



# Klima- und öko-effizientes Fliegen im Luftverkehrssystem der Zukunft (WeCare)

Für den globalen Luftverkehr werden in den nächsten 20-30 Jahren Wachstumsraten erwartet, die deutlich über den jährlichen Steigerungen der Kraftstoffeffizienz liegen. Damit besteht das Risiko, dass der relative Beitrag des Luftverkehrs an den anthropogenen Emissionen und der damit verbundenen Klimawirkung zunehmen werden, die wegen den speziellen Effekten von nicht-CO<sub>2</sub> Emissionen in großen Höhen (Bildung von Kondensstreifen Zirren oder Ozon) von besonderer Bedeutung sind. Die nachhaltige Gestaltung des Luftverkehrs ist eine Herausforderung, zu der im DLR-Projekt WeCare ein wesentlicher Beitrag geleistet werden soll.

WeCare adressiert das von der EU in Flightpath 2050 formulierte Ziel: „Europe is at the forefront of atmospheric research and takes the lead in the formulation of a prioritised environmental action plan and establishment of global environmental standards“.

## Modellierung des Luftverkehrs der Zukunft

Um die Klimawirkung des zukünftigen Luftverkehrssystems in Abhängigkeit von verschiedenen möglichen Technologie- und Maßnahmenpläne bewerten zu können, muss die zukünftige Entwicklung des Lufttransportsystems verstanden, modelliert und analysiert werden. Im DLR-Projekt WeCare wird dazu die Simulationsumgebung AIRCAST (Air Travel Forecast) entwickelt, die aus einer generischen 4-Schichten-Struktur besteht. Um potenzielle zukünftige Veränderungen abzubilden, werden globale Passagierflüsse, Flugbewegungen und Veränderungen der Weltflotten in globalen Netzwerken und 5-Jahres-Zeitschritten modelliert:

- Wie viele Passagiere wollen zukünftig in welchem Jahr zwischen welchen Städtepaaren reisen?
- Über welche Routen werden die Passagierflüsse in Zukunft verlaufen?
- Wie viele Flugzeuge welcher Größe werden in Zukunft wo eingesetzt?
- Wie viel Kraftstoff wird in Zukunft wo benötigt? Wo werden welche Emissionen zukünftig freigesetzt?

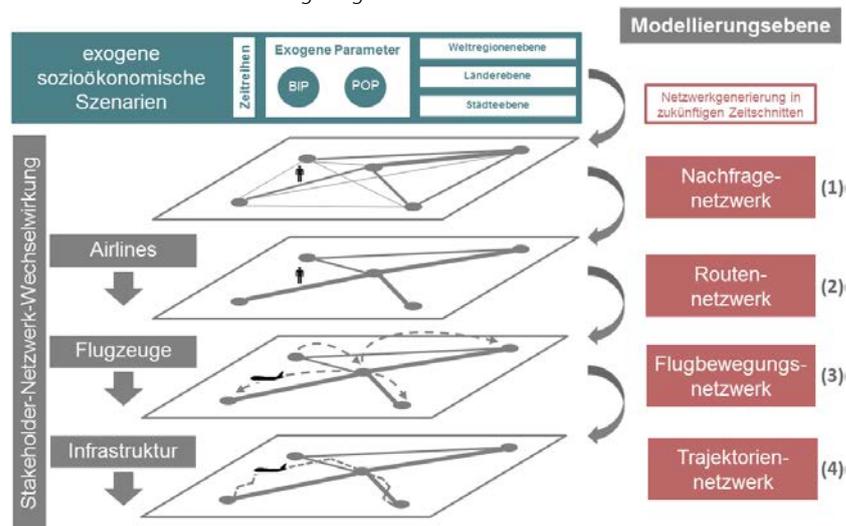


Abb.1: Entwicklung quantitativer Zukunftsszenarien mit Hilfe der 4-Ebenen-Philosophie

### Projektpartner

- DLR – Institut für Physik der Atmosphäre (Projektleitung)
- DLR – Institut für Flugführung
- DLR – Institut für Antriebstechnik
- DLR – Simulations- und Softwaretechnik

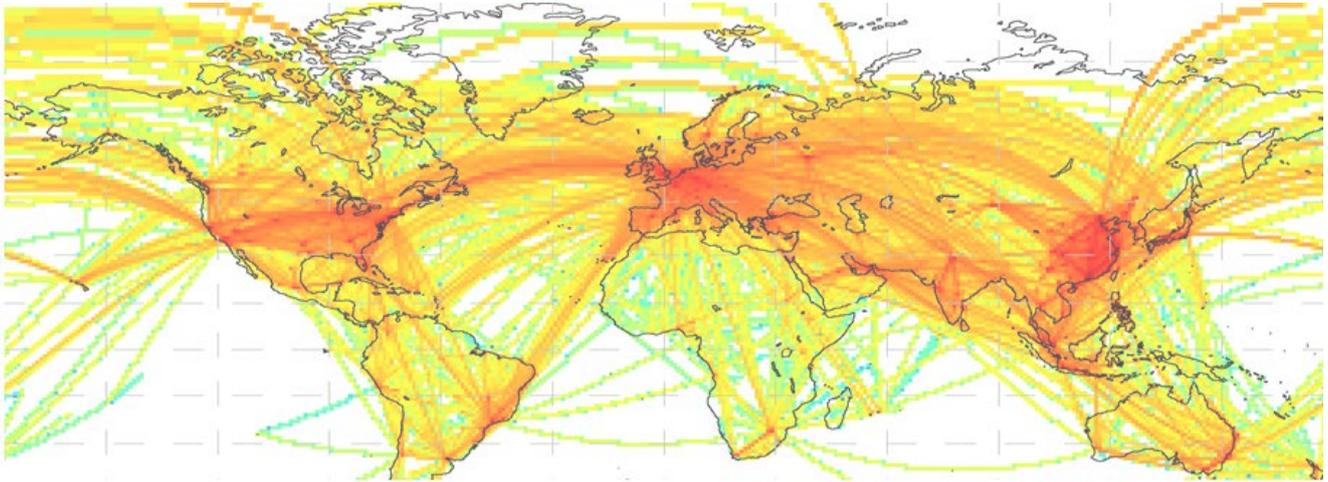


Abb. 2: Globales CO<sub>2</sub> Emissionskataster für das Jahr 2050

### Bewertung von operativen und technischen Maßnahmen zur Reduktion der Klimawirkung im Luftverkehrssystem der Zukunft

Mit Hilfe der 4-Ebenen Modellierungen können die weltweiten Auswirkungen verschiedener operationeller (z.B. Einführung des Mehrstufenbetriebes) und technischer Konzepte (z.B. Einführung von Blended-Wing-Body oder Strut-Braced Wing Flugzeugkonfigurationen) auf das zukünftige Routen- und Flugbewegungsnetzwerk abgebildet werden. Mit Hilfe der aus dem Trajektoriennetzwerk resultierenden globalen Emissionskataster (siehe Abb. 3) wird anschließend das Potenzial der eingeführten Maßnahme zur zukünftigen Reduktion der Klimawirkung hin untersucht und bewertet. Zu welchem Zeitpunkt eine Maßnahme im zukünftigen Lufttransportsystem eingeführt werden kann, hängt von der Entwicklung der Kapazitätsnachfrage, dem Alter und den laufenden Kosten der bestehenden Flotte sowie der Reife und Verfügbarkeit neuer, effizienterer Technologien ab.

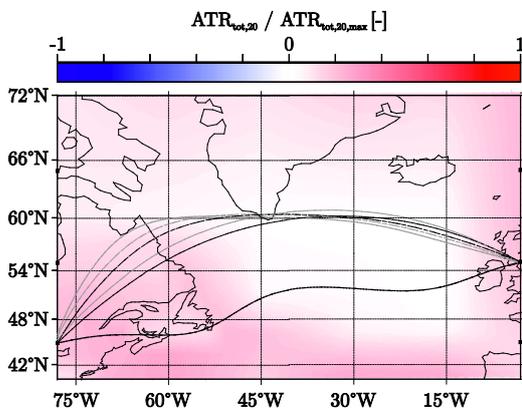


Abb. 3: Klima- und wetteroptimale Flugtrajektorien über den Nordatlantik

### Bewertung von klima- und öko-effizienten Flugtrajektorien

Nicht-CO<sub>2</sub> Emissionen besitzen, im Gegensatz zum trägen und langlebigen CO<sub>2</sub>, eine vergleichsweise kurze Lebensdauer i.d.R. von einigen Sekunden bis Monaten. Aus diesem Grund ist ihre Klimawirkung stark von den atmosphärischen Bedingungen und somit auch vom Emissionsort und -zeitpunkt abhängig. Werden diese Abhängigkeiten in die Flugtrajektorienplanung integriert, so kann die resultierende Klimawirkung erheblich reduziert werden. Innerhalb WeCare werden die Kosten-Nutzen Potenziale von klimaoptimierte Flugtrajektorien bestimmt, die sich zum einem aus (1) einer taktischen, wetterabhängigen Optimierung des Luftverkehrs (taktisch optimierte Flugtrajektorien unterscheiden sich je Wetterlage von Tag zu Tag) und andererseits aus einer (2) strategischen, klimatologischen Optimierung der Reiseflughöhe (strategisch optimierte Flugtrajektorien sind jeden Tag identisch) ergeben. Basierend auf den ermittelten Relationen zwischen Kosten (z.B. Kraftstoffkosten, Crewkosten, etc.) und Nutzen (Reduktion des Beitrages des Luftverkehrs zur Klimawirkung) kann eine Entscheidung getroffen werden, welche Strategien oder Kombinationen bei welcher Priorisierung am geeignetsten sind.