



**Eco2Fly**

## Ecological and Economical Flying (Eco2Fly)

Der Luftverkehr trägt mit ca. 5% wesentlich zur anthropogenen Klimaerwärmung bei, da insbesondere in großen Höhen freigesetzte Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Flugzeugtriebwerken z.B. über die Bildung verschiedener Treibhausgase und langlebige Kondensstreifen die Strahlungsbilanz der Erdatmosphäre beeinflussen. Um vor dem Hintergrund der steigenden Luftverkehrsnachfrage die unter anderem im Pariser Klimaabkommen festgesetzten Klimaziele erreichen zu können, sind dringend neue technologische, operationelle aber auch regulative Maßnahmen erforderlich. Die nachhaltige Gestaltung des Luftverkehrs ist eine Herausforderung, zu der im DLR-Projekt Eco2Fly ein wesentlicher Beitrag geleistet werden soll.

Dazu hat sich das Projektteam verschiedene Ziele gesteckt: Neben einer Neubewertung der Klimawirkung des Luftverkehrs auf der Grundlage eines besseren Verständnisses der zugrundeliegenden atmosphärischen Prozesse soll der Nachweis einer Verringerung der Klimawirkung durch den Einsatz neuer Triebwerke, insbesondere der Ruß- und Stickoxidemissionen, geführt werden. Darüber hinaus sollen der Effekt kühlender Kondensstreifen quantifiziert und taktische und strategische Maßnahmen zur Reduktion der Klimawirkung des Luftverkehrs und deren Wechselwirkung mit dem Lufttransportsystem bewertet werden. Letzteres ist Kernaufgabe der Einrichtung Lufttransportsysteme im Projekt Eco2Fly.

### Entwurf und Bewertung ökoeffizienter Lufttransportkonzepte

Gegenstand der Forschungsarbeiten ist einerseits die Auswahl, Analyse und Definition von technologischen Verbesserungen des Luftfahrzeugs und deren Bewertung (Kosten-Nutzen-Analyse) hinsichtlich Effektivität und Effizienz. Andererseits werden neue betriebliche Maßnahmen, also z.B. strategische Anpassungen von Flugweg (Routing) und -profil (Flughöhenverlauf) sowie Flugeschwindigkeit, aber auch radikalere Möglichkeiten, den Flugzustand zu beeinflussen (z.B. durch Fliegen in Formation), ausgewählt, modelliert und umfassend hinsichtlich ihrer Ökoeffizienz analysiert.

Viele Mitigationsmaßnahmen verursachen Mehrkosten im Betrieb, die Fluggesellschaften i.d.R. nicht bereit sind freiwillig zu übernehmen; sie profitieren von der fehlenden Ausschließbarkeit und Rivalität von Umweltgütern. Sollen ökoeffiziente Lufttransportkonzepte eingeführt werden, müssen daher monetäre Anreize für Fluggesellschaften geschaffen werden. Es werden daher im Rahmen des Projektes Eco2Fly auch kostenspezifische Maßnahmen für die Luftfahrt entwickelt und bewertet, die – sowohl kurz- als auch langfristig – finanzielle Anreize für Fluggesellschaften generieren, ihre Flugzeit und ihren Schadstoffausstoß in besonders klimasensitiven Regionen zu minimieren.

Ziel ist es weiterhin eine Übersicht zu erstellen, wie sich das technologische, operationelle und kostenspezifische Klimamitigationspotenzial des Luftverkehrs über einen strategischen Zeitraum (z.B. 2020-2050) entwickelt. Dazu werden für die erarbeiteten Kosten-Nutzen Potentiale Einführungszeitpunkte (EIS) bestimmt. Diese werden in eine Mitigations-Roadmap integriert und im Hinblick auf ein Klimaziel bewertet. Für die Durchführung dieser Gesamtbewertung wird die im DLR-Projekt WeCare erstellte Bewertungsarchitektur des Luftverkehrssystems der Zukunft (Vier-Schichten-Modell) verwendet und weiterentwickelt.

### Projektpartner

DLR – Institut für Physik der Atmosphäre  
(Projektleitung)  
DLR – Institut für Flugführung  
DLR – Institut für Antriebstechnik  
DLR – Institut für Verbrennungstechnik  
DLR – Institut für Flughafenwesen und  
Luftverkehr  
DLR – Simulations- und Softwaretechnik  
DLR – Flugexperimente  
DLR – Systemhaus Technik

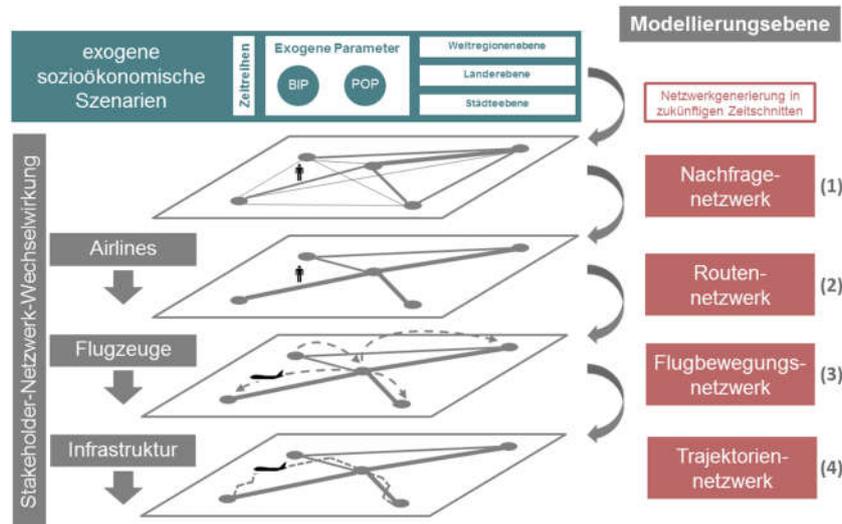


Abb.1: Im Vorgängerprojekt WeCare erarbeitete Bewertungsarchitektur für die Gesamtbewertung (Vier-Schichten-Modell)

### Bestimmung ökoeffizienter Flugtrajektorien und deren Unsicherheiten

Bei der detaillierten Betrachtung auf Einzelflugbasis werden Flugtrajektorien multikriteriell (z.B. Klimawirkung, Kosten) optimiert und der Einfluss von bestehenden ATC-Randbedingungen (z.B. Step Climbs) auf die Mitigationseffizienz bestimmt.

Die Auswirkungen der bei der Modellierung der Klimawirkung entstehenden Unsicherheiten werden dabei in zweierlei Hinsicht untersucht.

Zum einen wird die Streuung der Mitigationseffizienz ökoeffizienter Flugtrajektorien abgeschätzt. Für die betrachteten Spurenstoffe werden hierzu die bestehenden Unsicherheiten in der Klimawirkung miteinander kombiniert und nachträglich auf die optimierten Trajektorien angewendet.

Zum anderen wird die Robustheit der Flugführung ökoeffizienter Trajektorien bewertet. Dies geschieht, in dem die bestehenden Unsicherheiten in der Klimawirkung in die Trajektorienoptimierung integriert werden. Eine hohe Robustheit ist gegeben, wenn sich der Verlauf der Flug-trajektorien für unterschiedliche Kombinationen von Einzelunsicherheiten nur unwesentlich unterscheidet.