

Berichte aus der Informatik

Anja Noltemeier

**Modelle und Lösungsverfahren
zur Generierung von Flugplänen**

D 38 (Diss. Universität zu Köln)

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Noltemeier, Anja:

Modelle und Lösungsverfahren zur Generierung von Flugplänen/

Anja Noltemeier. Aachen : Shaker, 2001

(Berichte aus der Informatik)

Zugl.: Köln, Univ., Diss., 2000

ISBN 3-8265-8320-5

Copyright Shaker Verlag 2001

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8320-5

ISSN 0945-0807

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Zusammenfassung

In dieser Arbeit beschäftigen wir uns mit dem Problem der Generierung von Flugplänen. Speziell betrachten wir das Problem der Generierung von Charterflugplänen. Dieses besteht aus der Aufgabe, für eine auf Start-Zielflughafen-Paaren gegebene Passagiernachfrage einen (Saison-)Flugplan zu bestimmen, der die Gewinne der Fluggesellschaft maximiert bzw. die Gesamtkosten minimiert. Die Gewinne berechnen sich im wesentlichen aus den Einnahmen für transportierte Passagiere und den Kosten für den Einsatz der heterogenen Flotte auf Flugzeugrotationen. Die Bestimmung der Flugzeugrotationen stellt dabei eine Teilaufgabe des Problems dar.

Nach einer formalen Beschreibung des in der Literatur kaum behandelten Problems stellen wir Vergleiche mit ähnlichen Problemen an. Wir entwickeln zunächst eine einfache „Network Design“-Modellierung und diskutieren eine Kanten-basierte Formulierung des Problems. Mit der Dantzig-Wolfe-Zerlegungs-Idee geben wir schließlich eine Pfad-basierte Formulierung als lineares gemischtes 0-1-Programm an.

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf den Komplexitätstheoretischen Betrachtungen des Problems. Ein NP-Vollständigkeitsbeweis für die einfache Version des Flugplangenerierungsproblems wird präsentiert, der auf einer Reduktion von 3-Partition basiert.

Ein wesentlicher Inhalt ist auch die realitätsnähere Modellierung des Problems und die Entwicklung dafür geeigneter Lösungsverfahren.

Um schwierige Szenarien aus der Praxis besser abbilden zu können, und um das Durchspielen von Planungsszenarien zu ermöglichen, entwickeln wir ein praxisnahes Modell, das z.B. auch das Umsteigeverhalten von Passagieren abbildet. Für dieses geben wir eine Pfad-basierte Formulierung als lineares gemischtes 0-1-Programm an.

Zur Lösung der LP-Relaxierung wenden wir einen Spaltengenerierungsansatz an, dessen Subproblem ein restringiertes Kürzeste-Wege-Problem auf einem entsprechend strukturierten Netzwerk ist. Wir entwickeln LP-basierte Runde-Heuristiken zur Erzeugung zulässiger Lösungen. Da die Lösungen für die Relaxierungen der einfachen wie auch der erweiterten Formulierung sehr fraktional sind, erhalten wir nur schwache untere Schranken für die ganzzahligen Lösungen. Wir entwickeln - insbesondere auch für das erweiterte Modell - verschiedene Schnittebenen, mit denen die unteren Schranken deutlich verbessert werden können, und untersuchen die Anwendung verschiedener Separationsverfahren. Ganzzahlige Lösungen erhalten wir durch ein Branch-and-Cut-Verfahren.

Mit rechnergestützten Experimenten auf Real-World-Datensätzen einer großen europäischen Charterfluggesellschaft beweisen wir die Effizienz der von uns entwickelten und implementierten Methoden, und zeigen darüberhinaus die durch eine praxisnahe Modellierung des Problems erzielbaren Verbesserungen auf. Durch die entwickelten Techniken ist es möglich, die Datensätze in akzeptablen Rechenzeiten annähernd optimal zu lösen.