

# KLIMASCHUTZ IM LUFTVERKEHR



# INHALT

Executive Summary	6
Kapitel 1: Bestandsaufnahme	10
Anteil des Luftverkehrs an den internationalen CO <sub>2</sub> -Emissionen	11
Anteil des Luftverkehrs an den CO <sub>2</sub> -Emissionen in Deutschland	11
Globale CO <sub>2</sub> -Emissionen des Luftverkehrs nach Staaten	12
Kapitel 2: Die Klimaschutzziele	13
Umsetzung des Pariser Abkommens in der EU und Deutschland	14
Klimaschutzstrategie der internationalen Luftfahrt	15
Klimaschutz im Luftverkehr: Grundsätze	16
Kapitel 3: Klimaschutzinstrumente	17
Verbrauch senken	18
Klimaneutral fliegen	27
CO <sub>2</sub> -Reduktion durch Bepreisung	36
Kapitel 4: Steuern	40
Steuern im Luftverkehr	41
Steuern im Vergleich: Bahn- und Luftverkehr	42
Kontakt & Impressum	44

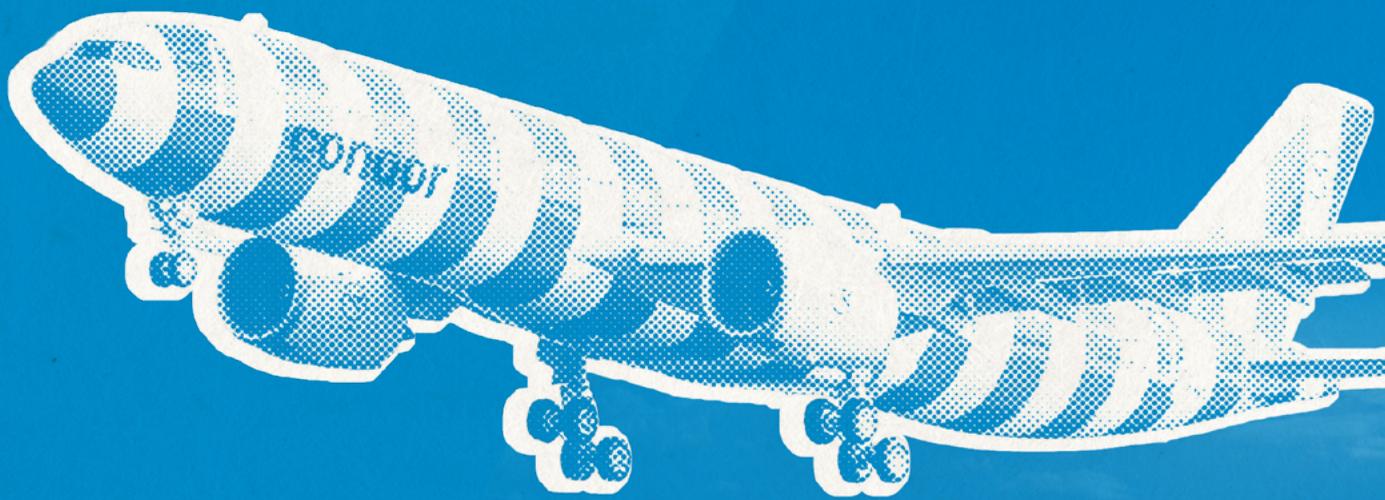
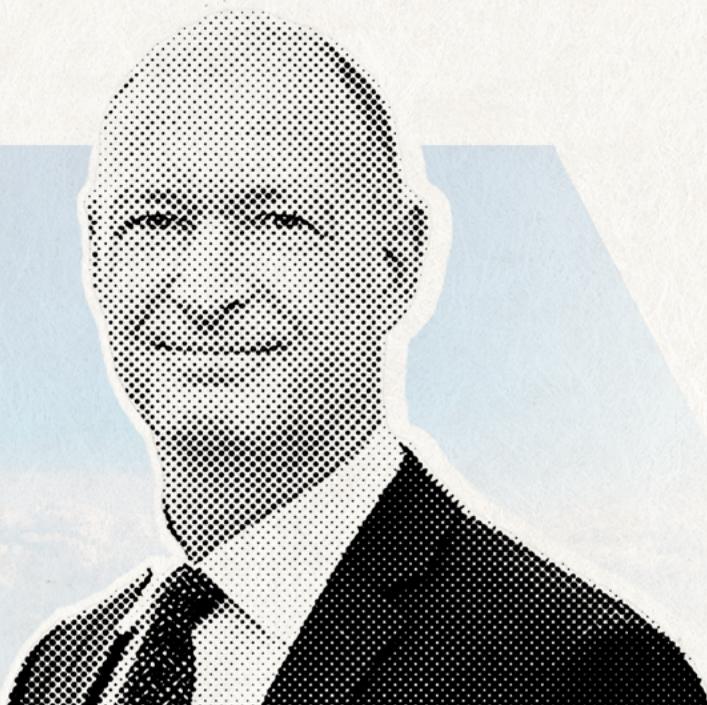


Bild: © Condor







## SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN,

Luftverkehr bringt Menschen in der ganzen Welt zusammen, ermöglicht kulturellen Austausch, aber auch den raschen Transport eilbedürftiger Güter oder Hilfe für Menschen in Katastrophen- und Kriegsgebieten. In unserer globalisierten Welt ist all das unverzichtbar. Mit dem Ende der Coronapandemie ist zudem deutlich geworden: Die Menschen wollen reisen, die Nachfrage nach Flugreisen steigt und eine Trendwende ist derzeit nicht erkennbar. Dabei verbraucht der Luftverkehr Kerosin und emittiert CO<sub>2</sub> sowie weitere Emissionen, die sich auf unser Klima auswirken. Weltweit betragen die klimawirksamen Emissionen des Luftverkehrs etwa fünf Prozent. Die deutsche Luftverkehrswirtschaft möchte einen aktiven Beitrag zu mehr Klimaschutz leisten. Ihr Ziel: Bis 2050 sollen alle Flüge CO<sub>2</sub>-neutral sein. Das ist ein ordentliches Stück Arbeit und bedarf großer und vielfältiger

Anstrengungen. Aber die Branche nimmt ihre Verantwortung ernst; sie hat bereits konkrete Maßnahmen für mehr Klimaschutz im Luftverkehr ergriffen und strebt weitere an.

Mit dieser Broschüre informieren wir Sie über diese Maßnahmen, was bisher erreicht wurde, welche Hebel besonders wirksam sind auf dem Weg zu klimaneutralem Fliegen und wie sich weitere Innovationen für mehr Klimaschutz im Luftverkehr realisieren lassen.

Jost Lammers  
Präsident Bundesverband der Deutschen  
Luftverkehrswirtschaft

# EXECUTIVE SUMMARY

---

## KLIMASCHUTZZIELE

Fliegen verbindet Menschen, Märkte und Kulturen über Grenzen hinweg. Und die weltweite Nachfrage nach Flugreisen wächst weiter. Umso wichtiger ist es, das Fliegen in Einklang mit dem Klimaschutz zu bringen. Der Luftverkehr hat einen Anteil von 3,06 Prozent an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Berücksichtigt man alle Klimaeffekte global, hat der Luftverkehr daran einen Anteil von rund fünf Prozent. Die deutsche Luftverkehrswirtschaft möchte ihren Teil dazu beitragen, die geltenden Klimaschutzziele zu erreichen. Weil die Luftfahrt ein internationaler Verkehrsträger ist, ist es sinnvoll, dass Strategien und rechtliche Rahmenbedingungen für den Luftverkehr international Gültigkeit haben – auch im Bereich Klimaschutz.

## KLIMASCHUTZINSTRUMENTE

Neben den gesetzten Zielen sollen verschiedene Maßnahmen dabei helfen, den Klimaschutz im Luftverkehr konkret voranzubringen. Hierbei unterscheidet man zwischen Instrumenten, die

- A. den Verbrauch an Treibstoff senken,
- B. klimaneutrales Fliegen ermöglichen und
- C. die CO<sub>2</sub>-Emissionen bepreisen.

Besonders wirkungsvoll sind die Maßnahmen, wenn sie ineinandergreifen. Das passiert aktuell auch bereits an vielen Stellen.

## A. TREIBSTOFFVERBRAUCH SENKEN

**Moderne, effiziente Flugzeuge** verbrauchen weniger Kerosin und emittieren dadurch weniger CO<sub>2</sub>. Jede neue Flugzeuggeneration verbrennt rund 25 Prozent weniger Kerosin. Dadurch ist der Kerosinverbrauch pro Passagierkilometer in Deutschland seit 1990 um 43 Prozent gesunken.

**Größere Flugzeuge mit höherer Auslastung** erfordern insgesamt weniger Flüge. Ein wesentlicher Anteil des Passagierwachstums kann insofern mit einer besseren Auslastung in einer optimierten Flottenstruktur aufgefangen werden. Vor allem im Kontinentalverkehr, wo die meisten Flüge durchgeführt werden, konnte durch eine optimierte Auslastung die Energieeffizienz pro Passagier stark verbessert werden.

**Optimierte Flugrouten** vermeiden Umwege, verkürzen durch effiziente Planung Strecken, verringern dadurch den Kerosinverbrauch und tragen so ebenfalls zu einer Senkung der Emissionen bei.

Bereits heute können Anteile von **bis zu 50 Prozent SAF** dem herkömmlichen Kerosin beigemischt werden.

## B. KLIMANEUTRALES FLIEGEN ERMÖGLICHEN

**Nachhaltige Flugtreibstoffe** (SAF) sind langfristig der entscheidende Hebel für CO<sub>2</sub>-neutrales Fliegen. Weil sie sauberer als fossiles Kerosin verbrennen, leisten sie außerdem auch einen Beitrag zur Verringerung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte im Luftverkehr. Bereits heute können Anteile von bis zu 50 Prozent SAF dem herkömmlichen Kerosin beigemischt werden. Anpassungen an der Infrastruktur, dem Flugzeug oder den Triebwerken sind für die Nutzung von SAF nicht nötig. Die Herausforderung: Bislang sind SAF noch nicht in ausreichendem Maße verfügbar, um signifikante Anteile fossilen Kerosins zu ersetzen.

Damit das deutlich teurere SAF tatsächlich auf den Markt kommt, hat die EU ab 2025 steigende sogenannte Beimischungsquoten für nachhaltige Flugkraftstoffe beschlossen. Die Unternehmen, die Kraftstoff in Verkehr bringen – in der Regel sind das Mineralölkonzerne –, sind dann dazu verpflichtet, dass ein bestimmter Anteil ihres verkauften Kraftstoffs SAF sein muss. Die Luftverkehrsregelungen der EU gelten nur

für EU-Staaten; der Luftverkehr findet aber international statt. Deshalb entstehen bei den jetzigen europäischen Regelungen klimapolitisch kontraproduktive Wettbewerbsverzerrungen: So gelten die SAF-Quoten nur für Abflüge an EU-Flughäfen. Mit einem Umstieg an Luftverkehrsdrehkreuzen außerhalb der EU, z. B. in Istanbul, Dubai oder Doha, kann die teure Quote bei vielen Langstrecken umgangen werden. Dies hätte nur eine Verlagerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in andere Weltregionen zur Folge (Carbon Leakage), würde dem Klima aber nicht nutzen und den deutschen Flughäfen und Airlines wirtschaftlich schaden.

**Optimierte Flugrouten** können dazu beitragen, die Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte des Luftverkehrs zu verringern. Verkehrsflugzeuge fliegen in der Regel in Höhen zwischen zehn und 14 Kilometern. Durch die Emissionen der Flugzeugtriebwerke können sich in diesen Höhen wetterabhängig Kondensstreifen bilden. Bleiben diese lange bestehen, können sie zu Zirruswolken heranwachsen und haben dann einen Einfluss auf das Klima. Wie genau Flugrouten ausgestaltet werden müssen, um diese Effekte zu vermeiden, wird aktuell in Forschungsprojekten untersucht.

**Alternative Antriebe** können langfristig betrachtet einen Beitrag zu mehr Klimaschutz im Luftverkehr leisten. Während batterieelektrische Lösungen wegen des hohen Gewichts der Batterien nur für kleinere Flugzeuge infrage kommen, gibt es aktuell konkrete Planungen für Wasserstoff-Flugzeuge.

## C. CO<sub>2</sub>-BEPREISUNG

Bis nachhaltige Flugtreibstoffe oder alternative Antriebe in dem Umfang verfügbar sind wie es ein ambitionierter Klimaschutz erfordert, greifen andere Hebel als Zwischenlösung. Zu ihnen zählen:

**Der Europäische Emissionshandel.** Er bepreist CO<sub>2</sub>-Emissionen, indem die Unternehmen aus bestimmten Bereichen Emissionsrechte kaufen müssen. Die Zahl der Emissionsrechte ist gedeckelt und wird jedes Jahr abgesenkt. Dadurch werden weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgestoßen. Der innereuropäische Luftverkehr ist seit 2012 in den Europäischen Emissionshandel einbezogen.

**CORSIA.** Dieses Klimaschutzinstrument zum CO<sub>2</sub>-Ausgleich wurde auf UN-Ebene beschlossen. Derzeit nehmen mehr als 80 Staaten an der freiwilligen Phase des 2021 eingeführten Mechanismus teil. Dadurch sind fast 80 Prozent des internationalen Luftverkehrs abgedeckt. Ab 2027 gilt CORSIA für weitere Staaten, sodass dann 90 Prozent der Emissionen kompensiert werden.

**Der freiwillige CO<sub>2</sub>-Ausgleich** durch Passagiere. Sie finanzieren über einen Aufpreis auf ihr Flugticket Klimaschutzprojekte oder die Beimischung von SAF.



Zwischen 2010 und 2021 konnten die deutschen Flughäfen ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits **um 35 Prozent senken**.

## STEUERN

Auf Kerosin, das auf internationalen Flügen verbraucht wird, darf nach international verbindlichen Vorgaben keine Steuer erhoben werden. Darum hat die Bundesregierung anstelle einer Kerosinsteuer 2011 bewusst die Luftverkehrsteuer eingeführt. Sie wird für alle in Deutschland startenden Reisen erhoben und orientiert sich an der Entfernung des Reiseziels. Anders als eine Kerosinsteuer wirkt die Luftverkehrsteuer dadurch im Wesentlichen wettbewerbsneutral.

## FLUGHÄFEN

Auch die Flughäfen senken durch verschiedene Maßnahmen ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Die deutschen Flughäfen haben sich ein eigenes, ehrgeiziges Ziel gesetzt: Bis 2045 wollen sie klimaneutral sein. Zwischen 2010 und 2021 konnten die deutschen Flughäfen ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits um 35 Prozent senken.

## INTERMODALITÄT

Eine Stärkung der Intermodalität insbesondere im innerdeutschen Verkehr ist ein weiterer Baustein für mehr Klimaschutz. Die deutsche Luftverkehrswirtschaft arbeitet deshalb eng mit der Deutschen Bahn zusammen und versucht, wo möglich, mehr Reisende zum Umstieg auf die Schiene zu bewegen.



# 01 BESTANDS- AUFNAHME

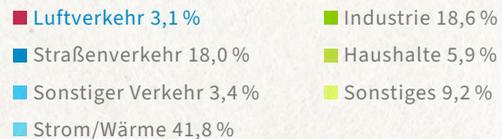
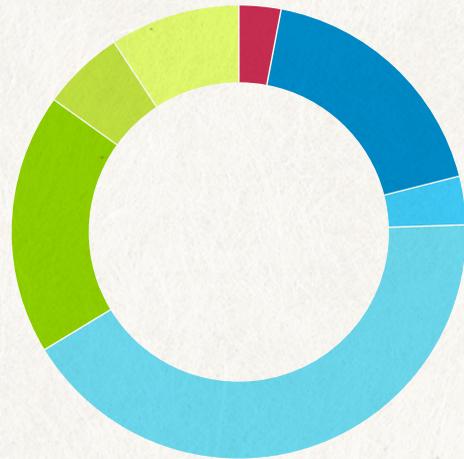
---

Der Luftverkehr hat einen relevanten Anteil an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auch wenn dieser im Vergleich zu anderen Bereichen gering ist, möchte die deutsche Luftverkehrswirtschaft dazu beitragen, diesen Anteil zu reduzieren, um das Klima zu schützen.

## ANTEIL DES LUFTVERKEHRS AN DEN INTERNATIONALEN CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

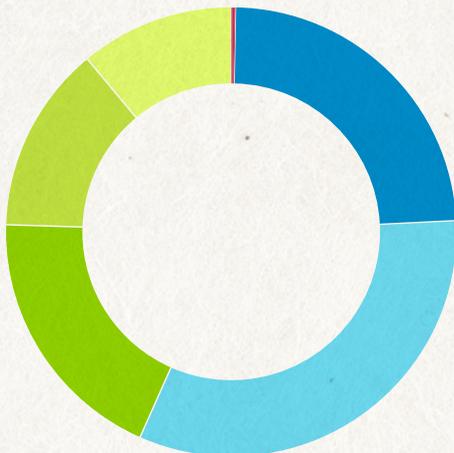
Der Luftverkehr hat an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen einen Anteil von 3,1 Prozent. Der Verkehrsbereich macht insgesamt fast ein Viertel der globalen Emissionen aus, wobei der Großteil des CO<sub>2</sub> im Straßenverkehr emittiert wird. Die meisten Emissionen entstehen allerdings in den Bereichen Strom, Wärme und Industrie. Bezogen auf die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit in allen Bereichen hat der innerdeutsche Luftverkehr einen Anteil von 0,007 Prozent.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (international, 2019)



Quelle: Internationale Energieagentur (IEA), 2022

## CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (Deutschland, 2019)



Quelle: Europäische Umweltagentur (EEA), 2022

## ANTEIL DES LUFTVERKEHRS AN DEN CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND

Der innerdeutsche Luftverkehr hat einen Anteil von 0,3 Prozent an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland. Er trägt also nur marginal zu diesen bei. Zum Vergleich: Der Straßenverkehr kommt hier auf 23,8 Prozent.

Anders als im internationalen Luftverkehr wächst die Nachfrage im innerdeutschen Verkehr nicht: Zwischen 2011 und 2022 ist die Zahl der Flüge um 55 Prozent zurückgegangen und wird auch in diesem Jahr weiter sinken.

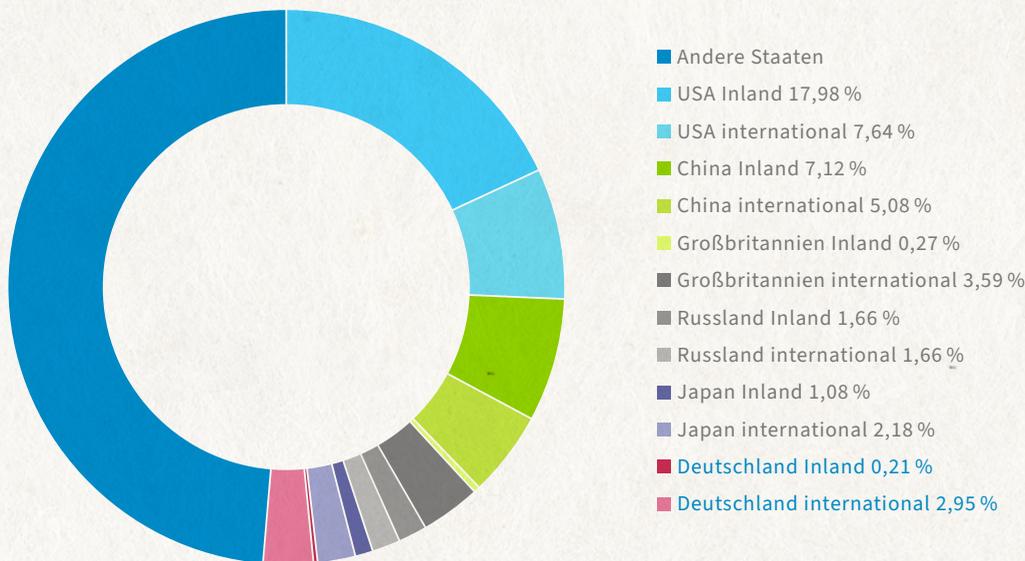
## Globale CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs nach Staaten

Klimaschutzstatistiken unterscheiden im Luftverkehr zwischen den Emissionen von inländischen Flügen (domestic) und den von einem Land abgehenden Flügen (international).

Während die inländischen Emissionen dem Pariser Abkommen unterliegen, werden die Emissionen des internationalen Luftverkehrs von der ICAO mit dem Klimaschutzinstrument CORSIA reguliert.

Der weltweite Luftverkehr (international und domestic) trägt zu 3,1 Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Die Hälfte der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs stammen bisher aus sechs Staaten: USA, China, Großbritannien, Russland, Japan und Deutschland, wobei allein die USA ein Viertel der Emissionen ausmachen. Die andere Hälfte entfällt in Summe auf 187 Staaten. Die Nachfrage nach Luftverkehr wächst seit einigen Jahren aber besonders stark in und aus asiatischen Ländern.

CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Staaten (2017)



Quelle: Internationale Energieagentur (IEA), 2020

# 02 DIE KLIMA- SCHUTZZIELE

---

Das Pariser Abkommen schreibt völkerrechtlich verbindliche Klimaschutzziele fest. Auch der Luftverkehr muss zu ihrer Erfüllung seinen Beitrag leisten. Hierfür gibt es verschiedene internationale Strategien und konkrete Maßnahmen.

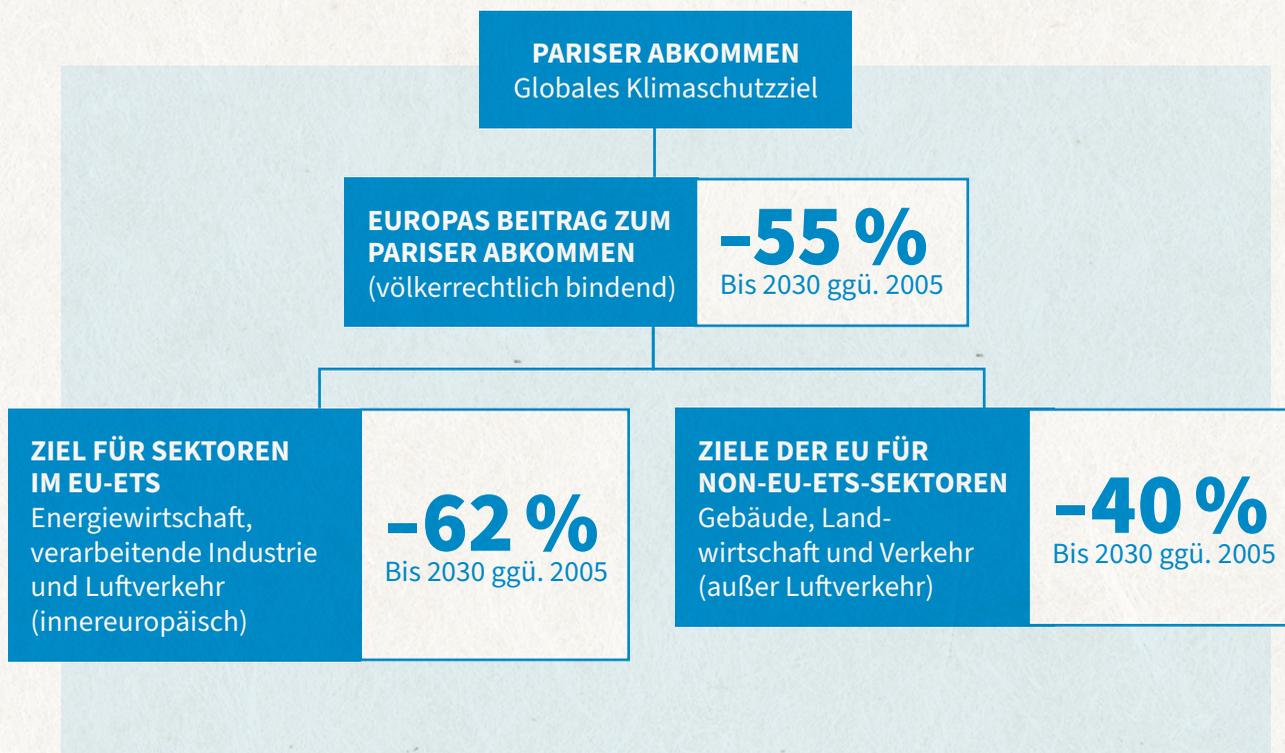
## UMSETZUNG DES PARISER ABKOMMENS IN DER EU UND DEUTSCHLAND

Mit dem Pariser Abkommen wurden völkerrechtlich verbindliche Klimaziele beschlossen. Die EU hat sich verpflichtet, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 55 Prozent zu verringern und bis 2045 vollständig klimaneutral zu sein. Diese Ziele werden in Europa folgendermaßen umgesetzt:

Im EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS) werden die Emissionen von europaweit rund 10.000 Anlagen der Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie sowie des inner-europäischen Luftverkehrs erfasst. Dieses markt-basierte Steuerungsinstrument stellt mittels Zertifikatehandel sicher, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einbezogenen Wirtschaftsbereiche gegenüber dem Jahr 2005 insgesamt um 62 Prozent reduziert werden (vgl. Seite 37).

Für den internationalen Luftverkehr wurde bereits mit dem Kyoto-Abkommen vereinbart, dass Ziele und Instrumente zur CO<sub>2</sub>-Reduktion auf internationaler Ebene unter dem Dach der ICAO geregelt werden sollen. Dementsprechend wurde das CO<sub>2</sub>-Bepreisungsinstrument CORSIA beschlossen, dessen Pilotphase am 1. Januar 2021 begonnen hat (vgl. Seite 38).

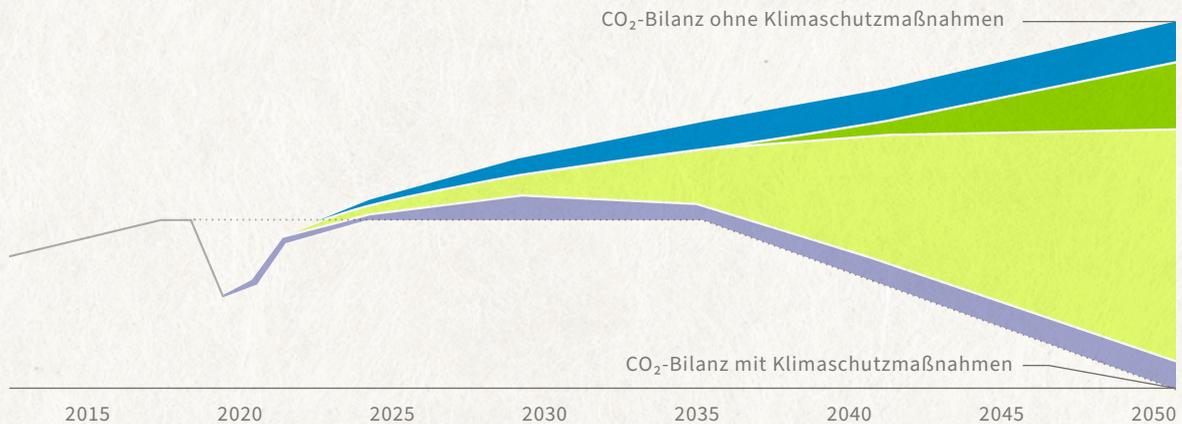
Für alle nicht in den Emissionshandel einbezogenen Wirtschaftsbereiche (Landwirtschaft, Gebäude, Verkehr/außer Luftverkehr) sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 40 Prozent gegenüber 2005 sinken. Deutschland hat diese Ziele sektorscharf im Klimaschutzgesetz verankert.



**Bereits heute:** Effizienz steigern –  
CO<sub>2</sub>-Anstieg verringern durch optimale  
■ Prozesse am Boden und in der Luft

**Das Ziel:** CO<sub>2</sub>-neutral fliegen durch  
■ technische Innovationen und  
neue Flugzeugkonzepte sowie  
■ alternative Kraftstoffe und Antriebe

**Auf dem Weg zum Ziel:**  
CO<sub>2</sub>-Wachstum kompensieren durch  
■ globale Klimaschutzprojekte



## KLIMASCHUTZSTRATEGIE DER INTERNATIONALEN LUFTFAHRT

Das Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität bis zum Jahr 2050 wird trotz weiteren Verkehrswachstums durch ein Bündel an sich ergänzenden Maßnahmen erreicht:

**Verbesserungen in der Technologie:** Durch neue Antriebssysteme, effizientere Triebwerke, leichtere Materialien und andere Fortschritte in der Luftfahrttechnik kann es zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen kommen. Je nach Szenario kann der Anteil dieser Maßnahmen an den notwendigen CO<sub>2</sub>-Einsparungen bis 2050 zwischen zwölf und 34 Prozent liegen.

**Effizienter Betrieb:** Durch Verbesserungen im Betrieb können sieben bis zehn Prozent der CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht werden. Effizienzsteigerungen sind an allen Stellen des Luftverkehrsbetriebs möglich, in der Luft (z. B. Steigerung der Flugzeugauslastung), am Boden (z. B. Nutzung von Bodenstrom, Verkürzung des Rollens) und im Luftverkehrsmanagement (z. B. Vermeidung von Umwegen und Warteschleifen).

**Nachhaltige Flugkraftstoffe** stellen den größten Hebel und die wichtigste Maßnahme für eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen dar. Da der Markthochlauf dieser Kraftstoffe einige Zeit in Anspruch nehmen wird und eine Verfügbarkeit in den benötigten Mengen erst spät zu erwarten ist, soll die Senkung von CO<sub>2</sub> durch Ausgleichsmaßnahmen (Offsets, vgl. Seite 30) unterstützt werden. Bis 2050 sollen zwischen 53 und 71 Prozent der CO<sub>2</sub>-Reduktion durch die Nutzung alternativer Flugkraftstoffe ermöglicht werden.

**Kompensation:** Das Mittel des CO<sub>2</sub>-Ausgleichs durch marktbasierende Instrumente wird weiterhin eine Rolle spielen, um all jene CO<sub>2</sub>-Emissionen zu kompensieren, die nicht durch technische Innovationen und verbesserte Verfahren zur Verbrauchsminderung oder durch den Ersatz fossilen Kerosins durch CO<sub>2</sub>-neutrale Kraftstoffe vermieden werden können. Durch Kompensation werden die noch fehlenden sechs bis acht Prozent CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert.

## KLIMASCHUTZ IM LUFTVERKEHR: GRUNDSÄTZE

Luftverkehr ist im Wesentlichen ein grenzüberschreitender Verkehrsträger und unterliegt einem intensiven internationalen Wettbewerb. Damit unterscheidet er sich grundsätzlich vom Schienen- und Straßenverkehr.

International abgestimmte Eingriffe des Gesetzgebers zur Erhebung von Abgaben und Steuern sind wettbewerbsneutral und verzerren nicht die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen am Markt.

Nationale Alleingänge treffen dagegen überproportional häufig die Unternehmen, deren Kernbetrieb Abflüge aus diesem Land sind. In einem solchen Fall unterliegen alle wesentlichen Flüge der betroffenen Unternehmen der nationalen Regelung. Ihre Wettbewerber sind davon nur zu einem kleinen Teil betroffen, weil sie ihren Flugbetrieb hauptsächlich von ihren Heimatflughäfen aus organisieren. Da aber aufgrund des starken internationalen Wettbewerbs

die hiesigen Fluggesellschaften diese national vorgeschriebenen Steuern und Abgaben nicht eins zu eins an die Kunden weitergeben können, führen solche nationalen Alleingänge zu erheblichen Wettbewerbsverzerrungen zulasten der Unternehmen vor Ort.

Der internationale Luftverkehr unterliegt einem starken Wettbewerb, die Kunden haben eine sehr hohe Preissensibilität. Daher führen Wettbewerbsverzerrungen zur Verschiebung von Passagierströmen. Statt über Drehkreuze in der EU führen die Passagierströme dann über Drehkreuze außerhalb der EU mit vorteilhaften Wettbewerbsbedingungen.

Die Verschiebung von Passagierströmen auf Drehkreuze außerhalb der EU ist gleichbedeutend mit der Verlagerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Drittstaaten. Diesen Effekt nennt man Carbon Leakage.



Der internationale Luftverkehr unterliegt einem starken Wettbewerb, die Kunden haben eine sehr hohe Preissensibilität.

# 03 KLIMASCHUTZ- INSTRUMENTE

---

Es gibt verschiedene Wege, die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Flugverkehrs zu senken. Besonders effektiv werden langfristig nachhaltige Flugtreibstoffe sein. Da sie derzeit noch nicht in ausreichendem Maß zur Verfügung stehen, setzt die Luftverkehrswirtschaft andere Hebel an, um sowohl den Kerosinverbrauch als auch die klimawirksamen Ausstöße zu senken.

# VERBRAUCH SENKEN

---

## **EFFIZIENTE FLUGZEUGE: SENKUNG VON VERBRAUCH UND EMISSIONEN**

Der wirksamste Weg, um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, sind Investitionen in energieeffiziente Flugzeuge und Flugverfahren, weil jede neue Flugzeuggeneration rund 25 Prozent weniger Kerosin verbrennt und entsprechend weniger CO<sub>2</sub> emittiert. Wichtige Stellschrauben sind dabei Verbesserungen an den Triebwerken, bei der Aerodynamik und beim Gewicht.

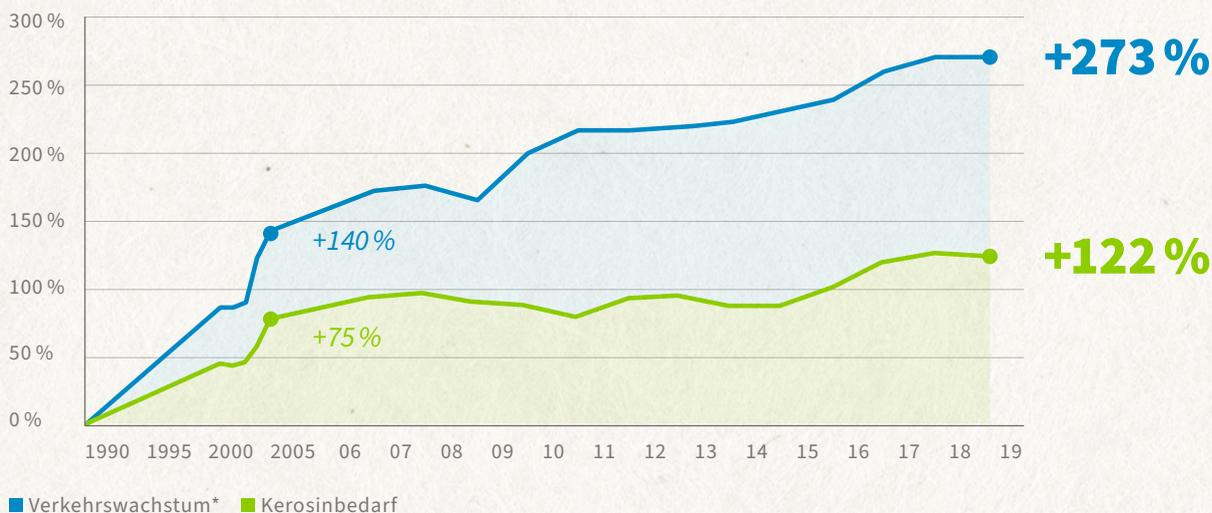
Die Branche will auch in Zukunft die Flugzeugflotten mit energieeffizienteren Flugzeugen ausstatten. Zurzeit haben die deutschen Fluggesellschaften 205 verbrauchsärmere Flugzeuge zu einem Listenpreis von insgesamt 48 Milliarden Euro bestellt. Durch diese Investitionen werden die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen jährlich weiter sinken.

Zur weiteren CO<sub>2</sub>-Reduktion können auch elektrische Antriebe, deren Strom aus erneuerbaren Quellen wie Sonne und Wind gewonnen wird, einen Beitrag leisten. Auf längere Sicht werden aber die Batterien, die die notwendige Menge an Strom speichern können, noch zu schwer sein, um in einem Flugzeug die bisherige Technologie zu ersetzen. Deswegen führt der weitere Weg eher über Hybridantriebe, die den benötigten Strom mit alternativen Kraftstoffen erzeugen (vgl. Seite 34).

## EFFIZIENTE FLUGZEUGE: ENTKOPPLUNG DES KEROSINBEDARFS VOM VERKEHRSWACHSTUM

Durch die Flottenmodernisierung, also den Austausch von alten Flugzeugen durch neue, energieeffizientere Modelle, haben die deutschen Fluggesellschaften die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 1990 um 43 Prozent senken können. Das heißt: Während die deutschen Fluggesellschaften im Jahr 1990 noch 6,3 Liter pro Passagier und 100 Kilometer verbrauchten, sind es heute im Schnitt nur noch 3,56 Liter.

In den letzten 30 Jahren hat sich der Kerosinbedarf vom Verkehrswachstum entkoppelt: Während der Transport von Passagieren und Fracht um 273 Prozent gewachsen ist, wuchs der Kerosinbedarf nur um 122 Prozent.



\* Das Verkehrswachstum und der Kerosinbedarf beziehen sich auf die gesamte Verkehrsleistung aller Abflüge von Flughäfen in Deutschland. Quelle: BDL auf Grundlage aller Daten von destatis und dem Umweltbundesamt (UBA), Stand 2022

## AUSLASTUNG ERHÖHEN

Je größer das Flugzeug ist und je besser es ausgelastet ist, desto weniger Flüge sind erforderlich. Ein wesentlicher Anteil des Passagierwachstums kann also mit einer besseren Auslastung in einer optimierten Flottenstruktur aufgefangen werden. Insbesondere im Kontinentalverkehr, wo die meisten Flüge durchgeführt werden, konnte durch größere Flugzeuge die Auslastung erhöht und so die Energieeffizienz pro transportiertem Passagier seit 2005 weiter verbessert werden.

Bild: © Deutsche Post AG

### PLÄTZE JE FLUG: 2005 BIS 2023

#### Innerdeutsch:

Von 108 Sitzplätzen pro Flug auf 146.

#### Innereuropäisch: \*

Von 118 Sitzplätzen pro Flug auf 166.

#### Interkontinentalverkehr:

Von 283 Sitzplätzen pro Flug auf 295.

\* Inkl. Afrika/Levante  
Alle Zahlen beziehen sich auf den Zeitraum von Januar bis August.

Auch die Bündelung von Verkehrsströmen über Drehkreuze trägt zu einer effizienten Verkehrsabwicklung bei. Durch den Einsatz größerer Zubringer- und Langstreckenflugzeuge verbesserte sich die Energieeffizienz: Seit 2005 wuchs die Anzahl der Passagiere um 17,2 Prozent bei einem Wachstum des Sitzplatzangebotes von 14 Prozent. Gleichzeitig nahm die Anzahl der Flüge um 19 Prozent ab. Durch die Drehkreuze wird dabei eine hohe Konnektivität Deutschlands und das Vorhalten täglicher Angebote sichergestellt, da unterschiedliche regionale Saisonzeiten ausgeglichen werden können.



### Abweichung von der direkten Flugstrecke im Mittel



Quelle: DFS Deutsche Flugsicherung

### VERMEIDUNG VON UMWEGEN DURCH EFFIZIENTE FLUGROUTEN: IN DEUTSCHLAND

Im deutschen Luftraum wird es vermieden, Umwege zu fliegen. Durch effizientere Flugverkehrsführung konnte die Deutsche Flugsicherung seit 2010 die durchschnittliche Abweichung von der Ideallinie einer Flugstrecke in Deutschland um 31 Prozent reduzieren. In Kilometern ausgedrückt bedeutet das: Die Umwege von Flugstrecken wurden von durchschnittlich 5,5 Kilometern im Jahr 2010 auf 3,9 Kilometer im Jahr 2019 reduziert. Das ist weniger als die Länge aller Startbahnen am Frankfurter Flughafen. Insgesamt wurden dadurch alleine im Jahr 2019 rund 71.500 Tonnen CO<sub>2</sub> weniger ausgestoßen.

## VERMEIDUNG VON UMWEGEN DURCH EFFIZIENTE FLUGROUTEN: IN EUROPA

EUROCONTROL erwartet, dass der europäische Luftverkehr von 11,1 Mio. Flügen im Jahr 2019 auf rund 12,5 Mio. Flüge im Jahr 2035 zunehmen wird. Das ist eine Steigerung um gut 15 Prozent. Dennoch soll die Umweltbelastung durch ein verbessertes Flugverkehrsmanagement, die Flottenerneuerung und den Einsatz von SAF im selben Zeitraum um bis zu 25 Prozent sinken. Gemäß SESAR Joint Undertaking, einer Initiative der EU unter Beteiligung der Luftverkehrswirtschaft, würde sich bei jedem Flug durch innovative technologische und betriebliche Lösungen Treibstoff einsparen lassen:

**Am Boden** bis zu 75 kg Treibstoff (z. B. durch kürzere Rollwege und weniger Stopps).

**Beim Starten und Landen** bis zu 325 kg Treibstoff (z. B. durch effizientere Abflugrouten, kontinuierliche Sinkflüge und weniger Warteschleifen).

**Auf der Strecke** bis zu 100 kg Treibstoff (z. B. durch weniger Umwege aufgrund militärischer Sperrgebiete).

Somit ließen sich bei jedem Flug bis zu 500 kg Treibstoff bzw. 1,6 Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen. Das entspricht insgesamt einer Reduktion um zehn Prozent. Um diese Effizienzsteigerung im gesamten europäischen Luftraum erreichen zu können, bedarf es folgender Maßnahmen:

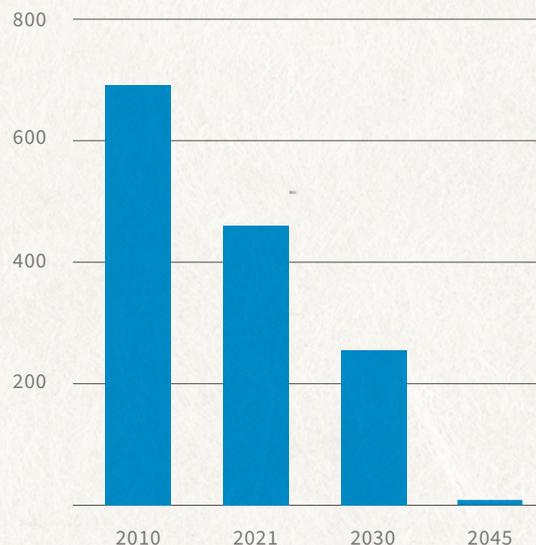
- Verstärkte grenzüberschreitende Kooperationen der Mitgliedstaaten und der Flugsicherungsorganisationen.
- Mehr Automatisierung von Lotsendiensten der Flugsicherung.
- Ein flexiblerer Einsatz von Fluglotsen.

## AM FLUGHAFEN

Die deutschen Flughäfen leisten einen Beitrag zur Reduzierung von Emissionen am Boden. Zwischen 2010 und 2021 konnten die deutschen Flughäfen ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits um 35 Prozent senken. Hebel für die Emissionsreduktion sind unter anderem die Nutzung regenerativer Energien (z. B. Solarstrom, Windkraft), die Optimierung der Bodenprozesse, der Bau nachhaltiger Gebäude mit geringem Energieverbrauch, die Optimierung von flughafenspezifischen Anlagen und der Einsatz alternativer Fahrzeugantriebe wie Elektromotoren.

Auch für die Zukunft haben sich die deutschen Flughäfen Ziele gesetzt: Sie werden ihre eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits bis 2030 um 65 Prozent gegenüber 2010 reduzieren; bis 2045 wollen sie vollständig CO<sub>2</sub>-neutral sein.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Flughäfen (in Tsd. Tonnen)



Quelle: Flughafenverband ADV, 2022



## Die Anzahl der Passagiere auf Inlandsflügen lag 2023 bei nur noch 48 Prozent des Niveaus vor der Coronakrise.\*

\* Monate Januar bis Juli 2023

### INTERMODALITÄT STÄRKEN: STRUKTUR DES INNERDEUTSCHEN LUFTVERKEHRS

Ein weiterer Baustein beim Klimaschutz im Luftverkehr ist die Stärkung der Intermodalität insbesondere im innerdeutschen Verkehr. Dies ermöglicht es, Reisende zum Umstieg auf die Bahn zu bewegen. Wo immer es möglich ist, arbeiten Luftverkehrswirtschaft und Bahn daher zusammen. Hierfür ist es nötig, die Struktur des innerdeutschen Luftverkehrs zu berücksichtigen.

Der innerdeutsche Luftverkehr stand im Jahr 2019 für ca. 0,3 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland. Außerdem ist er ein Bestandteil der nationalen Infrastrukturen für Fernreisen. In dieser Funktion bringt er Passagiere aus Deutschland zu den Drehkreuzen Frankfurt und München. Zudem verbindet er die deutschen Metropolen miteinander, insbesondere, wenn die Distanz zwischen ihnen über 500 Kilometer beträgt. Dies ist häufig der Fall, weil sich die großen Ballungsräume eher am Rand Deutschlands befinden (Hamburg, Berlin, München, Köln/Düsseldorf).

Somit erfüllt der innerdeutsche Luftverkehr zwei Funktionen: Die Verbindung der Metropolen bei längeren Distanzen (im Jahr 2022: 43 Prozent der innerdeutschen Passagiere) und die Anbindung der deutschen Städte an die Drehkreuze Frankfurt und München (im Jahr 2022: 57 Prozent der innerdeutschen Passagiere).

Infolge der Coronapandemie hat sich die Verlagerung des innerdeutschen Luftverkehrs auf die Schiene und Straße deutlich beschleunigt.

### INNERDEUTSCHER LUFTVERKEHR NACH CORONA\*

**Umfang:** Von Januar bis Juli 2023 haben 6,5 Mio. Passagiere den innerdeutschen Luftverkehr genutzt; im Vergleichszeitraum 2019 waren dies 13,6 Mio. Passagiere (in 2023 waren es folglich 48 Prozent von 2019).

**Struktur:** Im Lokalverkehr (Start- und Endziel liegen in Deutschland) betrug die Anzahl der Passagiere im genannten Zeitraum nur noch 31 Prozent des Vorkrisenniveaus. Der innerdeutsche Umsteigeverkehr (Passagiere, die über ein Luftverkehrsdrehkreuz in Deutschland zu einem Endziel außerhalb Deutschlands fliegen) beträgt hingegen wieder 82 Prozent des Vorkrisenniveaus. Damit entfallen im innerdeutschen Luftverkehr nur 45 Prozent auf den Lokalverkehr und 55 Prozent auf den Umsteigeverkehr.

\* Zahlen: Flughafenverband ADV

## INTERMODALITÄT STÄRKEN: MASSNAHMEN IM UMSTEIGEVERKEHR

57 Prozent der innerdeutschen Passagiere sind Umsteiger, das heißt, sie steigen in Frankfurt oder München auf einen internationalen Flug um (2022).

In folgenden Fällen können innerdeutsche Zubringerflüge durch Bahnverbindungen ersetzt werden:

- Die Flugstrecke Köln – Frankfurt wurde im Jahr 2007 auf die Bahn verlagert. Hierfür sprachen die kurze Distanz und das nur kleine Wettbewerbsangebot an Zubringerflügen von Köln zu ausländischen Drehkreuzen. Dadurch erwies sich die Hochgeschwindigkeitsstrecke als attraktiv und zugleich als alternativlos.
- Lufthansa Express Rail bietet in einer durchgängigen Buchung Zubringerverbindungen mit der Bahn von 24 deutschen Städten nach Frankfurt an. Die Gepäckabfertigung erfolgt in Frankfurt. Der Lufthansa-Express-Bus bedient die Strecke Frankfurt–Straßburg.

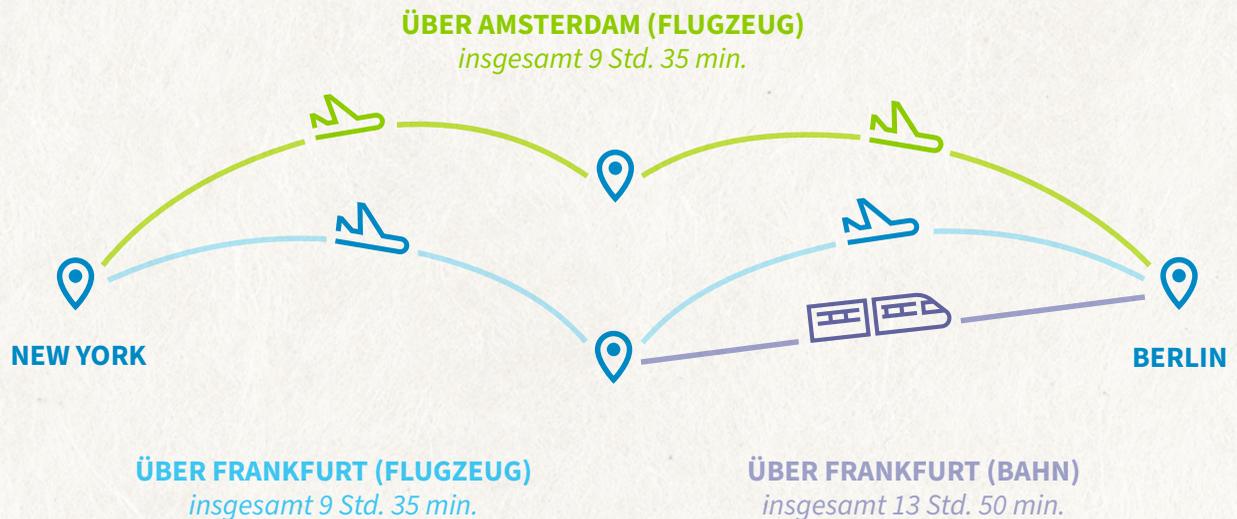
- Rail & Fly ist ein günstiges Angebot, um mit der Bahn von jedem deutschen Bahnhof zum internationalen Flug anzureisen. Es wird von vielen Fluggesellschaften angeboten, teilweise im Buchungsprozess.
- Im internationalen Flugverkehr ist die Reisezeit ein wesentliches Verkaufsargument: Die Fahrt und Umsteigezeiten machen Zubringerverbindungen mit der Bahn auf längeren Distanzen im internationalen Wettbewerb unattraktiv und werden folglich auch nur sehr begrenzt nachgefragt.

### Lufthansa Express Rail



Quelle: Lufthansa

## Reisezeiten New York–Berlin mit Anschluss via Flugzeug/Bahn



Quelle: Expedia, Deutsche Bahn

### INTERMODALITÄT STÄRKEN: AUSBLICK AUF EINE WEITERE VERLAGERUNG

**Lokalverkehr (Januar–Juli 2023: 45 Prozent des innerdeutschen Luftverkehrs):** Momentan zeichnet sich keine Trendwende im Lokalverkehr ab: Der Rückgang setzt sich im Winter 2022/2023 fort und es ist zu erwarten, dass dieses Verkehrsegment weit unterhalb des Vorkrisenniveaus bleiben wird. Mit einem sukzessiven Ausbau des Bahnangebotes und einer Qualitätsstabilisierung des Bahnverkehrs wird sich die Verlagerung vom Luftverkehr auf die Schiene fortsetzen.

**Umsteigeverkehr (Januar–Juli 2023: 55 Prozent des innerdeutschen Luftverkehrs):** Um im Umsteigeverkehr Kunden zum Wechsel auf die Bahn zu bewegen, kommt es vor allem auf eine Stärkung der Intermodalität an. In einem gemeinsamen Aktionsplan des BDL und

der Deutschen Bahn AG sind dafür insbesondere folgende Handlungsfelder adressiert:

- Die Anbindung des Flughafens München an den Bahnfernverkehr.
- Der Ausbau des Angebotes mit schnellen Sprinterzügen zum Flughafen Frankfurt.
- Die Optimierung der Reisekette: Gepäcktransport im Zug, Gepäcktransfer am Flughafen, Information, Wegeführung und die Absicherung der Buchung und der Reise im Fall von Unregelmäßigkeiten (Umbuchung und Information des Kunden).

## WAS SIND SUSTAINABLE AVIATION FUELS?

Sustainable Aviation Fuels, kurz SAF, zu Deutsch nachhaltige Flugkraftstoffe, ist ein Oberbegriff für alle nachhaltig produzierten Kraftstoffe, die nicht auf fossilen Rohstoffen basieren. SAF können in der bestehenden Flotte bereits heute als Drop-in-Kraftstoffe bis zu 50 Prozent beigemischt werden.

Hierfür sind keine Anpassungen der Infrastruktur, des Flugzeugs oder des Triebwerks nötig. SAF sind langfristig der wichtigste Hebel, um den Flugbetrieb CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten. Gleichzeitig liefern sie auch einen wichtigen Beitrag zu Verringerung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte des Luftverkehrs: Sie verbrennen sauberer als fossiles Kerosin und erzeugen daher weniger Rußpartikel und weniger Stickoxide (Stickoxide reagieren zu klimawirksamen Ozon). SAF lassen sich in zwei Kategorien unterteilen:

- Kraftstoffe, bei deren Herstellung Biomasse verwendet wird (biogenes SAF, vgl. Seite 28),
- synthetische Kraftstoffe, die aus erneuerbaren Energien und CO<sub>2</sub> erzeugt werden (PtL, vgl. Seite 29).

” SAF können in der bestehenden Flotte **bereits heute als Drop-in-Kraftstoff bis zu 50 Prozent beigemischt werden.**

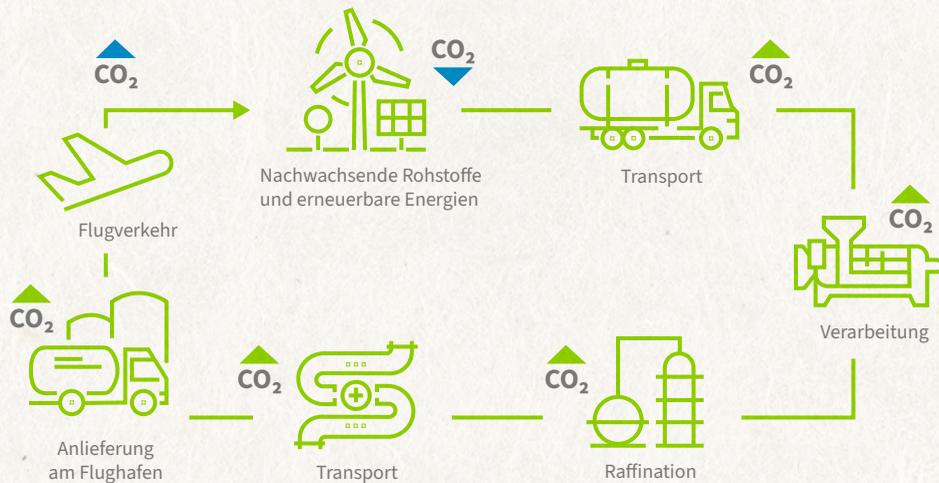
## FUNKTION VON SAF BEIM CO<sub>2</sub>-NEUTRALEN FLIEGEN

Bei der Verbrennung von Kraftstoffen in einem Flugzeugtriebwerk entsteht CO<sub>2</sub>. Dies ist grundsätzlich auch bei erneuerbaren Kraftstoffen der Fall. Allerdings gelangt bei der Verbrennung von SAF nur so viel CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre, wie dieser vorher entnommen wurde, z. B. für das Wachstum von Pflanzen, die später in Form von Biomasse zu Kraftstoff umgewandelt werden (biogenes SAF), oder durch künstliche CO<sub>2</sub>-Abscheidung (PtL). Durch diesen Prozess wird kein zusätzliches CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre ausgestoßen. Der in SAF enthaltene Kohlenstoff entstammt also dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf.

Daher ist die Verbrennung von SAF in der Bilanz CO<sub>2</sub>-neutral. Fossile Kraftstoffe dagegen werden aus Mineralöl hergestellt, das seit Jahrmillionen unter der Erde eingelagert war. Das bei der Verbrennung freiwerdende CO<sub>2</sub> war somit nicht mehr Teil des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs, sondern gelangt zusätzlich in die Atmosphäre. Je nach verwendeten Rohstoffen und Produktionsprozess sparen SAF gegenüber fossilem Kerosin über den gesamten Lebensweg 80 bis 100 Prozent CO<sub>2</sub> ein.

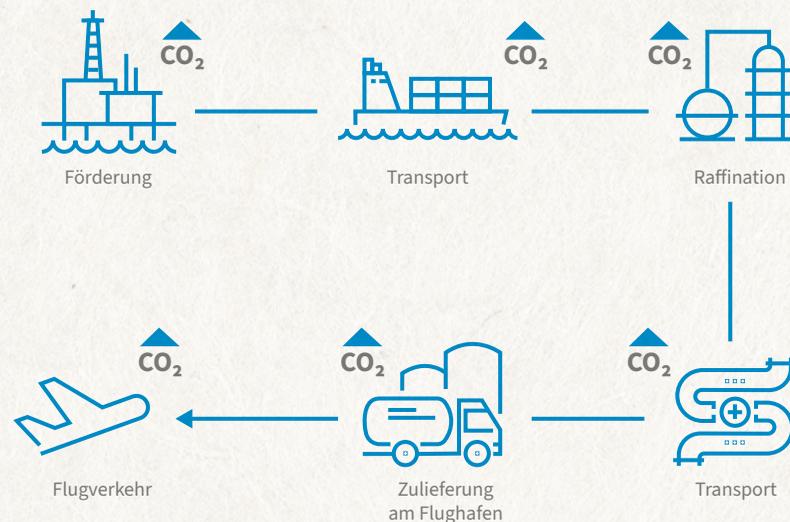
# KLIMANEUTRAL FLIEGEN

## CO<sub>2</sub>-Lebenszyklus alternativer Kraftstoffe



Quelle: Air Transport Action Group (ATAG)

## CO<sub>2</sub>-Lebenszyklus herkömmlicher Kraftstoffe



Quelle: Air Transport Action Group (ATAG)

## ALTERNATIVE TREIBSTOFFE: BIOGENES SAF

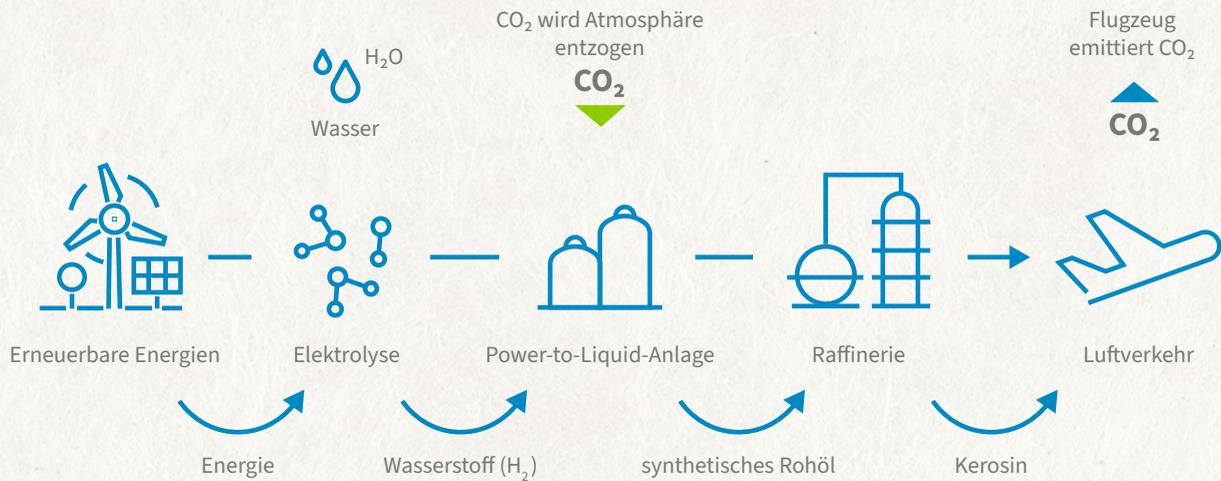
Um mögliche Flächenkonkurrenzen zu verhindern, ist die Nutzung von Anbaubiomasen, also Pflanzen, aus denen Nahrungs- und Futtermittel hergestellt werden können, für die Produktion von SAF nicht zugelassen.

Die wichtigsten Rohstoffe für die SAF-Produktion sind aktuell gebrauchte Speiseöle (z. B. Frittieröle, die in der Lebensmittelindustrie und Gastronomiebetrieben eingesammelt werden) und tierische Fette (im Wesentlichen Schlachtabfälle aber auch verendete Haus-, Zoo- und Wildtiere). Daneben sind auch fortschrittliche Biokraftstoffe zugelassen, die aber derzeit noch nicht in größerem Maßstab verfügbar sind. Zugelassene Rohstoffe sind verschiedene Rest- und Abfallstoffe sowie Algen.\*

\* Die zugelassenen Rohstoffe sind im Annex IXa der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der Europäischen Union aufgeführt



Quelle: BDL auf Grundlage von Air Transport Action Group (ATAG)



Quelle: BDL auf Grundlage von Air Transport Action Group (ATAG)

### ALTERNATIVE TREIBSTOFFE: POWER TO LIQUID (PTL)

Power to Liquid (PtL) bezeichnet die Herstellung von flüssigen Kraftstoffen aus Strom, Wasser und  $CO_2$ . Daher werden PtL-Kraftstoffe auch strombasierte Kraftstoffe genannt. Für einen Beitrag zur Minderung der Treibhausgase ist entscheidend, dass für die Produktion von PtL erneuerbare Energien eingesetzt werden. Diese Mengen müssen zusätzlich zu bereits bestehenden erzeugt werden, da sonst die Gefahr besteht, dass der vorhandene erneuerbare Strom für die PtL-Produktion genutzt wird.

Dadurch entstünde eine Versorgungslücke, die mit fossil erzeugtem Strom aufgefüllt würde. Das wäre schlecht fürs Klima. Auch die  $CO_2$ -Quelle ist für die Treibhausgasbilanz entscheidend:  $CO_2$ -neutral kann PtL-Kerosin nur werden, wenn die  $CO_2$ -Quelle einen  $CO_2$ -Kreislauf mit der Atmosphäre ermöglicht. Das heißt, dass das  $CO_2$  zuvor aus der Atmosphäre entnommen wurde.  $CO_2$  kann entweder künstlich aus der Luft (Direct Air Capture) oder bei der Nutzung von Bioenergie (z. B. Biogas) abgeschieden werden. Zusätzlich können mittelfristig unvermeidbare Emissionen der Industrie (z. B. eines Zementwerkes) eine  $CO_2$ -Quelle sein. Allerdings ist hier darauf zu achten, dass auch diese Emissionen langfristig eingespart werden müssen, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Solange diese Emissionen aber (noch) nicht eingespart sind, ist es sinnvoll, diese zu nutzen, anstatt sie ungenutzt auszustoßen.

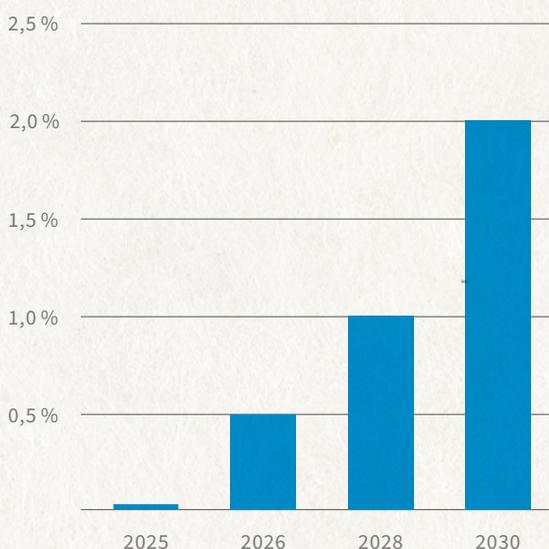
## ALTERNATIVE TREIBSTOFFE: FÖRDERUNG DURCH VERBINDLICHE BEIMISCHUNGSQUOTEN

SAF ist deutlich teurer als fossiles Kerosin und wird auf absehbare Zeit nicht zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar sein. Um dennoch dafür zu sorgen, dass SAF in den Markt kommt, sollen die Inverkehrbringer von Kraftstoffen – in der Regel sind das die Mineralölkonzerne – verpflichtet werden, dass ein bestimmter Anteil ihres verkauften Kraftstoffs SAF sein muss.

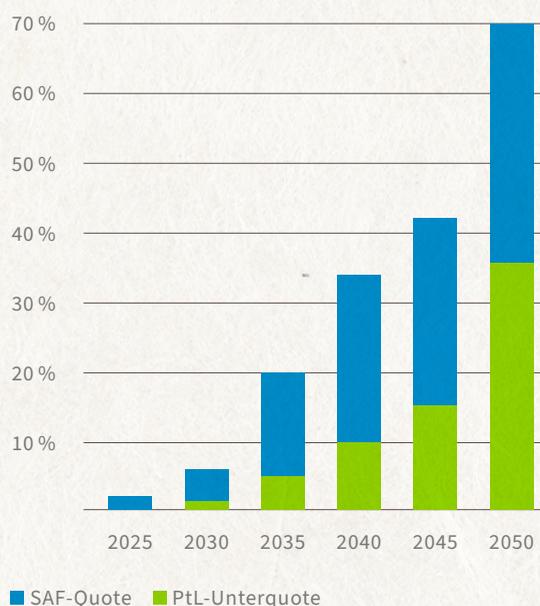
Durch die von der EU beschlossenen verbindlichen Quoten wird den Produzenten von SAF ein langfristiger Absatzmarkt garantiert und sichergestellt, dass sich ihre Investitionen auszahlen.

Bei der Gestaltung der Quoten wird berücksichtigt, dass die verschiedenen SAF-Sorten zu sehr unterschiedlichen Produktionspreisen hergestellt werden. Damit auch rechtzeitig Investitionen in das derzeit noch deutlich teurere PtL fließen und dieses dann durch technologische Entwicklungen und über Skaleneffekte günstiger wird, gibt es eine eigene Quote für PtL. Bei der Festlegung verbindlicher Beimischungsquoten müssen Wettbewerbsverzerrungen vermieden werden, damit es nicht zu Carbon Leakage kommt.

PtL-Quote in Deutschland



SAF-Quote in der EU



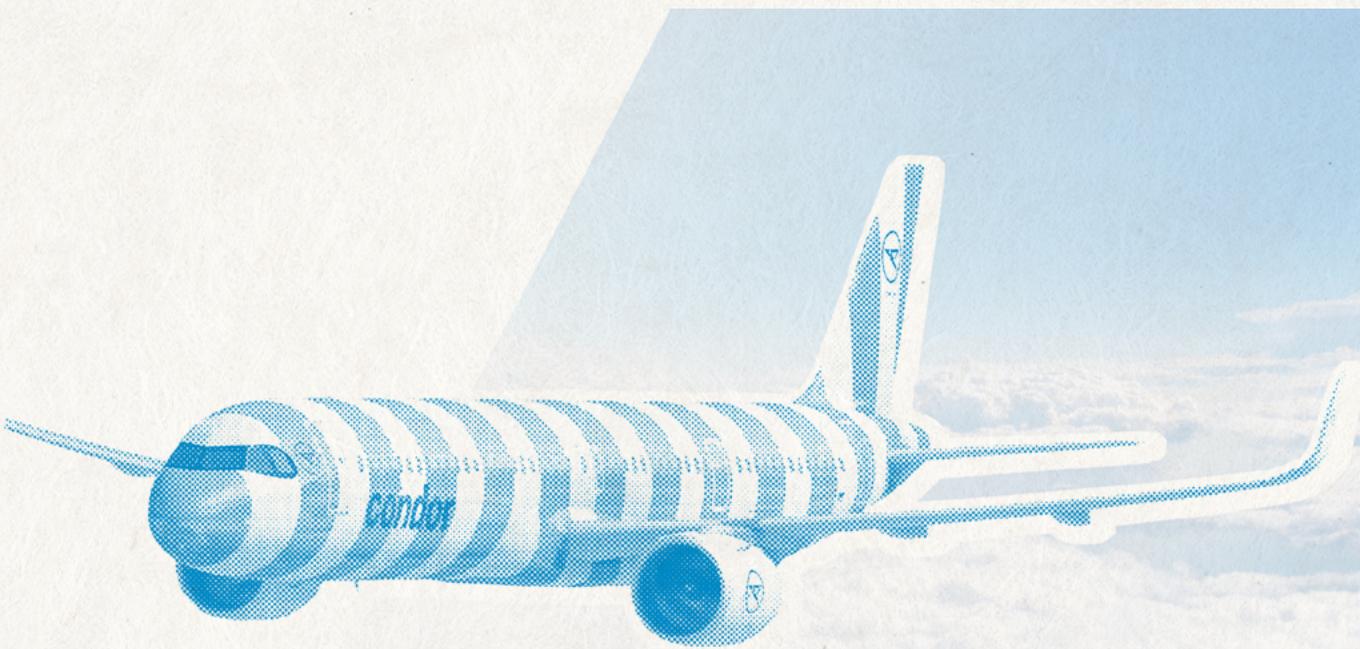
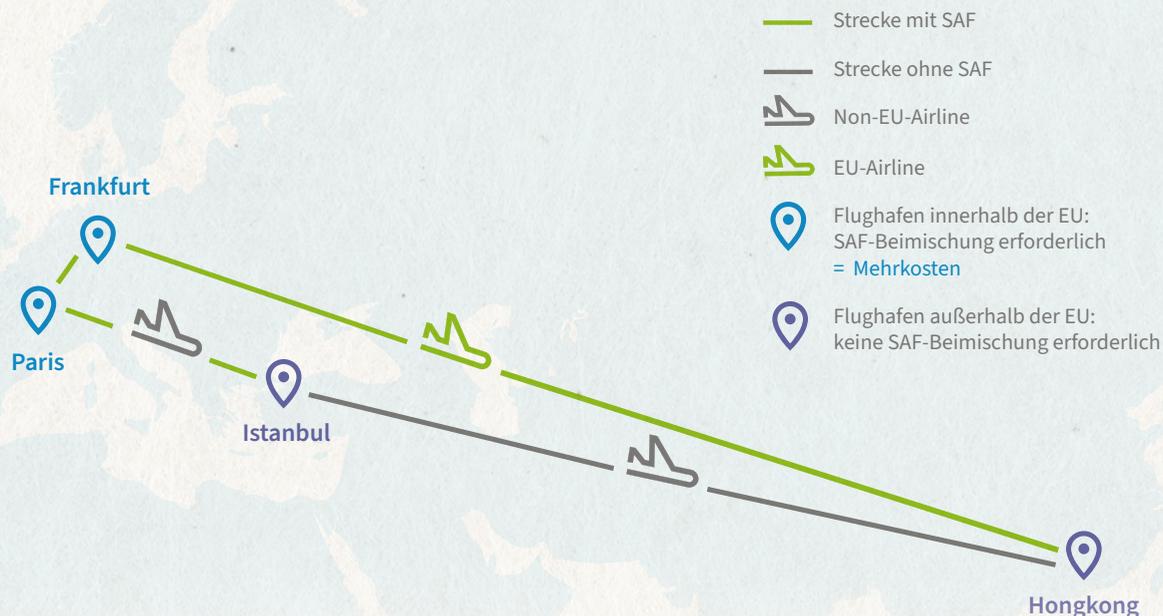


Bild: © Condor

”

Durch die verbindlichen Quoten wird sichergestellt, dass sich die Investitionen in nachhaltige Kraftstoffe auszahlen.

## Entstehung von Carbon Leakage und Wettbewerbsverzerrungen durch verpflichtende Beimischung von SAF



### ALTERNATIVE TREIBSTOFFE: GEFAHR VON CARBON LEAKAGE

Der Kraftstoff macht rund ein Drittel der Gesamtkosten eines Fluges aus. Eine verpflichtende Beimischungsquote von SAF, die um ein Vielfaches teurer sind als fossiles Kerosin, führt daher zwingend zu höheren Flugpreisen. Auf Flugreisen von der EU zu internationalen Flugzielen außerhalb der EU können Fluggäste zwischen zahlreichen EU-Fluggesellschaften und Nicht-EU-Fluggesellschaften wählen. Auf einer Reise beispielsweise nach Hongkong führen EU-Fluggesellschaften ihre Passagiere über ihre Drehkreuzflughäfen innerhalb der EU (z. B. Lufthansa über Frankfurt oder München). Nicht-EU-Fluggesellschaften hingegen bringen ihre Fluggäste aus der EU über ihre heimischen Drehkreuze außerhalb der EU (z. B. Turkish Airlines über Istanbul, Emirates über Dubai etc.) nach Asien oder Afrika. Dort sind keine Beimischungsquoten vorgeschrieben. Sind keine Beimischungsquoten vorgeschrieben, können Tickets günstiger verkauft werden.

Da der Ticketpreis für viele Passagiere entscheidend für die Wahl der Fluggesellschaft und Reiseroute ist, werden sich viele für die günstigere Alternative entscheiden. Sie wählen eher Nicht-EU-Fluggesellschaften, die Drehkreuze außerhalb der EU nutzen. Ohne einen Ausgleichsmechanismus besteht also die große Gefahr, dass verpflichtende Beimischungsquoten Verkehre massiv verlagern – und zwar zulasten europäischer Fluggesellschaften und Flughäfen.

Damit würden CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht gesenkt, sondern lediglich in andere Weltregionen verschoben – es entstünde sogenanntes Carbon Leakage.

Deswegen ist es erforderlich, dass der Gesetzgeber Vorkehrungen trifft, um wettbewerbsverzerrende Mehrkosten von SAF zu vermeiden oder auszugleichen.

## VERMEIDUNG VON NICHT-CO<sub>2</sub>-EFFEKTEN DURCH KLIMAOPTIMIERTE FLUGROUTEN

Verkehrsflugzeuge fliegen in der Regel in einer Höhe von zehn bis 14 Kilometern. Die Atmosphäre ist in diesen Schichten sehr empfindlich. Die Triebwerke hinterlassen dort in einer für unser Klima sehr wichtigen Region Abgase und erzeugen, je nach Temperatur und Luftfeuchte, auch Kondensstreifen. Diese entstehen, wenn Wasserdampf hinter den Triebwerken zu kleinen Wassertropfen kondensiert. Bei etwas höheren Temperaturen nimmt die Luft diese Feuchtigkeit einfach auf und die Kondensstreifen verschwinden nach kurzer Zeit wieder. Besonders kalte Luft von minus 50 Grad Celsius aber, wie sie in größeren Flughöhen häufig vorherrscht, kann weniger Feuchtigkeit aufnehmen. Dann halten sich die Kondensstreifen oft mehrere Stunden lang, werden vom Wind verweht und bilden so zusätzliche Wolken. Unter bestimmten Bedingungen können sich also aus Kondensstreifen allmählich künstliche Zirruswolken entwickeln.

Aktuelle Forschungsvorhaben entwickeln Maßnahmen, um klimawirksame Kondensstreifen zu verhindern.

Wie Zirruswolken wirken, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Sie können wie ein Dunstschleier das Licht und die Wärme der Sonne davon abhalten, wieder von der Erde in den Weltraum zu entweichen. Dann verstärken sie den sogenannten Treibhauseffekt, der unser Klima aufheizt. Sie können aber auch die umgekehrte Wirkung haben: Die helle Oberfläche der Wolken reflektiert das Sonnenlicht so stark, dass ein Teil direkt wieder in den Weltraum abgestrahlt wird. Dann wirken die Kondensstreifen der Erwärmung entgegen. Beide Effekte treten in der Praxis auf. Langjährige Forschung hat gezeigt, dass Kondensstreifen in der Summe zu einer Erwärmung des Klimas beitragen.

Aktuelle Forschungsvorhaben entwickeln Methoden, mit denen zuverlässig vorhergesagt werden kann, wann sich klimawirksame Kondensstreifen entwickeln und wie sie verhindert werden können. Eine geänderte Flugführung, mit der kritische Regionen umflogen werden können, spielt dabei eine entscheidende Rolle.

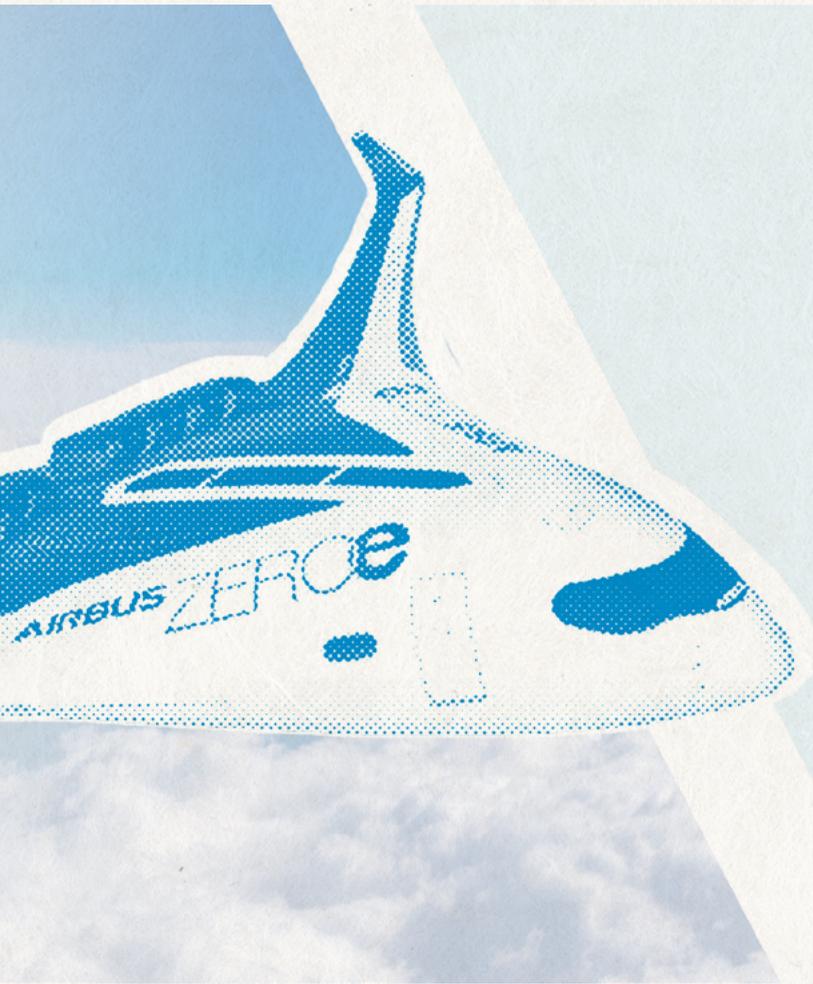
## ALTERNATIVE ANTRIEBE

Klassische Flugzeugantriebe basieren auf der Verbrennung von Kraftstoff in einem Düsentriebwerk. Alternative Antriebe verfolgen grundsätzlich einen anderen Ansatz: Hier sollen Elektromotoren für den Antrieb sorgen. Der dafür notwendige elektrische Strom kann entweder aus Batterien stammen oder durch eine Brennstoffzelle aus erneuerbarem Wasserstoff erzeugt werden.

Alternative Antriebe können einen wichtigen Beitrag dazu leisten, den Luftverkehr langfristig komplett CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten. Allerdings muss für ihre kommerzielle Nutzung noch Forschungs- und Entwicklungsarbeit geleistet werden. Eine große technische Hürde ist die Speicherkapazität der Batterien und die damit einhergehende Gewichtszunahme des Flugzeugs: Batterien, die die notwendige Menge an Strom speichern können, sind viel zu schwer, um in einem mittleren bis großen Flugzeug eingesetzt zu werden. Deswegen können batterieelektrische Antriebe auf lange Sicht nur in kleineren Flugzeugen zum Einsatz kommen, die kurze Strecken fliegen.

Anders sieht es aus, wenn Wasserstoff genutzt wird: Durch die hohe Energiedichte des Wasserstoffs kann mehr Energie im Flugzeug mitgeführt werden. Das ermöglicht es, längere Strecken zu fliegen. Da Wasserstoff bei normalen Temperaturen gasförmig ist, muss er stark komprimiert werden, damit eine ausreichende Menge ins Flugzeug passt. Dafür sind zylindrische Tanks erforderlich, die dem hohen Druck standhalten. Die Tanks können nicht wie bei herkömmlichem Kerosin in den Tragflächen mitgeführt werden. Deshalb ist beim Einsatz von Wasserstoff ein völlig neues Flugzeugdesign nötig.

Bild: © Airbus



”

Alternative Antriebe  
können [...] den  
Luftverkehr **langfristig  
komplett CO<sub>2</sub>-neutral**  
gestalten.

# CO<sub>2</sub>-REDUKTION DURCH BEPREISUNG

---

**D**er Luftverkehr gehört zu den Sektoren, in denen es besonders schwierig und teuer ist, CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen oder zu reduzieren. Die verfügbaren technischen Maßnahmen sind im benötigten Umfang nicht so schnell verfügbar, wie dies für die ambitionierten Klimaschutzziele erforderlich wäre. Um dennoch den nötigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, werden zur Überbrückung CO<sub>2</sub>-Bepreisungsinstrumente genutzt. Sie ermöglichen, die Emissionen, die durch das Fliegen verursacht werden, wieder auszugleichen: Die Menge an Treibhausgasen, die der Luftverkehr erzeugt, wird faktisch an anderer Stelle reduziert und diese Reduktion durch den Luftverkehr finanziert.

Für das Klima ist es nicht entscheidend, an welcher Stelle Treibhausgase ausgestoßen oder vermieden werden. Daher lassen sich Emissionen, die an einem Ort verursacht wurden, auch durch eine Einsparung an einem anderen, weit entfernten Ort ausgleichen. Solange technisch die CO<sub>2</sub>-Neutralität im Luftverkehr nicht realisiert werden kann, ist die Kompensation deutlich effizienter als Investitionen in nicht ausgereifte Technologien. Anders ausgedrückt: Für eine eingesetzte Menge Geld wird mit dieser Kompensationsform mehr Klimaschutz erreicht.

Typische Projekte, in denen CO<sub>2</sub>-Einsparungen realisiert werden, sind beispielsweise die Nutzung von erneuerbaren Energien, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz oder Projekte zur Reduzierung oder dauerhaften Bindung von CO<sub>2</sub>. Hierzu zählen etwa die Aufforstung von Wäldern oder die Wiedervernässung von Mooren.

Die CO<sub>2</sub>-Bepreisung wird in verschiedenen Instrumenten umgesetzt:

**Auf EU-Ebene** durch das Emissionshandelssystem EU-ETS,

**im weltweiten Luftverkehr** durch das auf UN-Ebene beschlossene System CORSIA,

**auf freiwilliger Basis** durch den Kunden einer Transportleistung.

## DAS EU-EMISSIONSHANDELSYSTEM

Als Bepreisungsinstrument, das zur CO<sub>2</sub>-Reduktion führt, nutzt die Europäische Union seit dem Jahr 2005 ein Emissionshandelssystem (EU-ETS). Seit 2012 ist auch der Luftverkehr einbezogen. Das bedeutet, dass jede Fluggesellschaft, die innerhalb Europas Flüge durchführt, für einen jährlich größer werdenden Teil der ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechende Zertifikate kaufen muss. Das EU-ETS funktioniert nach dem Prinzip des sogenannten „Cap & Trade“:

- Eine Obergrenze (Cap) legt fest, wie viele Treibhausgase von den in den ETS einbezogenen Wirtschaftsbereichen insgesamt ausgestoßen werden dürfen.
- Das Cap wird jedes Jahr um einen bestimmten Prozentsatz abgesenkt. Das sorgt dafür, dass die Gesamtemissionen jedes Jahr geringer werden.

Das Cap wird jedes Jahr um einen bestimmten Prozentsatz abgesenkt. Das sorgt dafür, dass die **Gesamtemissionen jedes Jahr geringer werden.**

Folglich müssen die beteiligten Unternehmen ihre Emissionen reduzieren, entweder indem sie diese direkt einsparen (z. B. durch Steigerung der Energieeffizienz) oder indem sie durch den Kauf eines Zertifikats dafür sorgen, dass die Emissionen an anderer Stelle in derselben Höhe eingespart werden. Durch diesen marktwirtschaftlichen Ansatz wird erreicht, dass CO<sub>2</sub> immer dort eingespart wird, wo es am günstigsten ist.

Die Mitgliedstaaten geben eine entsprechende Menge an Emissionsberechtigungen, sogenannte Zertifikate, an die Unternehmen aus. Diese Zertifikate können auf dem Markt frei gehandelt werden (Trade). Hierdurch bildet sich ein Preis für den Ausstoß von Treibhausgasen. Dieser Preis setzt Anreize bei den beteiligten Unternehmen, ihre Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren. Derzeit wird noch ein Teil der Zertifikate kostenlos ausgegeben, der Rest wird versteigert. Es ist geplant, nach einer Übergangszeit – ab 2026 – keine kostenlosen Zertifikate mehr zuzuteilen.

## CORSIA

Der EU-Emissionshandel umfasst nur Flüge innerhalb der EU. Die Einbeziehung von Flügen zwischen den EU-Mitgliedstaaten und Nicht-EU-Staaten in den Europäischen Emissionshandel ließ sich in der internationalen Staatengemeinschaft nicht durchsetzen. Stattdessen wurde für den internationalen Luftverkehr auf UN-Ebene im Jahr 2016 ein eigenes Klimaschutzinstrument vereinbart: Das international abgestimmte CO<sub>2</sub>-Kompensationssystem CORSIA regelt eine international geltende CO<sub>2</sub>-Kompensation bei internationalen Flügen. Die internationale Luftfahrt hat die Einführung dieses Systems ausdrücklich unterstützt.

Bei CORSIA werden wie beim Emissionshandel Emissionen, die in einem Sektor – in diesem Fall dem Luftverkehr – derzeit nicht vermieden werden können, in einem anderen Sektor eingespart. Dabei finanzieren Fluggesellschaften für ihre wachstumsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen zertifizierte Projekte zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung. Dadurch wird für zusätzliche Flüge unterm Strich kein neues CO<sub>2</sub> emittiert.

Welche CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekte für CORSIA zertifiziert werden, entscheidet eine Expertengruppe der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO. Die Kriterien dafür sind weltweit abgestimmt. Durch CORSIA wächst der internationale Luftverkehr seit 2021 CO<sub>2</sub>-neutral.

Schon beim Start der freiwilligen Phase von CORSIA im Jahr 2021 nahmen mehr als 80 Staaten an der Maßnahme teil. Sie decken nahezu 80 Prozent des globalen Luftverkehrs ab. Ab 2027 gilt CORSIA verpflichtend für weitere Länder, darunter China, Russland und Indien, da dann 90 Prozent der Emissionen kompensiert werden sollen. Mithilfe der Politik sollen diese und weitere Länder überzeugt werden, sich CORSIA noch vor der verpflichtenden Phase anzuschließen.

Schon beim Start  
der freiwilligen  
Phase von CORSIA  
im Jahr 2021  
nahmen **mehr als  
80 Staaten** an der  
Maßnahme teil.



## INDIVIDUELLE REDUKTION DURCH KUNDEN

Bereits heute besteht die Möglichkeit, dass Fluggäste die Klimawirkung ihres jeweiligen Fluges gegen einen Aufpreis ausgleichen und damit klimaneutral fliegen.

Passagiere bekommen bereits bei einigen Fluggesellschaften die Möglichkeit, die teilweise oder vollständige Kompensation von Emissionen im Buchungsprozess zu buchen. Häufig können Passagiere sogar wählen, wie ihr freiwilliger Beitrag genutzt werden soll: entweder für klassische CO<sub>2</sub>-Kompensation in zertifizierten Projekten oder durch die Nutzung von nachhaltigen Flugtreibstoffen. Diese werden allerdings aus technischen und logistischen Gründen in der Regel nicht in dem gebuchten Flug eingesetzt, sondern innerhalb eines definierten Zeitraums von der Fluggesellschaft in einem ihrer Flüge innerhalb ihres Netzwerks. Für die Emissionseinsparung spielt das jedoch keine Rolle.

Die freiwillige Kompensation wird zusätzlich zu den bestehenden Verpflichtungen der Fluggesellschaften geleistet. Die von den Passagieren freiwillig kompensierten Emissionen werden weder im EU-ETS berücksichtigt noch werden in dem Rahmen eingesetzte nachhaltige Flugtreibstoffe auf bestehende Quoten angerechnet.

Auch für die Luftfracht besteht die Möglichkeit, die Emissionen, die beim Transport der Waren entstehen, zu kompensieren und damit in der Bilanz klimaneutral zu fliegen. Dies kann von den Frachtkunden bei der Berechnung ihres CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks berücksichtigt werden.

# 04 STEUERN

---

Dem Luftverkehr wird teilweise vorgeworfen, gegenüber anderen Verkehrsträgern bevorzugt zu werden, weil es keine Kerosinsteuer gibt. Deshalb hat die Bundesregierung 2011 bewusst die Luftverkehrssteuer eingeführt. Im Gegensatz zur Kerosinsteuer wirkt sie weitgehend wettbewerbsneutral.

# STEUERN IM LUFTVERKEHR

**A**uf Kerosin, das auf internationalen Flügen verbraucht wird, darf nach international verbindlichen Vorgaben keine Steuer erhoben werden. Deswegen wird dem Luftverkehr gelegentlich vorgeworfen, er sei durch das Fehlen einer Kerosinsteuer gegenüber anderen Verkehrsmitteln privilegiert.

Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung im Jahr 2011 bewusst die Luftverkehrsteuer eingeführt. Ihre Höhe orientiert sich an der Entfernung des Reiseziels. Sie wird für alle in Deutschland startenden Flüge erhoben. Reisen im Inland sind doppelt belastet, da die Steuer auf dem Hin- und Rückflug erhoben wird.

Die Luftverkehrsteuer wirkt, anders als eine Kerosinsteuer, im Wesentlichen wettbewerbsneutral, da sich ihre Höhe gestuft nach dem Endziel der Reise richtet.\* Der Betrag der Steuer ist für eine Reise immer gleich, unabhängig davon, ob und wo ein Passagier umsteigt. Eine Kerosinsteuer dagegen würde Anreize bieten, über Drehkreuze außerhalb Deutschlands zu reisen, da die Steuer nur für den kurzen Teil der Reise bis zum Umstieg im Ausland anfiel.

2020 wurde die Luftverkehrsteuer angehoben. Dadurch sind die Beiträge gestiegen. Das Steueraufkommen aus der Luftverkehrsteuer belief sich 2022 auf 1,2 Mrd. Euro. 47 Prozent davon entfielen auf die vier deutschen Fluggesellschaften, da ihre Hauptabflugorte deutsche Flughäfen sind. 2023 wird das Steueraufkommen voraussichtlich 1,5 Mrd. Euro betragen.

Neben Deutschland erheben in Europa noch Italien, Schweden, Belgien, Niederlande, Großbritannien, Norwegen, Österreich und Frankreich Luftverkehrsabgaben. Im Vergleich zu diesen ist die deutsche Luftverkehrsteuer die höchste nationale Abgabe. Sie ist auch deutlich höher als alle Abgaben in Frankreich, inklusive der neuen klimaschutzspezifischen Steuer von 1,80 Euro pro Passagier in der Economy-Klasse in der EU.

\* Entfernungsstufe 1: 12,77 € (Endziel in der EU oder bis 2.500 km entfernt), Entfernungsstufe 2: 32,35 € (bis 6.000 km), Entfernungsstufe 3: 58,23 € (über 6.000 km)

# STEUERN IM VERGLEICH: BAHN- UND LUFTVERKEHR

Anders als die Deutsche Bahn finanziert der Luftverkehr seine Infrastruktur, die Flugsicherung, die Sicherheitskontrollen und den Lärmschutz selbst. Die Bahn erhält dagegen umfangreiche staatliche Mittel zum Ausbau und Erhalt ihrer Infrastruktur und den Schutz vor Lärm. Zudem wird der Regionalverkehr mit staatlichen Geldern subventioniert.

STEUER (MIO. EURO 2019)	BAHN (FERN)	LUFTVERKEHR
Strom-/Kerosinsteuer (innerdeutsch)	28	–
Energiesteuer auf Diesel (11,1 Mio. Liter)	5	–
Luftverkehrsteuer*	–	1.187
Mehrwertsteuer (Bahn auf Basis Außenumsatz)	ca. 900	420
Summe	933	1.607
Pro Fahrgast Bahn / Fluggast (Einsteiger)	6,24 €	12,86 €*

\* Vor Erhöhung der Luftverkehrsteuer; im Jahr 2021 betrug die Steuerlast im Luftverkehr pro Person 15,08 € und 2,83 € im Bahnverkehr (bedingt durch die Mehrwertsteuersenkung von 19 % auf 7 %)



## **KONTAKT**

Matthias von Randow  
Hauptgeschäftsführer  
matthias.randow@bdl.aero  
+49 (0) 30 520 077-100

Wolf-Dietrich Kindt  
Leiter Klima- und Umweltschutz  
wolf.kindt@bdl.aero  
+49 (0) 30 520 07-140

Julia Fohmann-Gerber  
Pressesprecherin  
julia.fohmann@bdl.aero  
+49 (0) 30 520 077-116

## **IMPRESSUM**

Gestaltung: ressourcenmangel  
Titelbild: © Lufthansa  
Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft e. V.  
Haus der Luftfahrt | Friedrichstraße 79 | 10117 Berlin  
[www.bdl.aero](http://www.bdl.aero)