problem der linearen Optimierung	37
3.2.3	Beispiel eines einfachen Produktionsplanungsproblems	39
3.2.4	Das allgemeine Modell der linearen Optimierung	44
3.2.5	Fallbeispiel: Beschaffungsplanung einer Stahl- und Hüttengesellschaft	46
3.3	Rechnergestützte Optimierung in der Praxis	54
3.3.1	Optimierungssoftware: Solver und Anwendungssysteme	54
3.3.2	Modellgeneratoren und Modellierungssprachen zur Unterstützung der Modellformulierung und der Datenbereitstellung für die Optimierung	56
3.3.3	"MPS" - ein internationaler Standard für Eingabedaten von Optimierungsanwendungen	60

3.3.4	Das MPS-Datenformat für die Ausgabe von Optimierungsergebnissen	68
3.3.5	Optimierung mit der Tabellenkalkulation Microsoft Excel	70
3.4	Die Komplexmethode zur interaktiven Verbesserung der Aufgabenstellung und der Resultate von Optimierungsproblemen	76
3.4.1	Idee und Anspruch der Komplexmethode	76
3.4.2	Komplexansatz für die extensive Modellverbesserung	80
3.4.3	Komplexansatz für die intensive Modellverbesserung	85
3.4.4	Restriktive Modellverbesserung durch kombinierte Fonds- und Aufwandsänderung	90
3.4.5	Weiterführende Aspekte der Komplexmethode	94
3.5	Diskrete Optimierung von Logistikproblemen	95
3.5.1	Besonderheiten der diskreten Optimierung	95
3.5.2	Fallbeispiel: Fahrzeugplanung eines Logistikdienstleisters	99
3.5.3	Die Verwendung von diskreten Variablen erweitert die Möglichkeiten für eine realitätsnahe Modellierung von Logistikproblemen	105
3.5.4	Fallbeispiel: Planung der Verkehre einer Spedition	113
3.6	Modellierung von Logistikaufgaben als Überdeckungs- oder Partitionsprobleme	124
3.6.1	Das Überdeckungsproblem als diskrete Optimierungsaufgabe	124
3.6.2	Fallbeispiel: Auswahl von Gebietsspediteuren	129
3.6.3	Das Partitionsproblem als diskrete Optimierungsaufgabe	133
3.6.4	Fallbeispiel: Zusammenlegung von Speditionsnetzen	137
4	Transportkostenminimierung - ein klassisches Problem der Logistik	147
4.1	Das klassische Transportproblem und seine Lösung	147
4.1.1	Das Transportproblem in der Geschichte der Optimierung: Ein historischer Exkurs	147
4.1.2	Aufgabenstellung und Modell des Transportproblems	149
4.1.3	Das Transportproblem als lineares Optimierungsproblem	157
4.1.4	Das duale Problem der Transportoptimierung und die Opportunitätskosten	160
4.1.5	Überblick über die Lösungsverfahren für Transportprobleme	167
4.1.6	Modellierung von zusätzlichen Bedingungen im Rahmen des klassischen Transportproblems	169
4.2	Erweiterte Problemstellungen für die Transportoptimierung	181
4.2.1	Kapazitätsbeschränkte Transportprobleme	181
4.2.2	„Offene“ Transportprobleme	187
4.2.3	Zweiseitig beschränkte Transportprobleme	191

4.2.4	Mehrstufige Transportprobleme	195
4.2.5	Fallbeispiel: Europadistribution eines Herstellers von Körperpflegeartikeln (1)	198
4.2.6	Mehrsorten-Transportprobleme	203
4.2.6.1	Mehrsorten-Transportprobleme mit gemeinsamen Mengenbegrenzungen	203
4.2.6.2	Fallbeispiel: Marktanpassung der Produktion eines Unternehmens für Haushaltchemie	209
4.2.6.3	Mehrsorten-Transportprobleme mit Sortensubstitution	219
4.2.7	Modellierung unterschiedlicher Bedarfsdeckungsgrade der Güter für die einzelnen Empfänger: Das „verallgemeinerte“ Transportproblem	223
4.2.8	Fallbeispiel: Produktions- und Transportoptimierung eines Futtermittelherstellers	224
4.3	Nichtlineare Probleme der Transportoptimierung	227
4.3.1	Das Bottleneck-Transportproblem	227
4.3.2	Fallbeispiel: Organisation der Transporte von Einsatzkräften und Hilfsmitteln bei einer Naturkatastrophe	230
4.3.3	Erhöhung der unteren Effektivitätsgrenze von eingesetzten Mitteln: Die Maximierungsaufgabe des Bottleneck-Transportproblems	237
4.3.4	Das Single-Source-Transportproblem	240
4.3.5	Fallbeispiel: Optimierung der Kundengebietszuordnung zu Servicezentren	244
4.3.6	Das Fixkosten-Transportproblem	246
5	Optimale Verteilung von Aufgaben an Logistikakteure - das Zuordnungsproblem	251
5.1	Zuordnungsprobleme in der Logistikplanung	252
5.2	Das lineare Zuordnungsproblem als Grundaufgabe für die Zuteilung von Aufgaben oder für ihre paarweise Zusammenfassung	252
5.3	Weitere „bipartite“ Zuordnungs- und Paarungsprobleme	255
5.3.1	Das Bottleneck-Assignmentproblem	255
5.3.2	Das Maximum Cardinality Matching - Problem	257
5.4	Paarung von Aufgaben: Das „nonbipartite“ Matchingproblem	259
5.5	Fallbeispiel: Umlaufplanung für Fernverkehrslinien einer Spedition	267
5.6	Das verallgemeinerte Zuordnungsproblem zur Berücksichtigung unterschiedlicher Kapazitätsbedarfe bei der Zuweisung von Aufgaben an verschiedene Bearbeiter	275

5.7	Fallbeispiel: Fahrzeugeinsatz für die Vorholung von Ladungsgut in einer Spedition	277
6	Optimierung von Flüssen in Netzwerken	281
6.1	Graphentheorie als Grundlage der Netzwerkanalyse und -optimierung	281
6.2	Optimierungsprobleme auf Graphen	287
6.2.1	Bewertungen auf Graphen	287
6.2.2	Kürzeste Wege und Entfernungen	287
6.2.3	Bäume und Gerüste	294
6.2.4	Matchingprobleme	296
6.3	Lineare Netzwerkflussmodelle für die Optimierung von Güterflüssen in Netzwerken	298
6.3.1	Problemstellung und Graphenmodelle für das lineare Netzwerkflussproblem	298
6.3.2	Formulierung und Lösung des Minimalkosten-Flussproblems	302
6.3.3	Formulierung eines Transportproblems als Netzwerkflussproblem	305
6.3.4	Fallbeispiel: Europadistribution eines Herstellers von Körperpflegeartikeln (2)	309
6.4	Fallbeispiel: Optimierung der Gasrohrdistribution in der Russischen Föderation	313
6.4.1	Problembeschreibung	313
6.4.2	Modellierung der Ausgangssituation	316
6.4.3	Alternatives Distributionsnetz mit LKW- und Bahnrelationen	317
6.4.4	Integration eines Zentrallagers in das Gasrohr-Distributionsnetz	319
6.4.5	Kostensenkung durch Flusserhöhung auf einer Hauptrelation	321
6.4.6	Resultate und Vorschläge	322
6.5	Fixkosten-Netzwerkflussprobleme	325
6.5.1	Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten	325
6.5.2	Fallbeispiel: Kostenoptimierung der Kundenbelieferung aus dem Zentrallager eines Unternehmens	326
7	Planung von Routen und Touren für Transportmittel	341
7.1	Sammeln und Verteilen von Gütern als wichtige Logistikaufgabe	341
7.2	Das Rundreiseprobleme: Optimale Routen zur Versorgung/Entsorgung von Kunden	345
7.2.1	Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten	345
7.2.2	Modellierung von Rundreiseproblemen	350
7.2.3	Beispiel: Modellierung und Lösung eines Rundreiseproblems	353

7.2.4.	Fallbeispiel: Organisation der Laborlogistik an einem Universitätsklinikum	366
7.2.5	Offene Routen oder Durchfahrtprobleme	373
7.2.6	Fallbeispiel: Transportorganisation für die Aufforstung in einer sächsischen Mittelgebirgsregion	382
7.3	Die Tourenplanung	393
7.3.1	Die Aufgabenstellung der Tourenplanung	393
7.3.2	Das Standardproblem der Tourenplanung	395
7.3.3	Lösung von Tourenplanungsproblemen	396
7.3.4	Erweiterte Tourenplanungsprobleme	405
7.4	Fallbeispiele zur Tourenplanung	411
7.4.1	Fallbeispiel: Tägliche Frischgutbelieferung	411
7.4.2	Fallbeispiel: Tourgebietsplanung im Paketdienst	424
7.5	Tourenplanungssysteme	434
7.5.1	Kommerzielle Tourenplanungssysteme	434
7.5.2	Spezialisierte Anwendungssysteme zur Tourenplanung	439
8	Planung von Standorten für Logistikknoten	443
8.1	Einführung in die Standortplanung	443
8.2	Standortplanung in Netzen	446
8.2.1	Optimale Knoten in Netzen	446
8.2.1.1	Mediane als optimale Knoten hinsichtlich der Transportkosten	447
8.2.1.2	Fallbeispiel: Standort eines Lagers	455
8.2.1.3	Das p-Medianproblem	462
8.2.1.4	Zentren als „serviceoptimale“ Knoten in Netzwerken	468
8.2.1.5	Das p-Zentrenproblem	472
8.2.2	Fallbeispiel: Standort eines Krankenhauses	476
8.2.3	Überdeckungsprobleme in der Standortplanung	483
8.2.3.1	Das Set Covering Location Problem	484
8.2.3.2	Das Maximum Covering Location Problem	491
8.2.4	Fallbeispiel: Standortplanung für medizinische Einrichtungen	494
8.2.5	Optimal Standorte nach Transport- und Fixkosten: Warehouse Location Probleme	506
8.2.5.1	Das unkapazitierte einstufige Warehouse Location Problem	507
8.2.5.2	Das kapazitierte Warehouse Location Problem	514
8.2.6	Fallbeispiel: Standortbestimmung für Recyclingwerke	522

8.3	Standortplanung in der Ebene	529
8.3.1	Planung von Standorten „auf der grünen Wiese“	529
8.3.2	Entfernungen und Kosten bei der Standortplanung in der Ebene	530
8.3.2.1	Metriken zur Entfernungsmessung	530
8.3.2.2	Distanzermittlung über Barrieren	534
8.3.2.3	Kostenfunktionen	537
8.3.3	Optimale Standorte in der Ebene	538
8.3.3.1	Der Median als kostenoptimaler Punkt in der Ebene	538
8.3.3.2	Der Schwerpunkt als serviceoptimaler Punkt in der Ebene	540
8.3.4	Standort-Einzugsbereichs-Optimierung - eine Standardaufgabe bei der Planung von Logistiknetzwerken	542
8.3.4.1	Das p-Medianproblem in der Ebene	542
8.3.4.2	Das kapazitätsbeschränkte p-Medianproblem in der Ebene	543
8.3.4.3	Das p-Schwerpunktproblem in der Ebene	544
8.3.5	Fallbeispiel: Standortermittlung für Auslieferungsläger einer Drogeriemarktkette	545
8.3.6	Die Standortplanungssoftware NC_{loc}	556
Literaturverzeichnis		559
Abkürzungsverzeichnis		567
Stichwortverzeichnis		569
Programm-CD		575