



Formationsflug (MultiFly)

Der Formationsflug von zivilen Verkehrsflugzeugen verspricht analog zum natürlichen Vorbild signifikante Treibstoffeinsparungen und dadurch eine Reduktion der Betriebskosten und des CO₂-Ausstoßes. Die Integration dieses Verfahrens in das Lufttransportsystem stellt jedoch sowohl technisch als auch operationell eine große Herausforderung dar.

Hintergrund

Der Formationsflug von zivilen Verkehrsflugzeugen ist bereits seit vielen Jahren für die Luftfahrt interessant, da er, ebenso wie das Pendant in der Natur, signifikante Treibstoffeinsparungen und dadurch Einsparungen hinsichtlich der Kosten und dem Ausstoß von Schadstoffen verspricht. Flugversuche und theoretische Betrachtungen zeigen, dass hier ein großes Potenzial vorhanden ist. Die Herausforderungen, die mit der erfolgreichen Einführung eines solchen Verfahrens in den Luftverkehr einhergehen, liegen jedoch nicht nur in der technischen Umsetzung des Fluges in der Wirbelschleppe eines anderen Luftfahrzeuges, sondern vor allem auch in der operationellen Integration des Verfahrens in das Gesamtsystem. Hierbei treten beispielsweise durch Umwege, unterschiedliche Flugzeugtypen und Beladungszustände aber auch durch zeitlichen Versatz eine Reihe von Ineffizienzen auf, die den Vorteil durch einen Flug in Formation wieder reduzieren. Eine Bewertung des Formationsfluges als neues Betriebskonzept für die zivile Luftfahrt setzt somit eine genaue Kenntnis aller auftretenden Ineffizienzen voraus. Eine Betrachtung dieser Ineffizienzen zeigt, dass der optimalen Routenführung und der Zuordnung der Formationspartner eine entscheidende Rolle bei der Maximierung des Gesamtgewinns zufällt. Ebenso haben die Fluggeschwindigkeit und die Flughöhe während der Formation einen starken Einfluss auf deren Gesamteffizienz. Es ist daher notwendig, diese Effekte zu analysieren und zu quantifizieren.



MultiFly
TOOLKIT

MultiFly

Zur Durchführung der hierzu notwendigen Analysen wird am *Institut für Lufttransportsysteme* die Simulationsumgebung *MultiFly* entwickelt, die eine softwareseitige Abbildung und Bewertung von Formationsflügen im Lufttransportsystem ermöglicht. Um die beschriebenen Fragestellungen zu bearbeiten, bietet *MultiFly* eine Reihe von Werkzeugen an, wobei der Fokus auf der Betrachtung und der Bewertung des Gesamtsystems liegt. *MultiFly* ist modular aufgebaut, das heißt, dass die einzelnen Software-Komponenten weitgehend unabhängig voneinander benutzt werden können. Die grundlegenden Fragestellungen, die mit Hilfe von *MultiFly* bearbeitet werden können, werden daher durch verschiedene Program-Module abgedeckt. Das Datenformat STAFD (*Standard Formation Definition*) gewährleistet einen reibungslosen Datenaustausch zwischen den einzelnen Modulen und bietet zusätzlich das Potenzial, einen Standard für den Austausch von Formationsdaten mit anderen Forschungseinrichtungen oder Industriepartnern zu etablieren.

MultiFly Module

Abbildung 1 zeigt den grundlegenden Aufbau von *MultiFly* sowie einen Screenshot des *MultiFly-Editors* (EDT). Die einzelnen Module werden im Folgenden kurz dargestellt.

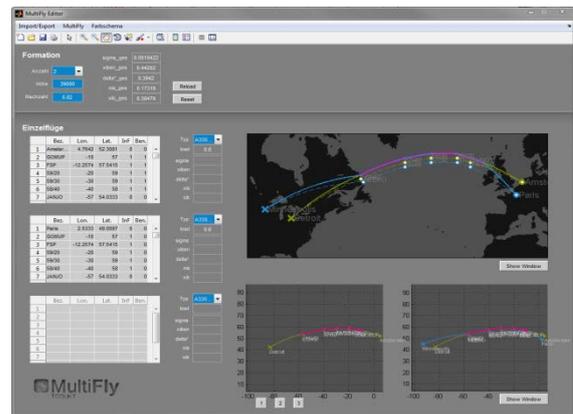
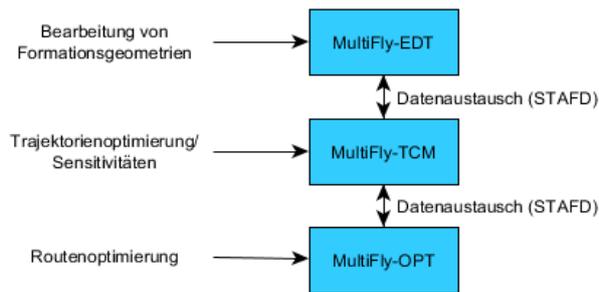


Abbildung 1: Grundlegende Struktur von *MultiFly* (links), Screenshot des *MultiFly-Editors* (rechts)

Der *MultiFly-Editor (EDT)* ermöglicht das Betrachten und Bearbeiten von STAFD-Formationen in einem komfortablen *Graphical User Interface (GUI)*. Formationen lassen sich dabei durch Angabe von Wegpunkten, Flughöhe und Flugmachzahl, Flugzeugtyp und Beladungszustand definieren.

MultiFly-OPT ist die Komponente von *MultiFly*, mit der die Optimierung der Routenführung einer Formation durchgeführt werden kann, wobei ein Graph-basierter Ansatz verwendet wird. Es stehen verschiedene Optimierungs-algorithmen zur Verfügung.

MultiFly-TCM ist im Wesentlichen ein Modul welches die Berechnung einer Formation mit Hilfe einer angepassten Version des am DLR entwickelten Trajektorienrechners *Trajectory Calculation Module (TCM)*. Dazu wurde ein aerodynamisches Modell in den Trajektorienrechner integriert, das für jeden betrachteten Zeitschritt die Schubersparnis des im Wirbel fliegenden Luftfahrzeugs abschätzt.

Standard Formation Definition (STAFD)

Der Austausch zwischen den einzelnen Modulen von *MultiFly* erfolgt über eine einheitliche Beschreibungssprache, die an das CPACS-Format (*Common Parametric Aircraft Configuration Schema*) angelehnt ist. Die so entstehende *Standard Formation Definition (STAFD)* ist XML-basiert und erlaubt die Definition beliebiger Formationen.