

Thema:

„Lösen von Air Traffic Flow Management-Problemen mittels Greedy-Heuristiken“

Ausgangssituation:

Der europäische Luftverkehrsraum gehört zu den weltweit am stärksten belasteten Luftverkehrsräumen der Welt, so dass Angebot und Nachfrage von Luftraumkapazitäten in einem ausbalancierten Verhältnis zueinanderstehen müssen. Etwaige Ungleichgewichte werden gelöst, indem Flüge verspätet werden, so dass sie erst dann in dem betreffenden Sektor eintreffen, wenn wieder ausreichend Kapazität vorhanden ist. Da das hieraus resultierende Problem ein ganzzahliges ist, ist der Rechenaufwand und die Lösungszeit, um akzeptable Lösungen mit allgemeinen Lösungsansätzen bzw. Solvern für derart große Problemstellungen zu finden, groß. Sogenannte Greedy-Heuristiken haben sich als effizient für diese Art von Problemstellung erwiesen. Daher sollen in dieser Diplomarbeit „Greedy-Heuristiken“ entwickelt werden, um für ATFM-Problemstellungen in kurzer Zeit gute Lösungen zu finden. Das konkrete Problem, welches aus Startzeitentscheidungen, Netzwerkkapazitätsbedingungen und Flugtrajektorien besteht, wird dabei vom DLR Institut für Lufttransportsysteme gestellt. Die Greedy-Heuristiken müssen auf diese Problemstruktur angepasst werden, um das Problem effizient lösen zu können.

Zielstellung:

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, für das ATFM-Optimierungsproblem eine Greedy-Heuristik zu entwickeln, die in kurzer Rechenzeit anwendbare Ergebnisse produziert.

Zunächst soll eine generelle Beschreibung der europäischen Luftverkehrsflusssteuerung erfolgen und die damit verbundene Aufgabe der Eurocontrol der Regelung und Steuerung des europäischen Luftverkehrs, mit der Zielstellung, eine geringe Gesamtverspätung aller stattfindenden Flüge zu erreichen.

Im Anschluss soll das ATFM-Problem beschrieben werden und die damit verbundene Notwendigkeit, dass eine primale Heuristik die Herstellung der Ganzzahligkeit von gebrochenen Lösungen gewährleisten muss, um zulässige Lösungen zu generieren. Der Fokus liegt hierbei auf den sogenannten Greedy-Verfahren mit Hilfe derer eine Reihenfolge für die Rundung der einzelnen Variablen entwickelt werden soll. Die Entscheidung, welche Variable als nächstes gerundet werden soll steht im Fokus dieser Arbeit; die Greedy-Kostenfunktion bewertet die Variablen nach zu in dieser Arbeit zu entwickelnden Kriterien, basierend auf z.B. Zielfunktionswert, Fraktionalität, First-Planned-First-Served oder dualen Variablen. Dafür muss eine Literaturrecherche über Greedy-Heuristiken durchgeführt werden, um damit auch eine Abgrenzung zu anderen heuristischen Verfahren herausstellen zu können. Wünschenswert wäre es außerdem, wenn man die Heuristiken im Hinblick auf verschiedene Zielfunktionen im Optimierungsmodell untersuchen würde.

Anschließend soll der Lösungsprozess eines modernen Solvers (zum Beispiel „SCIP“) beschrieben werden und damit auch die Einordnung von Heuristiken in diesen Prozess. Darauf folgend sind Greedy-Heuristiken zu programmieren, die in kurzer Zeit gute Lösungen für das ATFM-Problem liefern. Nach Implementierung der Heuristiken und Anwendung auf das gestellte ATFM-Problem ist die Lösungsperformance hinsichtlich verschiedener Parameter, wie zum Beispiel Lösungszeit, Optimalitätsschranke, Gesamtverspätung aller Flüge und Anzahl der Flugstreichungen zu diskutieren. Des Weiteren sollen die Heuristiken außerdem mit der Performance des Solvers „SCIP“ verglichen werden, insbesondere mit den dort integrierten Heuristiken.

Aufgabenstellung im Detail:

- Beschreibung der ATFM-Problemstellung im europäischen Lufttransportsystem
- Literaturrecherche und Beschreibung von Greedy-Heuristiken
- Beschreibung des Lösungsprozesses des Solvers „SCIP“
- Entwicklung und Integration der Greedy-Heuristiken in „SCIP“
- Evaluierung der Performance der Heuristiken für einzelne Lösungen
- Vergleich mit der Performance der herkömmlichen Lösungsstrategien von „SCIP“ in dem ILP
- Diskussion und Dokumentation der Ergebnisse