

# Die Vision vom emissionsfreien Fliegen

Neue Treibstoffe, hybridelektrische Antriebe und Streckenoptimierungen werden die Umweltbelastungen drastisch verringern, meint **Anke Kaysser-Pyzalla**.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt [M]

In den vergangenen Jahrzehnten gab es in der Luftfahrt große Fortschritte bei der Verringerung von Emissionen. Der Kraftstoffverbrauch je Flugzeug verringerte sich nach Angaben der International Civil Aviation Organization seit 1990 um rund zwei Drittel – ein positiver Effekt, der allerdings durch das globale Wachstum des Luftverkehrs wieder zunichtegemacht wurde.

Fliegen ist derzeit mit knapp drei Prozent an den weltweiten Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> beteiligt. Hinzu kommen noch weitere schädliche Auswirkungen des Flugverkehrs auf das Klima, etwa durch Stickoxide, Kondensstreifen, Aerosole und Ruß. Nun steht uns eine Transformation der Branche bevor: Die Vision der Forscher ist eine „emissionsfreie Luftfahrt“. Tatsächlich kann nur die konsequente Nutzung aller wissenschaftlichen und technologischen Möglichkeiten zum Ziel führen, umweltverträglicher zu fliegen.

Dabei gibt es nicht den einen Königsweg. Das Luftfahrtsystem muss vielmehr an vielen Punkten neu aufgestellt werden. Die Optionen reichen von der aerodynamischen Auslegung über den Antrieb bis zu den Energieträgern. Gleichzeitig müssen Materialfragen berücksichtigt werden, globale Lieferketten, Produktionsprozesse und Aspekte der Infrastruktur. Kurzum: Der gesamte Lebenszyklus eines Flugzeugs steht auf dem Prüfstand.



Mit innovativen Luftfahrt-Technologien kann sich die deutsche Industrie in eine weltweit führende Position bringen.

Auch die Weiterentwicklung des „Single European Sky“, also die Optimierung des europäischen Luftverkehrs, kann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Studien belegen, dass bereits mit optimierten Flügen im deutschen Luftraum Umwege und damit der Treibstoffverbrauch spürbar verringert werden. Allein durch die Einführung des Free Route Airspace in Europa reduzierten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 2014 durch direktere und damit kürzere Flugrouten um gut 2,6 Millionen Tonnen – das sind immerhin 0,5 Prozent der durch den Luftverkehr verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Flexibleres, klimaschonenderes Routing könnte schon bald in wesentlichen Teilen des internationalen Luftverkehrs angewendet werden. Die Betriebskosten, das zeigen Studien des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, stiegen dadurch nur um ein bis zwei Prozent. Die schädlichen Auswirkungen auf das Klima sanken gleichzeitig um bis zu 45 Prozent.

Dennoch: Auf dem Weg zu einem klimaverträglicheren Luftverkehrssystem gibt es weiterhin erheblichen

Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Ziel ist ein schneller Technologietransfer in Zusammenarbeit mit der europäischen und der deutschen Industrie: Neue Grundlagen und Technologien entstehen, werden erprobt und eingesetzt. Mit innovativen Luftfahrt-Technologien kann sich die deutsche Industrie in eine weltweit führende Position bringen.

Um schon in naher Zukunft erste Ergebnisse zu erreichen, wird die schädliche Umweltwirkung der Kraftstoffe verringert – und zwar mit einer Optimierung der Verbrennungsprozesse und der Nutzung neuer Energieträger. Ein wichtiger Teil der Lösung können nachhaltige Flugzeugtreibstoffe sein, sogenannte Sustainable Aviation Fuels (SAF). Sie versprechen mit Blick auf CO<sub>2</sub>, Ruß und Kondensstreifen eine deutlich bessere Umweltverträglichkeit als die derzeitigen Kraftstoffe.

SAF werden in einigen Jahren auf der Langstrecke Standard werden. Auch neue Technologien wie das Verbrennen von Wasserstoff in der Fluggasturbine dürften mittel- bis langfristig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Voraussetzung ist der Aufbau notwendiger Infrastrukturen und die Verfügbarkeit des Energieträgers im internationalen Maßstab.

In einer zweiten Phase geht es dann um die Entwicklung von Energiespeichern für Flugzeuge. Vollelektrische oder hybridelektrische Antriebe ermöglichen zunächst kleinen Flugzeugen, ganz auf Kerosin zu verzichten. Hybridelektrische Antriebe bieten darüber hinaus auch Potenzial für Zubringerflugzeuge und Regionalflieger. Dabei sind Kombinationen von Batterien mit Brennstoffzellen oder Gasturbinen denkbar.

Auch hier aber gibt es noch offene Fragen: Wie werden beispielsweise Batterien geladen oder ausgetauscht? Wie erfolgen der sichere Umgang und die Lagerung von Wasserstoff nahe dem absoluten Temperaturnullpunkt von minus 273 Grad Celsius? Klar ist: Durch neue Flugzeuge und Treibstoffe werden sich auch Abläufe am Boden ändern, etwa bei Wartung und Reparatur. Das alles wird große Investitionen von Herstellern, Zulieferern und Flughafenbetreibern erfordern.

Für die weitere Forschung im Sinne klimafreundlicheren Fliegens benötigen wir neben der engen Zusammenarbeit von Industrie und Wirtschaft auch die Unterstützung der Politik. Sie muss die Rahmenbedingungen schaffen für den Einsatz neuer Technologien und um notwendige Investitionen zu ermöglichen. Die 2019 gestartete sechste Auflage des Luftfahrt-Forschungsprogramms der Bundesregierung setzt unter anderem auf Künstliche Intelligenz und die automatisierte Verarbeitung großer Datenmengen.

Auch auf europäischer Ebene werden die Anstrengun-

gen für eine klimaverträglichere Zukunft des Luftverkehrs intensiviert. Ab dem Jahr 2050 soll es möglich sein, Wachstum im Luftverkehr ohne Belastungen der Atmosphäre zu erreichen. In der Vergangenheit wurden innerdeutsche Flüge auf die Bahn verlagert. Dazu gehören unter anderem Strecken wie Berlin-Hamburg oder Köln-Frankfurt. Auch dadurch beläuft sich der Anteil des Luftverkehrs am gesamtdeutschen Verkehrsaufkommen heute nur noch auf drei Prozent – und der Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland auf lediglich 0,3 Prozent.



Durch neue Flugzeuge und Treibstoffe werden sich auch Abläufe am Boden ändern, etwa bei Wartung und Reparatur.

Innerdeutsche Flüge finden im Wesentlichen nur noch auf längeren Strecken statt. Kurze Strecken nutzen fast ausschließlich Passagiere, die anschließend von größeren deutschen Flughäfen ins Ausland weiterreisen. Solche Knotenpunkte (Hubs), etwa in Frankfurt und München, gilt es im Interesse des Wirtschaftsstandorts Deutschland zu erhalten – zumal es künftig möglich sein wird, Passagiere mit klimaverträglicheren Flugzeugen zu befördern.

Um noch mehr Passagiere zu motivieren, den Schienenverkehr zu nutzen, brauchen wir intermodale Verkehrskonzepte: den gleichzeitigen Ausbau der Bahninfrastruktur und des umweltschonenden Luftverkehrs. Wichtig dabei ist eine gute Abstimmung der einzelnen Verkehrsträger, um den Fahrgästen unnötige Wartezeiten zu ersparen.

Im Sinne unserer künftigen Mobilität sind Konzepte und Lösungen für eine klimaverträglichere Luftfahrt von großer Bedeutung. In Kooperation mit allen Beteiligten werden wir die schädlichen Umwelteinflüsse der Luftfahrt weiter verringern. Das geschieht am besten durch eine europäische Sichtweise auf das Luftverkehrssystem.

Fliegen übt nach wie vor eine Faszination aus, es verbindet Menschen, Länder und Kulturen. Beziehungen und Kontakte in alle Welt dürfen kein Luxus sein, sie sind wichtig für uns alle. Ohne das Fliegen würde uns vieles fehlen.

## Die Autorin

Anke Kaysser-Pyzalla ist Vorstandsvorsitzende des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).