



Klimawirkung des Luftverkehrs

Fakten und Grundlagen für die
gegenwärtige CO₂-Diskussion



Liebe Leserinnen und Leser,

nach wie vor ist die Diskussion um Klimawandel, CO₂-Emissionen und wie diese reduziert werden können, ein zentrales Thema für die Luftverkehrsindustrie. Die Aussagen zur Klimawirksamkeit des Luftverkehrs und der Vergleich mit anderen Verkehrsträgern sind oft widersprüchlich.

Mit der vorliegenden dritten, überarbeiteten Auflage unseres Flyers zur Klimawirkung des Luftverkehrs will der Düsseldorfer Flughafen einen kleinen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion leisten und Sie über aktuelle Zahlen, neue Hochrechnungen und Ergebnisse in der Luftverkehrsbranche informieren.

Natürlich kann dieser Flyer nicht alle klimarelevanten Themen bis ins Detail darstellen, geschweige denn alle Fragen klären. Sollten Sie also weitere



Veronika Bappert

Informationen wünschen, rufen Sie uns bitte an.

Es grüßt Sie herzlich,

Ihre Veronika Bappert

Leiterin Nachbarschaftsdialog,
Umwelt & Nachhaltigkeit

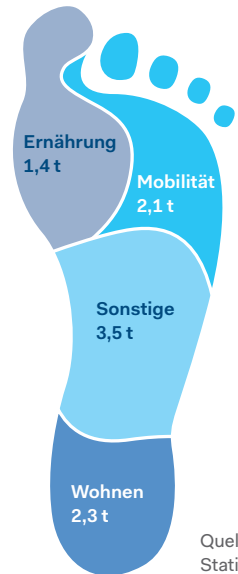
Kohlendioxid und das Klima

CO₂ besteht aus einem Teil Kohlenstoff (C) und aus zwei Teilen Sauerstoff (O₂) und ist ein natürlicher Bestandteil unserer Luft. Diese chemische Verbindung ist unsichtbar, geruchlos und an wichtigen Stoffwechselvorgängen wie der Nutzung der Sonnenenergie zum Wachstum von Pflanzen (Fotosynthese) oder der Atmung beteiligt.

Unsere Luft besteht zu etwa 0,03 Prozent aus Kohlendioxid. Täglich begegnen wir diesem Gas im Haushalt. Verwendet wird es als Treibgas in Spraydosen, zur Brandbekämpfung in Feuerlöschern oder es erscheint als Bläschen in Erfrischungsgetränken. Kohlendioxid entsteht als Endprodukt bei sämtlichen Verbrennungsvorgängen von kohlenstoffhaltigem Material wie Öl, Kohle oder Holz. Durch die vermehrte Produktion von Kohlendioxid kann das empfindliche Gleichgewicht zwischen dem produzierten und verbrauchten CO₂ gestört werden. Die Folge ist eine Verstärkung des natürlichen Treibhauseffekts.

CO₂ ist das wichtigste Treibhausgas, weil es zu über 50 Prozent am vom Menschen verursachten zusätzlichen Treibhauseffekt beteiligt ist.

9,3 Tonnen CO₂ pro Kopf und Jahr in Deutschland



Mit **Klima** ist der Zustand der Atmosphäre und des darunter liegenden Landes oder des Wassers über einen längeren Zeitraum gemeint. Aussagen über das Klima erfolgen in der Regel anhand meteorologischer Daten. Dazu zählen unter anderem Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck, Windverhältnisse sowie die Wassertemperatur einer bestimmten Region.

Die World Meteorological Organization (WMO) geht davon aus, dass Aufzeichnungen über mindestens 30 Jahre erforderlich sind, damit man überhaupt von Klima sprechen kann.



Gleiche Interessen bei Ökonomie und Ökologie

Ob Flugzeug oder Automotor: Die Menge der CO₂-Emissionen bei einem Flugzeug ist wie beim Personenkraftwagen proportional zum Treibstoffverbrauch. Pro verbrauchtem Kilogramm Treibstoff werden circa 3,15 Kilogramm CO₂ ausgestoßen. In anderen Worten: Eine Reduzierung des Treibstoffverbrauchs bedeutet automatisch auch eine Reduzierung von CO₂-Emissionen. Hier sind ökonomische und ökologische Interessen also deckungsgleich.

Bedenkt man, dass die Kerosinkosten rund ein Drittel der Betriebskosten einer Airline ausmachen – beispielsweise kostet die Tankfüllung eines A 380 über 100.000 Euro! – wird klar, dass die Luftverkehrsbranche auch ohne staatliche Vorgaben eine größtmögliche Senkung des Treibstoffverbrauchs anstrebt.

Im Jahr 2014 haben die im Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft zusammengeschlossenen Airlines auf allen In- und Auslandsflügen weit über 300 Milliarden Passagierkilometer (abgek. Pkm. 1 Pkm = 1 Km pro 1 Passagier) zurückgelegt. Zwischen dem Verlassen der Parkposition am Abflugort (off blocks) und dem Eintreffen an der Parkposition am Zielflughafen (on blocks) verbrauchten sie dafür über elf Milliarden Liter Kerosin. Umgerechnet auf die Zahl der transportierten Passagiere entspricht dies einem durchschnittlichen Verbrauch von 3,64 Litern Treibstoff pro Passagier auf 100 Kilometer. Dementsprechend fällt auch die CO₂-Bilanz aus: Im Luftverkehr entstehen pro Passagier und pro geflogenem Kilometer durchschnittlich ca. 92 Gramm CO₂.

Auf einer Langstrecke von über 3.000 km liegt der durchschnittliche Verbrauch bei 2,9 bis 3,5 Litern pro 100 Pkm. Auf kürzeren Strecken ist er höher, nämlich 2,6 bis 4,2 Liter pro 100 Pkm auf Mittelstrecken (800 bis 3.000 km) und 4,2 bis 6,8 Liter pro 100 Pkm auf Kurzstrecken (unter 800 km). Touristikflüge haben einen niedrigeren Verbrauch pro Passagier als Linienflüge, da sie aufgrund langfristiger Planung und Buchung in der Regel besser ausgelastet sind. Zudem erreicht das Flugzeug eine Geschwindigkeit von 800 km pro Stunde, bietet also gerade auf langen Strecken einen deutlichen Zeitvorteil.

Am Düsseldorfer Flughafen wurden im Jahr 2014 knapp 215.000 Tonnen CO₂ durch den Flugverkehr bis in/ab 915 Metern Höhe emittiert. Diese Menge teilt sich auf in knapp 150.000 Tonnen durch Starts und Landungen und rund 65.500 Tonnen durch Rollbewegungen und Wartezeiten bei laufenden Motoren.

Durchschnittlich fallen in DUS pro LTO-Zyklus (gemeint ist die Abfolge von Landung, Rollbewegung/Leerlauf und Start) zwei Tonnen CO₂ an. Dabei verursacht der Start durchschnittlich 280 Kilogramm CO₂, der Steigflug ca. 720 Kilogramm und der Landeanflug rund 450 Kilogramm CO₂.

Zum Vergleich: Nach Angaben des Umweltamtes der Stadt Düsseldorf wurden im Jahr 2012 durch die in Düsseldorf zugelassenen Kraftfahrzeuge und im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) insgesamt 1.077.758 Tonnen CO₂ ausgestoßen. Davon entfielen knapp 400.000 Tonnen auf Benzin-Pkw, 377.000 Tonnen auf Diesel-Pkw und über 260.000 Tonnen auf Lkw.



Die Lufthülle der Erde (Atmosphäre) wird nach ihrem Temperaturverlauf in verschiedene „Stockwerke“ eingeteilt. In der Troposphäre, der untersten Schicht der Atmosphäre bis in ca. zehn km Höhe, nimmt die Temperatur mit zunehmender Höhe ab. Hier findet das gesamte Wettergeschehen statt. Die darüber liegende Stratosphäre reicht bis in Höhen von 50 km. Hier befindet sich auch die Ozonschicht (O₃). Zwischen Tropo- und Stratosphäre liegt als Übergangsschicht die Tropopause. Der zivile Flugverkehr wird in Höhen bis zu zwölf Kilometer abgewickelt. Kurzstreckenflüge liegen im Bereich bis zu acht, Langstreckenflüge zwischen zehn und zwölf Kilometer.



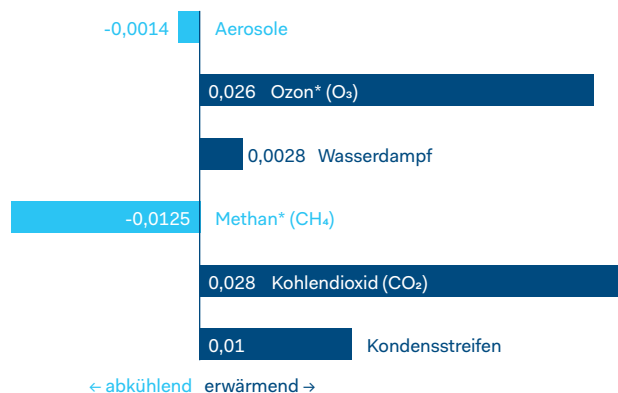
Die Auswirkungen des Luftverkehrs auf das Klima

Die Aussage, dass die Auswirkungen der Kohlendioxid-Emissionen des Luftverkehrs in Reiseflughöhe größer seien als am Boden und den Treibhauseffekt deshalb entsprechend vergrößern, ist falsch. Für CO₂ ist der Emissionsort unerheblich, da es sich um ein sehr langlebiges Gas handelt. Es verteilt sich gleichmäßig in der Atmosphäre, egal, ob es von einem Kraftwerk, einem Kraftfahrzeug oder einem Flugzeug ausgestoßen wurde. Neben CO₂ gibt es aber weitere Abgaskomponenten (z.B. NO_x = Stickoxide), die in großen Höhen direkt oder indirekt klimawirksam sind.

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Verweildauer in der Atmosphäre haben die verschiedenen klimarelevanten Faktoren wie CO₂, Ozon (O₃), Kondensstreifen etc. eine unterschiedliche Klimawirksamkeit. So beträgt die Lebensdauer von CO₂ ca. 50 bis 100 Jahre, während Ozon nur mehrere Wochen in der oberen Troposphäre verbleibt.

Aus diesem Grund kann der Einfluss des Luftverkehrs auf das Klima nicht durch die Anwendung eines konstanten Multiplikators auf den Strahlungsantrieb von CO₂ abgeschätzt werden (s. Kasten).

Hauptkomponenten des Strahlungsantriebs des Luftverkehrs in Watt pro Quadratmeter (W/m²) (ohne Zirusbewölkung)



*durch NO_x wird Ozon produziert und Methan abgebaut

Quelle: Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt

Im Jahr 2005 trugen die weltweiten CO₂-Emissionen des Luftverkehrs mit 0,028 W/m² zu etwa 1,75 Prozent zum gesamten Strahlungsantrieb von ca. 1,6 W/m² bei. Berücksichtigt man zusätzlich die übrigen Klimateffekte des Luftverkehrs (einschließlich der durch Flugverkehr in großen Höhen verursachten Zirus- und Kondensstreifen-Bewölkung), lag dieser Wert bei fünf Prozent. Nach Angaben des IPCC lag der weltweite Strahlungsantrieb 2011 bei ca. 2,29 W/m².

Anteil des Luftverkehrs an globalen CO₂-Emissionen sinkt

Weltweit verbessert der Luftverkehr kontinuierlich seine Energieeffizienz. Trotz erheblicher Wachstumsraten sinkt der Anteil des Luftverkehrs an den weltweiten CO₂-Emissionen seit Jahren. Er lag im Jahr 2012 bei 2,42 Prozent, 2000 waren es noch 2,81 Prozent.

Das liegt daran, dass die absoluten CO₂-Emissionen des Luftverkehrs auch aufgrund der immer effizienter durchgeführten Flüge weniger stark wachsen als die Emissionen aus anderen Sektoren. So stiegen zum Beispiel die CO₂-Emissionen bei der Strom- und Wärmeenergieerzeugung zwischen 2000 und 2012 um 62 Prozent. Die Emissionen des Luftverkehrs nahmen hingegen im selben Zeitraum nur um 15 Prozent zu.

2012 hatten alle Verkehrsarten zusammengenommen einen Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen durch die Verbrennung fossiler Energieträger von 23 Prozent.



Strahlungsantrieb:

Änderungen in der atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen, Aerosolen, der Sonneneinstrahlung oder der Beschaffenheit der Landoberfläche verändern die Energiebilanz des Klimasystems.

Diese Änderungen werden mit dem vom IPCC* eingeführten Begriff „Strahlungsantrieb“ (gemessen in Watt pro Quadratmeter, W/m²) ausgedrückt, um die wärmenden und kühlenden Einflüsse der oben genannten Faktoren zu erfassen und zu vergleichen. Der Strahlungsantrieb ist also ein Maß für den Einfluss, den ein Faktor auf die Änderung des Gleichgewichts von einfallender und abgehender Energie in der Erdatmosphäre hat bzw. haben kann. Ein positiver Strahlungsantrieb führt tendenziell zur Erwärmung der Erdoberfläche, während ein negativer zu einer Abkühlung führt.



Länderübergreifende Strategien für weniger CO₂

Nach Angaben der United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) wurden 2012 in der Europäischen Union (28 Mitgliedsländer) insgesamt 1,16 Mrd. Tonnen CO₂ allein durch den Transportsektor emittiert. Rund 145 Mio. Tonnen trug der Luftverkehr dazu bei (siehe Grafik rechts).

Angesichts des anhaltenden weltweiten Wachstums des Luftverkehrs ist eine grenzüberschreitende Gesamtstrategie zur Verringerung der Klimawirkung des Luftverkehrs notwendig. Die deutsche Luftverkehrsbranche hat dafür ein breit angelegtes Vier-Säulen-Modell für den Klimaschutz entwickelt, das auch von der Internationalen Organisation für die zivile Luftfahrt (ICAO) unterstützt wird und die gesamten Bandbreite umsetzbarer Maßnahmen aufzeigt:

Technischer Fortschritt

→ Weiterentwicklung der Flug- und Triebwerkstechnologien

Verbesserte Infrastruktur

→ Effizientere Nutzung des Luftraums (z.B. Single European Sky*)

Operative Maßnahmen

→ Effizientere Flugzeuggrößen, Optimierung der Flugrouten und Fluggeschwindigkeiten

Ökonomische Instrumente

→ Wettbewerbsneutrale Einführung des Emissionshandels, emissionsabhängige Landeentgelte

Zu den interessantesten und ambitioniertesten Reduktionsinitiativen auf europäischer Ebene gehört ACARE, das „Advisory Council for Aeronautics Research in Europe“, in dem zahlreiche europäische Luft- und Raumfahrtunternehmen und Universitäten vertreten sind. Das wichtigste Ziel von ACARE ist es, eine strategische Forschungsagenda zu entwickeln und voranzutreiben, um damit einen gemeinsamen Rahmen für die jeweiligen nationalen und europäischen Forschungs- und Entwicklungsprogramme der Mitglieder zu schaffen.

*Single European Sky – eine Ende der 90er Jahre gestartete Initiative der Europäischen Kommission zur Vereinheitlichung des europäischen Luftraums

CO₂-Emissionen in der Europäischen Union im Jahr 2012 durch den Transportsektor (Mio. t)



**domestic und international
Quelle: UNFCCC

Folgende Ziele sollen bis 2020 erreicht werden:

- Reduzierung von CO₂-Emissionen um 50 Prozent pro Passagierkilometer
- Reduzierung von NO_x-Emissionen um 80 Prozent

Ein weiteres Ziel ist die Verringerung des wahrgenommenen Lärms, der bis 2020 auf die Hälfte des gegenwärtigen Niveaus sinken soll.



Nach rund sechsjährigen Verhandlungen hat das Umweltschutzkomitee (CAEP) der UN-Luftfahrtorganisation ICAO im Februar 2016 erstmals **Grenzwerte für den CO₂-Ausstoß von Flugzeugtriebwerken** beschlossen. Demnach sollen die neuen Grenzwerte ab 2020 für neue Triebwerke gelten, für Triebwerke, die sich bereits auf dem Markt befinden, aber überarbeitet werden können, ab 2023. Ab 2028 dürfen keine Triebwerke mehr produziert werden, die die neuen Grenzwerte nicht einhalten.

Der CAEP-Vorschlag betrifft insbesondere Flugzeuge mit einem Startgewicht ab 60 Tonnen, da die Triebwerke dieser Flugzeuge rund 90 Prozent der weltweiten durch den Luftverkehr verursachten CO₂-Emissionen ausmachen.

Nach Angaben der EU-Kommission sind durch die Einführung der Obergrenzen CO₂-Einsparungen von bis zu 650 Millionen Tonnen im Zeitraum 2020 bis 2040 möglich. Die vom ICAO-Umweltkomitee vorgestellten Grenzwerte sind zunächst nur ein Vorschlag, der im September 2017 in die 39. ICAO-Versammlung eingebracht und planmäßig vom ICAO-Rat Anfang 2017 verabschiedet werden soll.



Sonnenkollektoren auf rund 20.500 Quadratmetern im Sicherheitsbereich



Ladestation für E-Autos im Verwaltungsgebäude

Klimaschutz am Flughafen Düsseldorf

Am Düsseldorfer Flughafen spielt das Thema Klimaschutz eine zentrale Rolle. Im Jahr 2011 erhielt NRW's größter Airport für sein ökologisches Engagement zur Reduzierung der CO₂-Emissionen aus dem Flughafenbetrieb das Zertifikat der ersten Stufe des renommierten Gütesiegels „Airport-Carbon-Accreditation“ (ACA). Seit 2012 wird dem Flughafen jährlich das zweite Level (Reduction) von insgesamt vier Stufen des Klimaschutzprogramms attestiert.

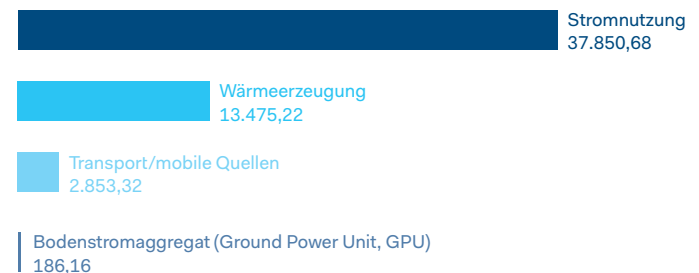


Die vom Flughafen Düsseldorf direkt beeinflussbaren Emissionen liegen jährlich bei knapp 55.000 Tonnen durch den Betrieb der gesamten Flughafen-Infrastruktur. Bis 2020 soll der ursprüngliche CO₂-Ausstoß von 2,83 Kilogramm pro Verkehrseinheit (1 Verkehrseinheit = 1 Passagier oder 100 Kilogramm Fracht) auf 2,55 Kilogramm gesenkt werden. Diese Werte und die für die Reduktion

erforderlichen Abläufe, Verfahren und Ermittlungsmethoden werden von einem unabhängigen und zugelassenen Umweltgutachter verifiziert und validiert.

Im Rahmen seiner umfassenden Klimastrategie führt der Düsseldorfer Flughafen viele Maßnahmen durch, um seine Energieverbräuche und damit auch seine CO₂-Emissionen zu verringern. Dazu gehören u.a. die Umstellung auf Energiesparleuchten und LED-Lampen, der Verzicht auf die Beheizung der Fluggastbrücken, der Einsatz von eigenen Photovoltaikanlagen, Blockheizkraftwerken, Absorptionskälteanlagen und der Ausbau der Elektromobilität. Bisherige Bilanz dieser Maßnahmen: Zwischen 2012 und Ende 2014 wurden dadurch 2.000 Tonnen CO₂ eingespart.

CO₂-Emissionen Flughafen Düsseldorf in 2014 (t)





Noch Fragen? Sprechen Sie uns an!

Die Mitarbeiter des Nachbarschaftsbüros stehen Ihnen unter folgenden Kontaktdaten gern zur Verfügung:

Flughafen Düsseldorf GmbH
Nachbarschaftsbüro
Flughafenstraße 105
40474 Düsseldorf
T 0211 421-23366
F 0211 421-24345
E buergerinfo@dus.com
dus.com

Interessante Links zum Thema:

- www.dlr.de
- www.ipcc.de
- www.arcare.de
- www.bdl.aero/de

Impressum

Herausgeber:
Flughafen Düsseldorf GmbH
Nachbarschaftsdialog, Umwelt
& Nachhaltigkeit
Gestaltung: Michael Nentwig
Fotos:
Flughafen Düsseldorf GmbH,
NASA
Stand: Februar 2016