

Christoph Winkler

Optimierung im Airline Revenue Management

ANWENDUNGEN
PROBLEME
WISSEN

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Ziel der Arbeit	3
1.3	Aufbau der Arbeit	4
2	Grundlagen des Revenue Managements	7
2.1	Einführung und Begriffsdefinitionen	7
2.2	Entwicklung des Revenue Managements	9
2.2.1	Historie des Revenue Managements	9
2.2.2	Anwendungsvoraussetzungen für Revenue Management .	12
2.2.3	Wichtige Anwendungsfelder des Revenue Managements .	17
2.2.3.1	Luftfahrtindustrie	17
2.2.3.2	Hotelindustrie	19
2.2.3.3	Autovermietungen	20
2.2.3.4	Einzelhandel	21
2.2.3.5	Weitere Anwendungsfelder	23
2.3	Problemgebiete des Revenue Managements	23
2.3.1	Problemgebiete im Überblick	23
2.3.2	Grundlegende Notationen	25
2.3.3	Kapazitätssteuerung	26
2.3.3.1	Betrachtung einer Ressource – EMSR-Verfahren	27
2.3.3.2	Network Revenue Management	33
2.3.4	Overbooking-Entscheidungen	34
2.3.5	Dynamic Pricing	35
2.3.5.1	Grundidee des Dynamic Pricing	36
2.3.5.2	Erweiterungen des Dynamic Pricing	40
2.3.6	Forecasting	42

3	Das Netzwerk-Problem im Revenue Management	47
3.1	Grundsätzliche Problemstellung	47
3.2	Verschiedene Netzwerktypen	50
3.2.1	Multi Leg-Netzwerke	51
3.2.2	Hub-and-Spoke-Netze	52
3.3	Exakte Lösungsmöglichkeit für das Netzwerk-Problem	53
3.3.1	Formulierung als Dynamisches Programm	54
3.3.2	Lösung des Dynamischen Programms	56
3.4	Approximative Verfahren	57
3.4.1	Approximation als Netzwerkmodell	59
3.4.1.1	Deterministic Linear Programming	59
3.4.1.2	Probabilistic Nonlinear Programming	60
3.4.2	Dekompositionsverfahren	62
3.4.2.1	Approximation mittels Virtual Nesting	63
3.4.2.2	OD Factor Methods	67
3.4.2.3	Prorated EMSR-Verfahren	68
3.4.3	Vergleich approximativer Verfahren	69
3.5	Mögliche Erweiterungen	71
4	Overbooking und Kunden mit flexibler Nachfrage im Network Revenue Management	73
4.1	Entwicklung verschiedener DLP-Modelle	73
4.2	Bekannte DLP-Modelle	75
4.2.1	Grundlegendes DLP	75
4.2.2	DLP für Overbooking	76
4.2.3	DLP für flexible Angebote	78
4.3	DLP-Modell für flexible Angebote und Overbooking	80
4.3.1	Formulierung des DLP-Modells	81
4.3.2	Anwendung des DLP-Modells	82
4.3.2.1	Direkte Berechnung von Buchungslimits	82
4.3.2.2	Steuerung mit Bid Prices	83
4.4	DLP-Modell unter Berücksichtigung von Klassen	84
4.4.1	Formulierung des DLP-Modells	84
4.4.2	Wichtige Eigenschaften des DLP-Modells	87
4.4.2.1	Simultane Betrachtung von Overbooking und flexiblen Angeboten	88

4.4.2.2	Unterscheidung verschiedener Klassen	90
4.4.2.3	Exakte Darstellung der Show-Rate	91
4.4.3	Anwendung und Einsatz des DLP-Modells	92
5	Integration von Fleet Assignment	95
5.1	Der Planungsprozess im Airlinebereich	95
5.1.1	Problembereiche in der Airlineplanung	96
5.1.2	Steuerung als Sukzessivplanung	99
5.1.2.1	Grundsätzlicher Aufbau	99
5.1.2.2	Interdependenzen der einzelnen Stufen	101
5.2	DLP-Modell mit Zuordnung von Flugzeugtypen	103
5.2.1	Darstellung des DLP-Modells	103
5.2.2	Beschreibung des DLP-Modells	105
5.3	DLP-Modell mit Fleet Assignment	106
5.3.1	Fleet Assignment-Modell	106
5.3.1.1	Darstellung des Fleet Assignment-Modells	106
5.3.1.2	Erläuterungen zum Fleet Assignment-Modell	108
5.3.2	Fleet-DLP-Modell	109
5.4	Beschreibung des Fleet-DLP-Modells	111
5.4.1	Wichtige Eigenschaften des DLP-Modells	111
5.4.1.1	Integration von Revenue Management-Aspekten	112
5.4.1.2	Durchführung eines Fleet Assignments	113
5.4.1.3	Möglichkeit eines Re-Fleetings	115
5.4.2	Verwendung und Einsatz des Modells	116
6	Anwendungsbeispiele	119
6.1	Beispiel mit einer Flugrichtung	119
6.1.1	Betrachtetes Netzwerk	119
6.1.2	Input-Daten	121
6.1.3	Implementierung in MATLAB und CPLEX	123
6.1.4	Berechnungen mit verschiedenen Modellen	124
6.1.4.1	DLP mit Overbooking	124
6.1.4.2	DLP mit Overbooking und flexiblen Angeboten	126
6.1.4.3	DLP mit Aircraft-Type Assignment	128
6.2	Beispiel mit zwei Flugrichtungen	132
6.2.1	Betrachtetes Netzwerk	132

6.2.2	Input-Daten	135
6.2.3	Implementierung in MATLAB und CPLEX	138
6.2.4	Berechnungen mit verschiedenen Modellen	138
6.2.4.1	Fleet-DLP	138
6.2.4.2	Erweiterung um Re-Fleeting	141
6.3	Zusammenfassung der Berechnungen	145
7	Resümee	147
	Anhang	151
A	Netzwerkdarstellungen im Revenue Management	151
A.1	Netzwerke im Airlinebereich	151
A.2	Netzwerke in weiteren Anwendungsbereichen	155
B	Ergänzungen zum Fleet Assignment	159
C	Symbolverzeichnis	163
C.1	Bezeichnungen für verwendete Größen	163
C.2	Weitere Bezeichnungen	166
C.3	Verwendete Abkürzungen	167
	Literaturverzeichnis	169

Abbildungsverzeichnis

1.1	Weltweite Airline-Routen (Quelle: www.biodiaspora.com).	2
1.2	Aufbau der Arbeit.	4
2.1	Problembereiche des Revenue Managements im Überblick.	24
2.2	Prinzip des EMSR-Verfahrens für zwei Tarifprodukte.	28
2.3	EMSR-Verfahren für drei Tarifprodukte (vgl. Belobaba (1989) [27], S. 187).	29
2.4	Überbuchungsmodelle des Revenue Managements im Überblick.	34
3.1	Netzwerk mit zwei Flügen.	48
3.2	Netzwerk mit drei Flügen.	51
3.3	Netzwerk mit vier Flügen.	51
3.4	Lineares Netzwerk mit Zeitangaben und vier Flügen.	52
3.5	Hub-and-Spoke-Netz mit einem Hub.	53
3.6	Approximative Verfahren im Überblick.	59
3.7	Zuordnung von realen zu virtuellen Klassen (Buckets).	67
4.1	Entwicklung von verschiedenen DLP-Modellen.	74
4.2	Lineares Netzwerk mit Zeitangaben und vier Flügen.	89
5.1	Problembereiche der Airlineplanung im Überblick (in Anlehnung an Gopalan/Talluri (1998a) [104], S. 156).	100
5.2	Grundprinzip der Darstellung des Fleet Assignment-Modells.	108
5.3	Fleet Assignment innerhalb einer Periode.	114
5.4	Fleet Assignment innerhalb einer Periode mit Re-Fleeting.	115
6.1	Netzwerk mit einer Flugrichtung an einem Tag.	120
6.2	Ergebnisse bei Anwendung des DLP-over-Modells.	125

6.3	Ergebnisse bei Anwendung des DLP-flex-over-Modells.	127
6.4	Ergebnisse mit Aircraft-Type Assignment – Nachfragesituation 1.	129
6.5	Ergebnisse mit Aircraft-Type Assignment – Nachfragesituation 2.	131
6.6	Netzwerk mit zwei Flugrichtungen.	133
6.7	Ergebnisse bei Anwendung des Fleet-DLP-flex-over-Modells – Nachfragesituation 1.	139
6.8	Ergebnisse bei Anwendung des Fleet-DLP-flex-over-Modells – Nachfragesituation 2.	142
6.9	Routenführung bei Nachfragesituation 1.	144
6.10	Routenführung bei Nachfragesituation 2.	144
7.1	Entwicklung der DLP-Modelle im Überblick.	147
A.1	Lineares Netzwerk im Airlinebereich.	151
A.2	Airline-Netzwerk mit parallelen Flügen (physische Darstellung).	152
A.3	Airline-Netzwerk mit parallelen Flügen (Darstellung mit Zeitangaben).	152
A.4	Airline-Netzwerk mit Umsteigemöglichkeit in einem Airport (physische Darstellung).	153
A.5	Airline-Netzwerk mit Umsteigemöglichkeit in einem Airport (Darstellung mit Zeitangaben).	153
A.6	Airline-Netzwerk mit Umsteigemöglichkeit in zwei Airports (Darstellung mit Zeitangaben).	154
A.7	Hub-and-Spoke-Netz mit mehreren Hubs.	155
A.8	Lineares Netzwerk im Hotelbereich.	156
A.9	Lineares Netzwerk im Rental Car-Bereich.	156

Tabellenverzeichnis

2.1	Anwendungsfelder des Revenue Managements.	17
3.1	Preise in Geldeinheiten (GE) für Verbindungen und zugehörige Klassen.	48
3.2	Indexing angebotener Netzwerk-Produkte.	66
3.3	Vor- und Nachteile approximativer Verfahren.	69
4.1	Wichtige Eigenschaften des class-specific DLP-flex-over-Modells.	88

