

Flugverkehr und Klima

Neueste Klimastudien ergaben höchst beunruhigende Erkenntnisse über den Flugverkehr. Demnach ist in Höhen über etwa 9000 m der von den Flugzeugmotoren ausgestoßene Wasserdampf als Schadstoff zu betrachten. Er bildet zusätzlich Cirrus-Eiskristallwolken: diese tragen zur Erhöhung der Temperaturen auf der Erde bei. Ein unlösbares Problem sind außerdem die Stickoxidemissionen, da es für Düsentriebwerke keine Katalysatoren gibt. Stickoxide erhöhen in Bodennähe den Ozongehalt der Luft. In großen Höhen geschieht das Umgekehrte: Die Stickoxide sind beteiligt am Abbau der Ozonschicht, die vor kurzweiliger, lebensgefährdender Strahlung schützt. Die Auswirkungen des Flugverkehrs sind sehr viel gravierender, als aufgrund des Anteils von 13 Prozent am Welt-Treibstoff-Verbrauch anzunehmen wäre.

Wasserdampf – in großen Höhen ein Klimaschadstoff

In großen Höhen ist der Abgas-Wasserdampf schädlich, nicht aber in den tieferen Regionen des Wettergeschehens. Dieses spielt sich meist unterhalb 4000 m ab. Bei Gewittern können Luftzirkulationen bis auf etwa 7000 m, selten bis 9000 m hinauf erfolgen. Darüber ist die Luft vertikal relativ ruhig und Abgas-Wasserdampf der Flugzeuge verbleibt dort relativ lange. Die Luft ist über 9000 m meist sehr kalt (zwischen -40°C und -80°C). Daher kann sie nur extrem wenig Wasser aufnehmen (ei-



Kondensstreifen, die neuen Sterne

Foto: W. Herbst

nige Millionstel Volumenanteile). Der von Flugzeugtriebwerken ausgestoßene Wasserdampf (1,25 kg Wasser pro kg Treibstoff Kerosin) bildet daher künstliche Eiskristall-Wolken, Cirren genannt. Rechnet man damit, daß global etwa 40 Prozent des Kerosins zwischen 9000 und 13.000 m verbrannt werden, kamen 1987 etwa 77 Millionen Tonnen Wasser in diese gefährdeten Luftschichten. Die „Flugzeug-Cirren“ sind nur zum kleinen Teil als Kondensstreifen sichtbar. Sie lassen das Sonnenlicht nahezu voll durch, reflektieren aber die von der Erde kommenden Wärmestrahlen zur Erde zurück. Berechnungen ergaben, daß eine Zunahme der Cirren um 2 Prozent eine Temperaturerhöhung auf der Erde von 1°C ergibt. Somit trägt der Flugverkehr zum Treibhauseffekt der Erde bei.

Stickoxide – Ozonbildner – Ozonzerstörer

In niedrigen Luftschichten (Troposphäre) bilden Stickoxide zusammen mit Kohlenwasserstoffen und UV-Licht giftiges Ozon. Dieses hat hier in den letzten zwanzig Jahren weltweit um ca. 60 Prozent zugenommen, vorwiegend wegen des stark wachsenden Motorfahrzeug-Verkehrsaufkommens. Der Flugverkehr bringt jährlich (1987) insgesamt etwa drei Millionen Tonnen Stickoxide, davon etwa 1 Million Tonnen in die besonders empfindlichen Luftschichten zwischen 9000 und 13.000 m. Dort wandern (diffundieren) sie allmählich nach oben und unten. Im Gegensatz zu den Stickoxiden in Bodennähe, die innert Tagen wieder ausgerechnet werden, haben sie zum Beispiel auf 10.000 m Höhe eine atmosphärische Lebensdauer von ca. einem Jahr (nach einem Jahr sind noch $1/e = 37$ Prozent vorhanden). Die in Höhen über 12.000 m gelangenden Stickoxide des Flugverkehrs tragen zum Ozon-Abbau in der Stratosphäre bei. Dort bilden sie nämlich zusammen mit Wasserdampf Salpetersäure. Diese kristallisiert in Höhen zwischen 12.000 und 22.000 m zu polaren Stratosphären-Wolken, sobald die Temperatur auf ca. -80°C sinkt. An diesen Salpetersäure-Wolken laufen oberflächenkatalytische chemische Reaktionen ab. Ausgehend von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen (FCKW), zum Beispiel den Treibgasen, wird dabei via freies Chlor intensiv Ozon zerstört. Dies passiert vorwiegend am Ende der Antarktis-Polarnacht mit Hilfe des Sonnenlichtes. Dabei entsteht das sogenannte Ozonloch. Durch die Abnahme des Ozons und die Zunahme der Kohlensäure kühlt sich außerdem die Stratosphäre ab. Damit sind auch im Norden vermehrt kritische Temperaturen um ca. -80°C und die Entstehung eines Ozonlochs akut. Das zunehmende bodennahe Ozon ergibt keine Kompensation, da sich 90 Prozent des Ozons in der Stratosphäre befinden. Ohne Ozon in der Stratosphäre wäre alles Leben auf der Erde unmöglich. Es filtert nämlich die kurzweilige, zerstörende UV-Strahlung heraus.

Kohlendioxid – ein wichtiges Treibhausgas

Der Flugverkehr verursacht entsprechend dem Treibstoffverbrauch 13 Prozent (1987) des globalen Verkehrs-Kohlendioxids. Klimatologen berechneten, daß die ge-

samte Kohlendioxid-Zunahme etwa zur Hälfte für den Temperaturanstieg des Treibhauseffekts verantwortlich ist.

Weitere Schadstoffe

An Schadstoffen von weniger großer Tragweite liefert der Flugverkehr pro kg Kerosin (= 1,27 Liter) 1 g Schwefeldioxid (global ca 150.000 Tonnen), sowie Ruß, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe. Die letzten drei konnten bei neueren Groß-Triebwerken stark vermindert werden, jedoch auf Kosten erhöhter Stickoxid-Emissionen. Ein ungelöstes Problem, namentlich über besiedelten Gebieten ist ferner der Treibstoff-Ablauf vor riskanten Landungen (fuel dumping). Das Kerosin enthält nämlich bis zu 20 Prozent giftige Aromate, zum Teil mit krebserregender Wirkung.

Stetig zunehmender Treibstoffverbrauch

Überflüge der Meere mit 71 Prozent der Globus-Oberfläche und Überflüge der Entwicklungsländer erscheinen in keiner nationalen Statistik über Treibstoffverbrauch und Luftverschmutzung. Aussagefähig sind daher die getankten Mengen Flugtreibstoffe nach Angaben der Internationalen Energie-Agentur IEA.

Flugtreibstoffverbrauch (in Millionen Tonnen)

	1983	1985	1987	1988	(1990)*
USA	50,70	59,38	65,27	67,97	(74,30)
BRD	3,141	3,501	3,985	4,360	(4,77)
CH	0,783	0,884	0,952	1,025	(1,12)
Global		141,3	153,2		(176)

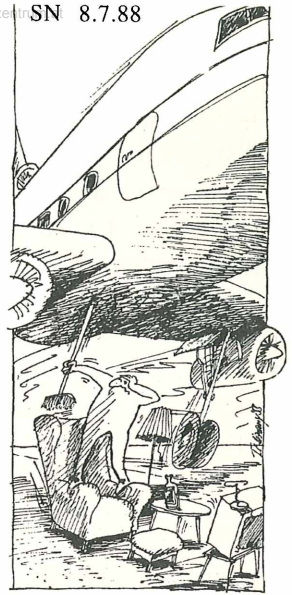
*1990 Prognose, gestützt auf eine Hochrechnung der US Federal Aviation Association

1987 betrug der globale Treibstoffverbrauch (Benzin, Diesel, Kerosin) 1.180 Millionen Tonnen.

Aus den Treibstoffmengen lassen sich mit Hilfe durchschnittlicher Emissions-Indices die Schadstoffmengen berechnen, wobei bei den Stickoxiden der Vergleich mit anderen Emittenten von Interesse ist (Zahlen vom BUWAL, in g Stickoxide pro kg Treibstoff bzw. Öl):

Flugverkehr	ca. 20
Motorfahrzeugverkehr ohne Katalysator	ca. 44
Motorfahrzeugverkehr mit Katalysator	ca. 4
Ölheizungen	ca. 1 – 3

Zu bemerken ist, daß bei Düsenantriebswerken Katalysatoren aus physikalischen Gründen nicht anwendbar sind. Die Statistiken der Flugverkehrsgesellschaften rechnen meist nur mit den Emissionen bis auf eine Höhe von 9190 m (LTO cycle) und lassen die Wasser- und Kohlendioxid-Emissionen außer acht. Deshalb sind die meisten Emissions-Zahlen in der Literatur viel zu niedrig.



DC-Neiiiiin!

Karikatur: T. Wizany

Energieaufwendiger Flugverkehr

Flugtransporte erbringen bei einem Anteil von 13 Prozent (1987) am Welt-Treibstoffverbrauch weniger als 1 Prozent der Welt-Transportleistung (Personen und Fracht). Pro Person und km verbraucht der Flugverkehr etwa das 10-fache, pro Tonne Fracht und km etwa das 100-fache an Energie wie die Bahn. Pro Person und Flugstunde werden ca. 60 Liter Kerosin verbraucht. Bei Übersee-Flügen wird das ca. 3-fache Gewicht an Kerosin wie das Gewicht an Fracht und Passagieren benötigt.



Vorkehrungsmaßnahmen

Zur Beschränkung des schädlichen Einflusses auf das Klima ist es zwingend notwendig, den Flugverkehr zu beschränken. Bis dies weltweit eingesehen wird und bis einengende Maßnahmen Wirkung zeigen, können noch Jahre vergehen. In der Zwischenzeit den Flugverkehr trotzdem noch weiter auszubauen, wäre ein volkswirtschaftlicher Unsinn. Die folgenden Maßnahmen drängen sich auf:

- ✘ Versteuerung des Flugtreibstoffes Kerosin durch Abschaffung der Zoll- und Steuerfreiheit. In den letzten Jahren kostete der Liter Kerosin nur ca. 25 Rappen (30 Pfennig oder 15 US Cent).
- ✘ Jegliche staatliche Subventionierung und Förderung des Flugverkehrs ist einzustellen.
- ✘ Passagier-Flüge auf Strecken kürzer als 1000 km sollten sofort verboten werden.
- ✘ Der verbleibende Flugverkehr muß auf Höhen unter etwa 9000 m beschränkt werden.
- ✘ Es ist zu hoffen, daß in Abrüstungsverhandlungen die Militär-Fliegerei massiv verringert wird. Heute verbraucht sie weltweit noch ca. 24 Prozent des Flugtreibstoffs (in der Schweiz 75.000 Tonnen im Jahr).
- ✘ Überschall-Flugverkehr, zum Beispiel mit der Concorde, ist extrem schädlich und daher nicht akzeptabel. Projekte für noch schnellere und noch höher fliegende Flugzeuge sind zu stoppen (z.B. der „Raumgleiter Sänger“ in der BRD und Projekte in den USA, GB, F).
- ✘ Die Raumfahrt sollte auf das Notwendigste beschränkt werden.

Schlußbemerkungen

Der gesamte Treibstoffverbrauch und im besonderen derjenige des Flugverkehrs hat einen entscheidenden Anteil an den drohenden Klimaveränderungen. Neben dem Motorfahrzeugverkehr und generell dem zu hohen Energieverbrauch ist deshalb auch der Flugverkehr dringend einzuschränken. Dazu braucht es weltweit einsichtige und handelnde Parlamentarier und Behörden.

Literatur:

- PFEIFFER, M., FISCHER, M. (Hrsg): Unheil über unseren Köpfen? Quell-Verlag, Stuttgart, 1989.
- HELD, M.: Ökologische Folgen des Flugverkehrs. Tutzing Materialie Nr. 50, Evang. Akademie Tutzing, 1988.
- Bedrohte Atmosphäre (Treibhausklima – Flugverkehr – Ozonloch), Globus, Heft 10/11, 1988.
- FRESE, W.: Ozon-Loch – Auf heißer Spur in kalten Wolken. Energie 41, Nr. 8, S. 18 – 23, August 1989.
- RUDLOFF, v.H.: Luft- und Raumfahrt als Ozon-Killer, Raum und Zeit 37/1988, S. 22 – 36.
- EGLI, R.: Umweltbelastung durch den Flugverkehr. Natur und Mensch Nr. 2/1989.
- Compilation of Air Pollution Emission Factors, AP-42, September 1985, U.S Environmental Protection Agency.
- KINNISON, E.D., WUEBBLES, D.J.: Preventing Depletion of Stratospheric Ozone-Implications on future Aircraft Emissions, UCRL 99926, Mai 1989.
- CRUTZEN, P.J., MÜLLER, M.: Das Ende des blauen Planeten? Verlag Beck, München, 1989.
- International Energy Agency: Oil and Gas Information 1986 – 1988. Rue André Pascal, 75775 Paris Cedex 16.
- SCHMAILZL, U.V.: Klimagefahr durch den Flugverkehr. Ökologische Konzepte 31, S. 10 – 15, 1989/90.

(Anschrift des Verfassers: Robert Egli, dipl. Chem., Etzelstr. 15, CH-8200 Schaffhausen)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Land \(vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz\)](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [1990_4-5](#)

Autor(en)/Author(s): Egli Robert

Artikel/Article: [Flugverkehr und Klima 112-116](#)