

WIKIPEDIA

# Umweltauswirkungen des Luftverkehrs

---

**Luftverkehr** hat **Umweltauswirkungen**. Schädigende Folgen beruhen auf Schadstoffemissionen, auf Fluglärm und Flächenversiegelungen an Flughäfen. Beim Verbrennen fossiler Brennstoffe bei Flugzeugen mit Verbrennungsantrieb entstehen gesundheitsschädliche und klimawirksame Gase sowie Änderungen der Wolkenbedeckung, die insgesamt zur globalen Erwärmung beitragen.

## Inhaltsverzeichnis

### Schadstoffemission

Zulassungssituation

### Fluglärm

Untersuchungen in München

### Flächenverbrauch

### Siehe auch

### Literatur

### Weblinks

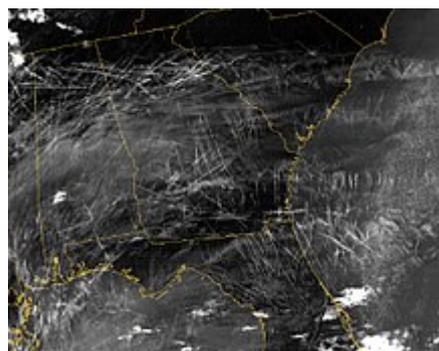
### Einzelnachweise

## Schadstoffemission

---

Kerosin ist der Treibstoff, der bei allen gängigen Strahltriebwerken zum Einsatz kommt. Bei Flugmotoren, die nach dem 4-Takt-Prinzip arbeiten, wird Benzin (zumeist AVGAS) verwendet. Wie bei allen auf Mineralöl basierenden Treibstoffen entstehen auch bei der Verbrennung von Flugtreibstoffen Emissionen.

Das folgende Beispiel zeigt den ungefähren Ausstoß an Gasen und Partikeln in Kilogramm für ein 150-sitziges Reiseflugzeug (Stand der Technologie von 1995) mit zwei Triebwerken während einer Flugstunde auf Reiseflughöhe. Die Zahlenwerte beziehen sich auf das ganze Flugzeug, umfassen also beide Triebwerke. Für Neuflyzeuge, welche ab 2015 ausgeliefert werden, kann heute davon ausgegangen werden, dass der Treibstoffbedarf rund 30 % tiefer liegt.<sup>[1][2][3]</sup>



Kondensstreifen über Georgia

Durchsatz durch das Triebwerk: 850.000 kg eingesaugte Luft und 2700 kg Kerosin. Das Triebwerk verlassen in dieser Zeit 130.000 kg heiße Luft (Kerntriebwerk) und 722.700 kg kalte Luft (Nebenstrom).

Davon sind 8500 kg Kohlendioxid, 3300 kg Wasserdampf, 30 kg Stickoxide,

2,5 kg Schwefeldioxid, 2 kg Kohlenmonoxid, 0,4 kg Kohlenwasserstoffe und 0,1 kg Feinpartikel/Rußteilchen.

Der größte Anteil an Emissionen sind damit Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid. Sie sind nicht toxisch, jedoch klimarelevant. Das Kohlenstoffdioxid führt in der Atmosphäre zur Absorption von Wärmeenergie, die von der Erdoberfläche reflektiert wird und steigert so den anthropogenen Treibhauseffekt. Der Wasserdampf, dessen Ausstoß in großen Höhen als Kondensstreifen bezeichnet wird, kann zur Stimulierung von in der Atmosphäre bereits vorhandenen Wasserdampf führen, sodass es durch diese Anregung zu einer verstärkten Wolkenbildung kommt. Dieses Phänomen ist von der Wetterlage abhängig. Dass Kondensstreifen dennoch messbare Auswirkungen auf das Wetter haben, zeigte eine Studie aus den USA im Zusammenhang mit dem Flugverbot nach dem 11. September 2001.<sup>[4]</sup> Direkt nach den Anschlägen war der Flugverkehr für einige Tage nahezu vollständig eingestellt.

Wasserdampf und Kohlendioxid haben an der Gesamtemission einen Anteil von ungefähr 10 %; der restliche Anteil ist überwiegend ausgestoßene erhitzte Luft. Es kommt durch die Verbrennung von Kerosin und Benzin auch zur Emissionen toxischer Stoffe. Diese sind vorwiegend Kohlenmonoxid, Stickoxide, Schwefeloxide und vor allem bei Kerosin Kohlenstoff in Form von Ruß.

In einer auf Modellrechnungen beruhenden Studie aus dem Jahr 2010 werden die durch die Emissionen von Flugzeugen im Reiseflug bedingten vorzeitigen Tode von Menschen auf weltweit etwa 8000 pro Jahr geschätzt. Der Anteil an der Gesamtheit der durch Luftverunreinigungen frühzeitig eintretenden Tode liegt danach bei etwa 1 %. Im Mittel verlieren die Opfer 7,5 Lebensjahre durch Feinstaub und Stickoxide.<sup>[5]</sup>

Da beim Start eines Flugzeugs überproportional viel Treibstoff in Relation zum gesamten Flug benötigt wird und die Emissionen somit höher sind, findet auch im Umfeld von Flughäfen Luftverschmutzung durch Luftverkehr statt.

Die gesunkenen Preise von Flügen und deren einfache Verfügbarkeit haben zu einem enormen Anstieg der Flugreisen insgesamt geführt und dadurch die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen vervielfacht. Bezogen auf das Jahr 1999 schätzt das Öko-Institut, dass durch Auslandsreisen aus Deutschland mit Jetflugzeugen etwa 30 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid für Fernflüge ausgestoßen werden. Hierzu kommen noch weitere 22,5 Mio. t für Flüge in die Mittelmeerregion.<sup>[6]</sup> Die Zahlen des Öko-Instituts erscheinen allerdings nicht nachvollziehbar, da nach Angaben des Umweltbundesamtes im Jahr 2003 die Gesamtkohlendioxidemissionen Deutschlands bei rund 880 Mio. t lagen, wovon lediglich etwa 17 Mio. t (1,9 %) dem innerdeutschen und dem von deutschen Flughäfen ausgehenden Luftverkehr zuzuordnen sind.

Durch die jährlichen Wachstumsraten des Luftverkehrs von derzeit 7,1 %<sup>[7]</sup> werden die Einsparungen durch sparsamere Antriebe bei weitem zunichtegemacht. Das heißt, dass die Triebwerke zwar in Bezug auf den Schadstoffausstoß optimiert werden, durch immer mehr Flüge und Flugzeuge die Emissionen jedoch stärker anwachsen. Um dem entgegenzuwirken untersucht die DLR und die NASA ob alternative Kraftstoffe das Potenzial haben den Luftverkehr mehr umwelt- und klimaschonender zu gestalten. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) führte dazu im Rahmen des Projektes ECLIF (Emission and Climate Impact of



Beladen und Betanken eines Flugzeugs auf dem Flughafen in Helsinki

Alternative Fuels) Testflüge mit alternativen Kraftstoffen durch und konnte durch die andere Zusammensetzung des Treibstoff einige Verbesserungen nachweisen. So wurden über 90 % weniger Feinstaub, über 90 % weniger Schwefeloxidemissionen und 30 % weniger Stickoxidemissionen gemessen.<sup>[8][9]</sup>

Bei einem ökologischen Vergleich der Verkehrsmittel in Deutschland unter realistischer Auslastung war 2014 der Beitrag von Flugzeugen zum Klimawandel je Personenkilometer deutlich höher als bei anderen Verkehrsmitteln: umgerechnet in CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber Reisebussen und der Bahn um mehr als das Fünffache. Der Verbrauch an Primärenergie in Liter pro Person betrug mehr als das Doppelte.<sup>[10]</sup>

## Zulassungssituation

Von der ICAO wurden für Triebwerke erstmals 1981 NO<sub>x</sub>-Grenzwerte eingeführt, um die Luftqualität an Flughäfen zu verbessern. 1993 wurde der Grenzwert von der ICAO verschärft, um die NO<sub>x</sub>-Emissionen von neuen Triebwerken ab 1999 um 20 Prozent zu reduzieren. Im Jahr 1999 wurde der Standard für NO<sub>x</sub> um durchschnittlich weitere 16 Prozent für neuere Triebwerke mit einer Zertifizierung ab 2003 (CAEP/4) reduziert (ICAO 2007a). Dieser Standard wird von der ICAO weiter fortgeschrieben. In der aktuellen Richtlinie CAEP/6, gültig für Triebwerke ab 2008, wird ein Grenzwert von 12 Prozent unterhalb von CAEP/4 festgelegt.<sup>[3]</sup> Mit CAEP/8 trat 2010 eine weitere Verschärfung in Kraft.<sup>[11][12]</sup>

Mit dem EU-Emissionshandel (Emissions Trading Scheme, ETS), der am 1. Januar 2005 europaweit in Kraft trat, versucht die Europäische Union die Emission von Treibhausgasen zu steuern. Im Dezember 2006 schlug die EU-Kommission vor, den Flugverkehr in das EU-Emissionshandelssystem aufzunehmen. Fluggesellschaften müssen ab 2012 Emissionsrechte auf Flugstrecken, die Flughäfen der EU berühren, nachweisen.<sup>[3]</sup>

## Fluglärm

→ *Hauptartikel: Fluglärm*

Fluglärm, sprich der Lärm, der von Flugzeugen und sonstigen Luftfahrzeugen verursacht wird, ist eine der wesentlichen Umweltbeeinträchtigungen durch den Luftverkehr und wirkt aufgrund seiner intermittierenden Struktur anders als Schienen- oder Straßenlärm. Neuere Studien des Forschungsverbundes „Leiser Verkehr“ konnten die unterschiedliche Behandlung verschiedener Verkehrslärmarten (z. B. Schienenbonus von 5 dB) nicht als gerechtfertigt belegen.

Derzeit gibt es in Deutschland keine gültigen Grenzwerte für Fluglärm. Allerdings stellt der Fluglärm bisher die einzige Lärmquelle dar, die fast lückenlos dokumentiert wird, da zur Überwachung des Fluglärms jeder Verkehrsflughafen eine kontinuierliche Messanlage gemäß § 19 a Luftverkehrsgesetz zu betreiben hat. Das Fluglärmgesetz von 1971 wurde lange Zeit kontrovers diskutiert und erst mit Wirkung ab 2. Juni 2007 grundlegend geändert. Es setzt sowohl für bestehende wie auch für neu- und ausgebaute Flugplätze Lärmgrenzwerte fest. Mit der neuen Fassung des Gesetzes gibt es auch für Anwohner von Bestandsflughäfen einen Rechtsanspruch auf passiven Lärmschutz – im Gegensatz zu Schienen- oder Straßenlärm-betroffenen, die für bestehende Anlagen keinen Rechtsansprüche haben, sondern nur bei Neu-



Eine Boeing 747-400 der Qantas Airways beim Landeanflug auf den Flughafen London-Heathrow

und Ausbaumaßnahmen. Das jetzt geltende Fluglärmgesetz unterscheidet Tages- und Nachtschutzzonen sowie zivile und militärische Flugplätze.

Nach den auslösenden Flugphasen bzw. in Abhängigkeit von Ort und Zeit unterscheidet man

- Lärm beim Landeanflug,
- Lärm beim Start (Luftfahrt),
- Bodenlärm von Flughäfen,
- Tieffluglärm,
- Nachtfluglärm.

Hauptquellen des Lärms sind die Triebwerke, aber auch das Fahrwerk und die das Luftfahrzeug umströmende Luft. Je nach Flugphase und Lademasse des Luftfahrzeugs wirken sich diese Faktoren unterschiedlich stark aus.

Beim Start entsteht Lärm in Flugzeugen mit Kolbenmotoren und bei Turboprops in erster Linie an den Propellerblättern, bei Jet- und Turbojettriebwerken hauptsächlich als Folge des Mischens heißer und schneller Austrittsgase mit der umgebenden Luft. Auch im Bereich des Fan, sowie der anderen Triebwerksschaufeln entsteht durch Interferenzen und Unregelmäßigkeiten des Luftstroms Lärm. Je nach Entfernung und Flugzeugtyp können so jetgetriebene Passagierflugzeuge beim Start bis zu 90 dB(A) laut sein (Boeing 747/400 bei 300 m seitlicher Entfernung). Im Zusammenwirken mit einem stark beflogenen internationalen Flughafen entsteht dadurch eine hohe Lärmbelastung für dessen unmittelbare Umgebung.

Insgesamt hat sich die Belastung der Bevölkerung durch Fluglärm in den letzten 40 Jahren erheblich verändert. Zwar sind die einzelnen Flugzeuge rechnerisch leiser geworden, dieser Effekt wird jedoch durch die zunehmende Anzahl der Flugbewegungen überdeckt. Die Lärmreduzierung von Flugzeugen hat sich zudem hauptsächlich beim Startvorgang ausgewirkt, durch die Verwendung leichterer Konstruktionsmaterialien wird weniger Schub erforderlich und ein steiler Steigflug kann erreicht werden; beim Landelärm gab es kaum Fortschritte. In letzter Zeit stellt man an einigen Flughäfen (z. B. Frankfurt) sogar wieder eine Lärmzunahme fest – wahrscheinlich aufgrund veränderter Anflugverfahren.

Maßnahmen zur Verminderung des Fluglärms seitens der Flugzeughersteller sind bautechnischer Natur (z. B. Weiterentwicklung von Leichtbaumaterialien zur Verringerung der Masse, Entwicklung von Turbofantriebwerken mit hohem Nebenstromverhältnis), Fluggesellschaften können zur Verminderung der Lärmbelastung operationelle Maßnahmen treffen (Vorgabe von *Noise abatement procedures*), die Flugsicherung kann durch Planung der An- und Abflugstrecken über dünner besiedeltes Gebiet zur Verringerung der Lärmbelastung beitragen. Die Wissenschaft und die Europäische Union haben sich in der Forschungsagenda ACARE sowie ein Consortium aus europäische Flugzeugbauer und Umweltinstitute im Projekt X-noise SOURDINE zum Ziel gesetzt, durch intensive Entwicklung die Lärmemissionen moderner Flugzeuge bis 2020 zu halbieren. Flughafenbetreiber haben ferner die von ihnen erhobenen Landegeühren nach Lärmkriterien gestaffelt, so dass es für Luftverkehrsgesellschaften teurer wird, diese Plätze mit unnötig lauten Maschinen anzufliegen (vgl. Lärmklasseneinteilung der Flugzeuge durch die ICAO).

Bei der Vergabe oder Änderung von Betriebsgenehmigungen für Flughäfen wird die zu erwartende Lärmbelastung nicht gemessen, sondern berechnet und zu erwartende Lärmschutzzonen werden rechnerisch bestimmt. Die tatsächliche Lärmbelastung kann abweichen. Eine Dokumentation der tatsächlichen Fluglärmbelastung um Flughäfen erstellt das Netzwerk des Deutschen Fluglärmdienst e. V. (DFLD).<sup>[13]</sup> Der DFLD stellt die Messwerte jedes einzelnen Überflugs zur Verfügung. Eine unabhängige Prüfung<sup>[14]</sup> seiner Messwerte erfolgte durch das Öko-Institut.

Der Fluglärm hat auch Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen. Ab 65 dB(A) können gesundheitliche Schäden auftreten, wie zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zeigen. Die körperlichen Begleiterscheinungen werden wie folgt beschrieben: Die Nebennieren schütten das Hormon Adrenalin aus, das den so genannten Sympathikus aktiviert. Dieser Nervenstrang befindet sich entlang der Brustwirbelsäule. Die Folge: Blutgefäße verengen sich. Der Blutdruck steigt. Die Herzfrequenz erhöht sich. Der Körper gerät in einen Erregungszustand. Ist der Lärm vorbei, übernimmt der Gegenspieler des Sympathikus, der Parasympathikus das Regime. Dieses Nervengeflecht steuert die Erregung wieder zurück. Doch bei Dauerlärm oder sehr häufigen Ereignissen kommt der Körper nicht zur Ruhe, bleibt der Sympathikus aktiv – und so die Organe in ständiger Anspannung.

Die möglichen Folgen sind: Es kann zu Bluthochdruck, Herz-Kreislaufkrankungen und anderen gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen, insbesondere bei Nachtfluglärm, dem wegen der besonders schutzbedürftigen Nachtruhe eine besondere Bedeutung beizumessen ist.

Lärm mindert auch die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit. Mehrere Untersuchungen belegen, dass Kinder in lauter Umgebung mehr Zeit für anspruchsvolle Aufgaben wie Rechnen und Schreiben benötigen. Auch die Fehlerquote steigt. Lärm stört die Kommunikation: Sprechen in lauter Umgebung ist anstrengend. Das Gehirn benötigt vermehrt Energie, um die Worte im Lärm zu differenzieren und zu verstehen. Fluglärm gilt aufgrund seines Frequenzspektrums – im Vergleich zu anderen Schallquellen – als besonderer Störfaktor, da er weite Bereiche des menschlichen Sprach- und Hörbereiches abdeckt.

## Untersuchungen in München

Der alte Flughafen München-Riem zog 1992 ins Erdinger Moos um. In einer einzigen Nacht wurde der komplette Flugbetrieb umgestellt. Hierdurch boten sich für eine internationale Langzeitstudie zum Thema Fluglärm beste Bedingungen. Es wurden 326 Kinder, die entweder am mittlerweile stillgelegten Flughafen München-Riem oder in der Einflugschneise des neuen Münchener Flughafens im Erdinger Moos aufwuchsen, getestet. Mit der Studie sollte die Auswirkung von Fluglärm vor allem auf die noch in der Entwicklung befindlichen Kinder ermittelt werden.

Die Lärmstudie befasste sich mit verschiedenen Untersuchungen zum Verhalten der Kinder in bestimmten Situationen. So wurden ihnen beispielsweise sehr schwierige Aufgaben vorgelegt. Die vom Fluglärm betroffenen Kinder gaben hierbei schneller auf als die Kinder aus ruhigeren Gegenden. Auch das tägliche Verhalten wurde negativ beeinflusst. Die Kinder waren nervös, unausgeglichen und zappelig. Sie konnten sich viel schlechter auf ihre Aufgaben konzentrieren und verloren schnell die Geduld. In ihrem Urin wurden viel mehr Stresshormone nachgewiesen als bei der Vergleichsgruppe. Auch der Blutdruck veränderte sich. Je länger die Kinder im Fluggebiet lebten, umso höher stiegen ihre Blutdruckwerte, mitunter in bedrohlich hohe Bereiche. Außerdem traten Schlafstörungen auf, vor allem beim Nachtflugbetrieb.

Der Münchener Studie folgten weitere Vergleichsprojekte. Sie wiesen eine erhöhte Aggression der Kinder nach. Bei Kindern, die am nunmehr stillgelegten Flugplatz wohnten, verbesserten sich nach einiger Zeit dagegen das Kurz- und Langzeitgedächtnis sowie die schulischen Leistungen. Das Fazit der Forscher: Fluglärm ist schädlich. Kinder, die langfristig Fluglärm ausgesetzt werden, haben ein erhöhtes Risiko für psychosomatische sowie Herz- und Kreislaufkrankungen.

## Flächenverbrauch

---

Flugplätze benötigen lokal gesehen große Flächen für Start- und Landebahnen, Rollwege, Abstellflächen, Hangars und Abfertigungsgebäude. Bestehen diese Flächen bei kleinen Plätzen häufig noch aus Graswiesen, so sind sie bei Verkehrsflugplätzen ab einer gewissen Größe meist asphaltiert oder betoniert; bei internationalen Flughäfen ist dies immer der Fall. Die großen asphaltierten Flächen führen dann zu Bodenversiegelung. Aufgrund bauphysikalischer Umstände wird häufig eine Grundwasserabsenkung durchgeführt, die wiederum das Pflanzenwachstum in der Umgebung stört und die Tierwelt beeinträchtigt. Ähnliches tritt bei allen Bauprojekten dieser Art auf.

Im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern wie Schiene und Straße ist der Flächenverbrauch des Luftverkehrs im Verhältnis zur Verkehrsleistung (gemessen in Personenkilometern) je Hektar versiegelter Fläche allerdings sehr gering. In den befriedeten, nicht erschlossenen Gebieten von Flugplätzen entstehen oft Enklaven, in denen sich von Menschen relativ ungestört Biotope mit vielfältiger Flora und Fauna entwickeln können. Auf vielen Flugplätzen sind daher geschützte Biotope vorhanden.

## Siehe auch

---

- Klimaschutz
- Kerosinsteuer
- Atmosfair
- myclimate
- Klima-Kollekte

## Literatur

---

- Heinrich Mensen: *Handbuch der Luftfahrt*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2003
- Wilhelm Pompl: *Luftverkehr. Eine ökonomische und politische Einführung*. 4. Aufl., Berlin u. a. 2002
- Christoph Alber: *Zum Rechtsschutz gegen Fluglärm. Insbesondere gegen die Festlegung so genannter Flugrouten*. Frankfurt 2004, ISBN 3-631-53172-9
- Sonja Franke: *Lärmgrenzwerte für die Planung von Verkehrsflughäfen*. Duncker & Humblot, Berlin 2003, ISBN 3-428-11052-8
- Jan Ziekow (Hrsg.): *Bewertung von Fluglärm – Regionalplanung – Planfeststellungsverfahren*. Vorträge auf den Vierten Speyerer Planungsrechtstagen und dem Speyerer Luftverkehrsrechtstag ... für Verwaltungswissenschaften Speyer, Duncker & Humblot, Berlin 2003, ISBN 3-428-11164-8
- Michael Kloepper et al.: *Leben mit Lärm? Risikobeurteilung und Regulation des Umgebungslärms im Verkehrsbereich*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2006
- Martin Hermann: *Schutz vor Fluglärm bei der Planung von Verkehrsflughäfen im Lichte des Verfassungsrechts* Duncker & Humblot Berlin, ISBN 3-428-08073-4

## Weblinks

---

- Bildungsserver Klimawandel: Auswirkungen des Luftverkehrs ([http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Auswirkungen\\_des\\_Luftverkehrs](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Auswirkungen_des_Luftverkehrs)) beim Climate Service Center der Bundesregierung
- Informationen (<http://germanwatch.org/klima/flug.htm>) und Publikationen (<http://germanwatch.org/de/stichwort/flugverkehr>) über die ökologischen Auswirkungen des Flugverkehrs bei Germanwatch
- Weblinks zum Fluglärm: siehe Hauptartikel

## Einzelnachweise

---

1. Theo Rindlisbacher: *Flugzeuge: Emissionen, Luftqualität und Klima*. Hrsg.: Bundesamt für Zivilluftfahrt. Nr.

- 09/08, 2008 (unisg.ch (<http://www.cfac.unisg.ch/~media/internet/content/dateien/instituteundcenters/cfac/oeffentliche%20vorlesungen/2008/zusatzliteraturflugzeugeemissionen%20luftqualitt%20und%20klima%20bazl.pdf>) [PDF; 1,6 MB; abgerufen am 5. Juli 2017]).
2. M. Pfitzner: *Abgas- und Lärmemission von Flugzeugen*. ([https://www.unibw.de/lrt10/lehre/basis\\_lut.pdf](https://www.unibw.de/lrt10/lehre/basis_lut.pdf)) Universität der Bundeswehr München, abgerufen am 5. Juli 2017 (Präsentation zu einer Vorlesung).
  3. Tillmann C. Gmelin: Zusammenfassende Darstellung der Effizienzpotenziale bei Flugzeugen unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Triebwerkstechnik sowie der absehbaren mittelfristigen Entwicklungen ([http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/workshop\\_effizienz\\_flugverk\\_studie.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/workshop_effizienz_flugverk_studie.pdf)), 25. März 2008, Im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
  4. [spiegel.de](http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,208628,00.html): „Kondensstreifen beeinflussen das Wetter“ (<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,208628,00.html>), abgerufen am 16. August 2009
  5. Steven Barret, Britter, Rex und Waitz, Ian: *Global Mortality Attributable to Aircraft Cruise Emissions*. In: *Environmental Science and Technology*. 44, 2010, S. 7736–7742. doi:10.1021/es101325r (<https://doi.org/10.1021/es101325r>).
  6. Öko-Institut (2001): *Umwelt und Tourismus – Grundlagen für einen Bericht der Bundesregierung*, Kurzfassung Umwelt und Tourismus – Grundlagen für einen Bericht der Bundesregierung (PDF) (<https://web.archive.org/web/20070928060808/http://www.oeko.de/files/forschungsergebnisse/application/octet-stream/download.php?id=192&PHPSESSID=027e03a533914982f32dd59311a9b39e>) (Memento vom 28. September 2007 im *Internet Archive*)
  7. *Anstieg der Passagierzahlen – Rekordjahr für die zivile Luftfahrt* (<https://www.srf.ch/news/wirtschaft/anstieg-der-passagierzahlen-rekordjahr-fuer-die-zivile-luftfahrt>) In: [srf.ch](https://www.srf.ch), 18. Januar 2018, abgerufen am 18. Januar 2018.
  8. [dlr.de](http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10261/371_read-15191/#/gallery/20784): DLR-Flugversuche zu alternativen Treibstoffen ([http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10261/371\\_read-15191/#/gallery/20784](http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10261/371_read-15191/#/gallery/20784)), abgerufen am 23. April 2017
  9. [ccs-greenenergy.com](http://ccs-greenenergy.com): Clean Carbon Solutions GmbH. Alternative Kraftstoffe für die Luftfahrt – Projekt grüner Kraftstoff (<http://ccs-greenenergy.com/index.php/projekt-gruener-kraftstoff>), abgerufen am 23. April 2017
  10. *Emissionsdaten*. (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten>) Umweltbundesamt, 25. Juli 2016, abgerufen am 23. Januar 2018.
  11. ICAO: Local Air Quality and ICAO Engine Emissions Standards ([http://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2014-Kenya/4-1\\_LAQ-Technology\\_notes.pdf](http://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2014-Kenya/4-1_LAQ-Technology_notes.pdf))
  12. icao.int: Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP) (<http://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/Pages/CAEP.aspx>), abgerufen am 20. April 2017
  13. [Deutscher Fluglärmdienst e. V.](http://www.dflid.de/) (<http://www.dflid.de/>)
  14. [unabhängige Prüfung](http://www.dflid.de/Presse/PMitt/2006/060720c1.pdf) (<http://www.dflid.de/Presse/PMitt/2006/060720c1.pdf>) (PDF; 80 kB)

---

Abgerufen von „[https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Umweltauswirkungen\\_des\\_Luftverkehrs&oldid=173262206](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Umweltauswirkungen_des_Luftverkehrs&oldid=173262206)“

---

**Diese Seite wurde zuletzt am 23. Januar 2018 um 23:09 Uhr bearbeitet.**

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den [Nutzungsbedingungen](#) und der [Datenschutzrichtlinie](#) einverstanden.

Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.