



# Diüsseldorf International

## Klimawirkung des Luftverkehrs

Fakten zur gegenwärtigen  
CO<sub>2</sub>-Diskussion





Liebe Leserinnen und Leser,

der stetig anwachsende Luftverkehr in den letzten Jahren ist mit der aktuellen Diskussion über den durch Treibhausgase verursachten Klimawandel immer mehr ins öffentliche Interesse geraten. Die Aussagen über den Beitrag des Luftverkehrs zum Klimawandel differieren jedoch erheblich.

Mit der vorliegenden zweiten, überarbeiteten Auflage unseres Flyers zur Klimawirkung des Luftverkehrs informiert Sie der Flughafen Düsseldorf zusammenfassend über aktuelle Zahlen, neue Hochrechnungen und Ergebnisse in der Luftverkehrsbranche.

Natürlich kann dieser Flyer nicht alle klimarelevanten Themen bis ins Detail darstellen, geschweige denn alle Fragen klären. Sollten Sie also weitere Informationen wünschen, rufen Sie uns bitte an.

Es grüßt Sie herzlich,

A handwritten signature in black ink that reads "Veronika Bappert". The script is fluid and cursive.

Ihre Veronika Bappert



## Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) – was ist das überhaupt?

CO<sub>2</sub> besteht aus einem Teil Kohlenstoff (C) und aus zwei Teilen Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und ist ein natürlicher Bestandteil unserer Luft. Diese chemische Verbindung ist unsichtbar, geruchlos und an wichtigen Stoffwechselfvorgängen wie die 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.

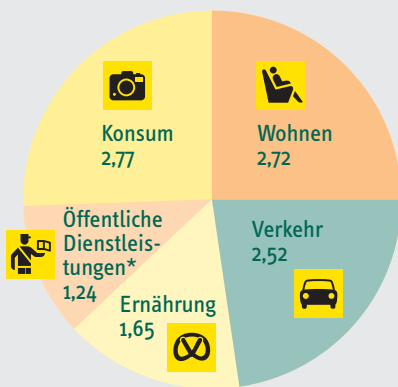
Kohlendioxid entsteht als Endprodukt bei sämtlichen Verbrennungsvorgängen von kohlenstoffhaltigem Material wie Öl, Kohle oder Holz. Durch die vermehrte Produktion von Kohlendioxid kann das empfindliche Gleichgewicht zwischen dem produzierten und verbrauchten CO<sub>2</sub> gestört werden. Die Folge ist eine Verstärkung des natürlichen Treibhauseffekts.

CO<sub>2</sub> ist das wichtigste Treibhausgas, weil es zu über 50 Prozent am vom Menschen verursachten zusätzlichen Treibhauseffekt beteiligt ist.

### Das kleine Klima-ABC

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.

### Durchschnittliche CO<sub>2</sub> -Bilanz des deutschen Bundesbürgers pro Jahr in Tonnen



\*z. B. Krankenwagen, Feuerwehr, Verwaltung, Bildung

Quelle: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU)



# Im direkten Vergleich schneidet das Flugzeug

## Das kleine Klima-ABC

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** (O<sub>3</sub>). 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.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen von Flugzeug und Auto im Vergleich

Ob Flugzeug oder Automotor: Die Menge der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei einem Flugzeug ist wie beim Personenkraftwagen proportional zum Treibstoffverbrauch. Pro verbrauchtem Kilogramm Treibstoff werden circa 3,15 Kilogramm CO<sub>2</sub> ausgestoßen.

In anderen Worten: Eine Reduzierung des Treibstoffverbrauchs bedeutet automatisch auch eine Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Hier sind ökonomische und ökologische Interessen deckungsgleich.

Die Lufthansa zum Beispiel verfolgt das Ziel, die Treibstoffmenge zu reduzieren, die für die Beförderung eines Passagiers über 100 Kilometer benötigt wird. In 2008 lag der durchschnittliche Verbrauch der Lufthansa-Flotte bei 4,34 Liter pro 100 Passagierkilometer. Zum Vergleich: Der Verbrauch im Straßenverkehr liegt bei rund 5,3 Liter pro 100 Passagierkilometer bei einer durchschnittlichen Auslastung von 1,43 Personen pro Pkw (Quelle: Statistisches Bundesamt, 2008). Dementsprechend ist auch die CO<sub>2</sub>-Emission pro Passagier im Luftverkehr niedriger als im Kfz-Verkehr.

Denn pro Passagier und pro geflogenem Kilometer entstehen rund 110 Gramm CO<sub>2</sub>, im Straßenverkehr sind es pro Passagier und pro gefahrenem Kilometer 135 Gramm CO<sub>2</sub>. Zudem erreicht das Flugzeug eine Geschwindigkeit von 800 Kilometer pro Stunde.



# Flugzeug besser ab als das Auto

Vergleich: Reise von 2.400 km  
(z. B. Hin- und Rückflug Düsseldorf–Barcelona)



Treibstoff (l/Person) 127



CO<sub>2</sub> (kg/Person)

324



Treibstoff (l/P) 104



CO<sub>2</sub> (kg/Person)

264

## Das kleine Klima-ABC

**Emissionen** sind die in die Umwelt abgegebenen festen, flüssigen und gasförmigen Stoffe und Verbindungen sowie Geräusche, Strahlen, Wärme, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen. Die Verursacher nennt man auch **Emittenten**. Der Anteil der Emissionen, der bei der Umwelt, also Menschen, Tiere, Natur, Luft, Wasser, Boden etc., ankommt, wird am Einwirkungsort als **Immission** bezeichnet.

2007 wurden am Flughafen Düsseldorf 205.298 Tonnen CO<sub>2</sub> durch den Flugverkehr bis in 915 Meter Höhe ausgestoßen.

Nach aktuellen Angaben des Umweltamtes der Stadt Düsseldorf wurden im selben Jahr im Düsseldorfer Straßenverkehr und im öffentlichen Personen-Nahverkehr (ÖPNV) 1.203.780 Tonnen CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Davon entfielen 510.000 Tonnen auf Benzin-Pkw, 360.000 Tonnen auf Diesel-Pkw und knapp 300.000 Tonnen auf Lkw.

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> gibt es weitere Abgaskomponenten (z.B. NO<sub>x</sub> = Stickoxide), die in großen Höhen direkt oder indirekt klimawirksam sind.

## Das kleine Klima-ABC

### Strahlungsantrieb:

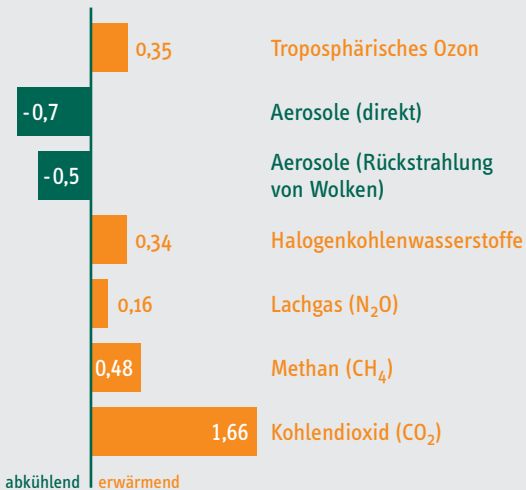
Änderungen in der atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen, Aerosolen, der Sonneneinstrahlung oder der Beschaffenheit der Landoberfläche verändern die Energiebilanz des Klimasystems. Diese Änderungen werden mit dem vom IPCC\* eingeführten Begriff „Strahlungsantrieb“ (gemessen in Watt pro Quadratmeter,  $W/m^2$ ) 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.

Zu den Klimawirkungen des Luftverkehrs gibt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) an, dass derzeit rund 2,2 Prozent aller vom Menschen verursachten  $CO_2$ -Emissionen auf den weltweiten Luftverkehr zurückzuführen sind. Der Strahlungsantrieb infolge des bisherigen Luftverkehrs beträgt insgesamt ca.  $0,048 W/m^2$  (ohne Zirruswolken). Dies sind ca. drei Prozent des weltweiten Strahlungsantriebes von derzeit ca.  $1,6 W/m^2$ .

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Lebensdauer in der Atmosphäre haben die verschiedenen klimarelevanten Faktoren wie  $CO_2$ , Ozon, Kondensstreifen etc. eine unterschiedliche Klimawirksamkeit. So beträgt die Lebensdauer von  $CO_2$  ca. 50 bis 100 Jahre, während Ozon nur mehrere Wochen in der oberen Troposphäre bleibt.

Aus diesem Grund kann der Einfluss des Luftverkehrs auf das Klima, anders als vielfach behauptet, nicht durch Anwendung eines konstanten Multiplikators auf den Strahlungsantrieb von  $CO_2$  abgeschätzt werden.

### Hauptkomponenten des anthropogenen Strahlungsantriebs in $W/m^2$ (Gesamt: ca. $1,6 W/m^2$ )



\*Quelle: Intergovernmental Panel on Climate Change / Zwischenstaatlicher Austausch zum Klimawandel (IPCC)



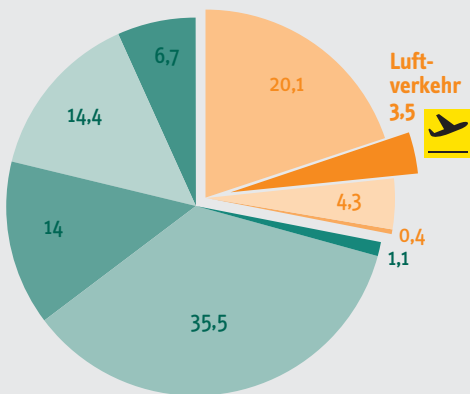
## Das kleine Klima-ABC

Durch Zunahme der Verbrennung fossiler Energieträger, aber auch durch Freisetzung chemischer Produkte, Abfalldeponien, großflächige Brandrodungen, um nur einige Beispiele zu nennen, werden verstärkt klimawirksame Spurengase freigesetzt. Sie reichern sich in der Atmosphäre an und verstärken dadurch künstlich den natürlichen Treibhauseffekt: Es entsteht eine weitere Erwärmung der Erdoberfläche. Da der Mensch für diese zusätzliche Erwärmung verantwortlich ist, sprechen wir hier vom **anthropogenen**, das heißt, vom Menschen beeinflussten **Treibhauseffekt**.

## Übersicht über die europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionen

Gemäß des Berichts der European Environmental Agency (EEA) aus dem Jahr 2009 wurden in 2007 in der EU (27 Mitgliedsstaaten) ca. 4.500 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> durch die Energieindustrie, den Verkehr, die Verbrennungsanlagen etc. emittiert. Rund 28 Prozent davon entfallen auf den Gesamtverkehr (Straße, Luft, Schiff etc.). Daran hat der innereuropäische und von Europa abgehende Luftverkehr einen Anteil von 3,5 Prozent. Dieser Flugverkehr wiederum trägt ca. 0,5 Prozent zu den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei.

### CO<sub>2</sub> Emissionen EU(27) 2007



### Legende (von oben im Uhrzeigersinn, Angaben in %)

- Straßenverkehr: 20,1
  - intern. Luftverkehr (auf Basis der in der EU getankten Treibstoffmenge): 3,5
  - Seeverkehr: 4,3
  - restl. Verkehr: 0,4
  - kleinere Quellen: 1,1
  - Energiewirtschaft: 35,5
  - verarbeitendes Gewerbe: 14
  - übrige Feuerungsanlagen: 14,4
  - Industrieprozesse: 6,7
- Gesamtverkehr: 28,3
- 71,7

Quelle: Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2007 and inventory report 2009; European Environmental Agency EEA

## Das kleine Klima-ABC

Der **natürliche Treibhauseffekt** ist Voraussetzung für das Leben auf der Erde: Die Strahlung der Sonne durchdringt relativ ungehindert die Atmosphäre und trifft auf die Erdoberfläche. Dort wird sie in langwellige Wärmestrahlung (Infrarot) umgewandelt. Die Erwärmung der Erdoberfläche entsteht, weil nur ein Teil der langwelligen Strahlung die Atmosphäre durchdringen kann und die restliche Strahlung beispielsweise durch Wolken und einige Spurengase (Treibhausgase) zurück zur Erdoberfläche reflektiert wird. Würde diese Wärmestrahlung ungehindert ins All reflektiert, läge die Durchschnittstemperatur in Erdbodennähe bei minus 18 Grad Celsius und nicht wie jetzt bei ca. +15 Grad Celsius.

## Maßnahmen zur Reduzierung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) im Luftverkehr

Aufgrund des weltweiten Wachstums des Luftverkehrs ist eine Gesamtstrategie zur Verringerung der Klimawirkung des Luftverkehrs notwendig. Die deutsche Luftverkehrsbranche hat ein breit angelegtes Vier-Säulen-Modell für den Klimaschutz entwickelt, welches auch von der Internationalen-Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) unterstützt wird und die gesamte Bandbreite umsetzbarer Maßnahmen aufzeigt:

### Vier Säulen für den Klimaschutz

1	2	3	4
Technischer Fortschritt	Verbesserte Infrastruktur	Operative Maßnahmen	Ökonomische Instrumente

- ➔ zu 1: Weiterentwicklung der Flug- und Triebwerkstechnologien (z.B. ACARE Ziele)
- ➔ zu 2: effizientere Nutzung des Luftraums (z.B. Single European Sky)
- ➔ zu 3: effizientere Flugzeuggrößen, Optimierung der Flugrouten und -geschwindigkeiten
- ➔ zu 4: 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. 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 setzen.

Die Ziele sind außerordentlich ambitioniert und sollen bis 2020 erreicht werden:

- ➔ Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 Prozent pro Fluggastkilometer
- ➔ Reduzierung von NO<sub>x</sub>-Emissionen um 80 Prozent
- ➔ Reduzierung des wahrgenommenen Lärms um die Hälfte des derzeitigen Durchschnittsniveaus



## Das kleine Klima-ABC

Der **Emissionshandel** ist ein Instrument zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Jedem EU-Mitgliedstaat wird für die am Emissionshandel beteiligten Industrieanlagen per **Zertifikat** eine bestimmte CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge zugewiesen. Die Gesamtmenge der zugewiesenen Zertifikate für einen bestimmten Zeitraum ist begrenzt. Stößt eine Anlage weniger als die ihr zugewiesene Menge aus, kann der Betreiber die Einsparungen an den Betreiber einer anderen Anlage verkaufen, für die zusätzliche Mengen benötigt werden. Der Preis wird dabei durch Angebot und Nachfrage bestimmt.

## Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung am Düsseldorfer Flughafen

Mit verschiedenen Maßnahmen zur Energieeinsparung trägt auch der Düsseldorfer Flughafen zur Verringerung und Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Produktion bei:

- ➔ In allen Flughafen-Gebäuden werden die Leuchten schrittweise durch Energiesparleuchten ersetzt. Zudem wird die Hindernisbefeuerung für Gebäude auf dem Vorfeld auf LED-Lampen umgestellt, die rund 94 Prozent weniger Energie verbrauchen als herkömmliche Lampen.  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: rund eine Mio. Kilogramm pro Jahr.
- ➔ Die Fluggastbrücken werden nicht mehr beheizt bzw. gekühlt, die Betriebszeiten der Raumlufttechnikanlagen der Terminals wurden optimiert.  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: 1,2 Mio. Kilogramm pro Jahr.
- ➔ Das Dach der neuen Air Berlin-Wartungshalle (Halle 7) ist mit einer 1.269 Quadratmeter großen Photovoltaikanlage zur Gewinnung von Solarstrom ausgestattet.  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: rund 105.000 Kilogramm pro Jahr.
- ➔ In 2010 nahm der Düsseldorfer Flughafen ein Blockheizkraftwerk in Betrieb und erzeugt seitdem zehn Prozent seines Energiebedarfs selbst. Die Leistung des Blockheizkraftwerks liegt bei fast zwei Megawatt.  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: rund 8.370.000 Kilogramm pro Jahr.
- ➔ Das flughafeneigene Intranet informiert die Mitarbeiter zu umweltrelevanten Themen und gibt praktische Energiespar-Tipps für die Arbeit und für zu Hause. Dazu gehört beispielsweise der Hinweis auf eine Online-Plattform für die Vermittlung von Mitfahrgelegenheiten für Berufspendler oder das Verleihen von Messgeräten für das Aufspüren von „Stromfressern“ zuhause und im Büro.



*Noch Fragen? Sprechen Sie uns an!*

Herausgeber:  
Flughafen  
Düsseldorf GmbH  
Redaktion:  
Nachbarschaftsdialog  
& Immissionsschutz  
Gestaltung:  
Michael Nentwig



Fotos: FDG  
Druck: WAZ Druck  
Auflage: 1.000  
Stand: Mai 2010

Interessante Links zum Thema:

[www.dlr.de](http://www.dlr.de)  
[www.ipcc.de](http://www.ipcc.de)  
[www.arcare.de](http://www.arcare.de)

Für weitere Fragen stehen Ihnen die Mitarbeiter des Airport Bürgerbüros unter der Tel. 02 11-421-2 33 66 oder E-Mail [buergerinfo@dus-int.de](mailto:buergerinfo@dus-int.de) zur Verfügung.

Anschrift:

Flughafen Düsseldorf GmbH  
Airport Bürgerbüro  
Postfach 40403 Düsseldorf

Telefon: 02 11-421-2 33 66  
Telefax: 02 11-421-2 43 45

E-Mail: [buergerinfo@dus-int.de](mailto:buergerinfo@dus-int.de)  
Internet: [www.duesseldorf-international.de](http://www.duesseldorf-international.de)

# Airport Bürgerbüro

Düsseldorf International im Dialog

**Öffnungszeiten:**

**Mo, Di, Mi, Fr: 10 bis 16 Uhr, Do: 10 bis 18 Uhr**  
**Individuelle Terminabsprachen möglich**