

Multiparameteroptimierung von Flugzeugtrajektorien

Julia Zillies

29. Juni 2012

Im europäischen Luftraum gibt es täglich 23.000 Flugbewegungen. Allein 10.000 Luftbewegungen betreffen den deutschen Luftraum. Nach heutigem Standard wird ein Flug nicht individuell optimiert, sondern es wird aus einer Anzahl von vordefinierten Flugwegen ein, für die vorliegenden Wetterbedingungen am besten geeigneter, lateraler Flugpfad ausgewählt. Das vertikale Flugprofil und das Geschwindigkeitsprofil werden anschließend auf Basis dieses lateralen Profils berechnet. Dabei wird versucht die Parameter Spritverbrauch, Kosten und Zeit zu minimieren.

Die Forschung der letzten Jahre hat gezeigt, dass durch individuelle Optimierung der Flugwege weitere Einsparungen im Treibstoffverbrauch und auch eine Reduzierung der Klimawirkung des Flugverkehrs erreicht werden können. Zur Realisierung soll ein Optimierungsmodell entwickelt werden, das innerhalb von wenigen Minuten Flugrouten findet, welche den gesamten Treibstoffverbrauch minimieren. Für eine belastbare Modellierung müssen unter anderem die Parameter, Zeit, Wetter, Verkehr und die individuellen technischen Voraussetzung eines Flugzeugs mit einbezogen werden. Auf Basis dieser Daten soll dann zu einer Reihe von angefragten Start- und Zielflughäfen ein optimaler Routenplan erstellt werden. Dabei spielt die Robustheit der errechneten Lösungen im Luftverkehr eine entscheidende Rolle. Insbesondere gelten hier großflächige Störungen wie Gewitterfronten, oder auch Vulkanaschewolken als große Herausforderungen. Diese stellen im Luftraum Hindernisse dar, welche entweder nur an bestimmten Stellen, oder auch gar nicht durchfliegen werden können.

Um diese Aufgabe mit Hilfe von Optimierungsverfahren lösen zu können, muss der Luftraum in seinen vier Dimensionen Latitude, Longitude, Altitude und Zeit zunächst mit einem geeigneten dynamischen Netzwerk diskretisiert werden. Mit Hilfe dieses Netzwerks kann dann eine Formulierung des Problems als ganzzahliges Optimierungsmodell für Mehrgüterflussprobleme erfolgen. Um einen geeigneten Lösungsalgorithmus zu finden sollen insbesondere Spaltengenerierungsansätze und Lagrange-Relaxierungen untersucht und getestet werden. Die besondere Schwierigkeit liegt hierbei in der Größe des Optimierungsmodells. Die Diskretisierung des Luftraums und die Genauigkeit der verwendeten Wetter- und Flugzeugdaten müssen so gewählt werden, dass die Anzahl der Variablen zugunsten einer angemessenen Laufzeit begrenzt werden, ohne dass dabei zu große Verluste entstehen.