

## Antwort

### der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Ehmke (Ettlingen) und der Fraktion  
DIE GRÜNEN  
— Drucksache 10/1432 —

### Emissionen aus Düsenflugzeugen

*Der Bundesminister für Verkehr – L 15/14.80 – hat mit Schreiben vom 6. Juni 1984 die Kleine Anfrage namens der Bundesregierung wie folgt beantwortet:*

1. Welche genaue Zusammensetzung (auch Zusatzstoffe wie z.B. Hydrazin und Boran) haben die im Bundesgebiet verwendeten Düsentreibstoffe, und welche Mengen dieser Einzelkomponenten wurden 1983 sowohl in der Zivilluftfahrt als auch beim militärischen Flugbetrieb (alliierte Luftstreitkräfte und Bundeswehr) verbraucht?

Flugbrennstoffe für Strahlflugzeuge sind Kerosine und bestehen aus Kohlenwasserstoffen mit ca. 14 % Wasserstoff und ca. 86 % Kohlenstoff, wobei die Struktur der Kohlenwasserstoffe je nach Herkunft des Rohöls unterschiedlich ist. Der Aromatenanteil liegt bei ca. 17 bis 22 %. Brennstoffe für Militär- und Zivilflugzeuge unterscheiden sich in der Zusammensetzung nur sehr wenig; die Hauptunterschiede liegen im Siedeverhalten und im Flammpunkt.

Flugturbinenbrennstoffe enthalten typisch 0,001 bis 0,006 % Schwefel, etwa so viel wie im normalen Motorenbenzin, deutlich weniger als ein Zehntel des Schwefelgehalts, der in Dieselmotorenstoff oder Heizöl für Hausheizungen enthalten ist. Darüber hinaus sind wie in allen flüssigen Brennstoffen auf Kohlenwasserstoffbasis Spurenmetalle in sehr geringen Konzentrationen enthalten. Den Flugbrennstoffen werden kleine Mengen von Additiven zur Verhinderung von Vereisung, Rostbildung, gummiartiger Ablagerungen und statischer Aufladungen beim Betanken (Explosionsgefahr) zugesetzt, die aus Kohlenwasserstoffen bestehen, aber teilweise auch Metallverbindungen enthalten. Ihre Mengen-

anteile sind sehr klein; z. B. bei Antistatic-Additiven unter 1 ppm. (Part per million). Additive zur Verhinderung von Rauchbildung (Manganverbindungen) werden in Flugbrennstoffen nicht verwendet. Die angesprochenen Stoffe Hydrazin und Borwasserstoffe (Borane) sind in Flugbrennstoffen nicht enthalten.

Der Verbrauch von Flugtreibstoffen durch die Zivilluftfahrt ist von 1982 auf 1983 praktisch konstant geblieben.

Bei Flügen über der Bundesrepublik Deutschland wurden 1983 folgende Mengen Kraftstoff verbraucht:

- beim zivilen Flugbetrieb rund 1,2 Mio. Tonnen,
- beim Flugbetrieb der Bundeswehr ca. 0,6 Mio. Tonnen,
- beim Flugbetrieb der alliierten Luftstreitkräfte ca. 0,9 Mio. Tonnen (geschätzt).

Daraus ergibt sich insgesamt ein Verbrauch von 0,38 Mio. t Wasserstoff, 2,32 Mio. t Kohlenstoff und rund 135 t Schwefel. Über die Mengen der weiteren, in Spuren enthaltenen Stoffe, liegen keine zuverlässigen Informationen vor.

2. Wie ist die genaue Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte (insbesondere bei den flüchtigen und halogenierten Kohlenwasserstoffen, bei Stickoxiden und bei nitrosen Gasen), und welche Mengen pro kg verbranntem Düsentreibstoff wurden davon 1983 im zivilen und militärischen Flugbetrieb über der Bundesrepublik Deutschland freigesetzt?

Die geschätzten mittleren Emissionswerte pro Kilogramm verbrauchtem Flugbrennstoff sind:

Kohlenmonoxid (CO)	30	Gramm/Kilogramm
Kohlenwasserstoff (CH)	5	Gramm/Kilogramm
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	0,1	Gramm/Kilogramm
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	10	Gramm/Kilogramm
Ruß	1	Gramm/Kilogramm.

Auch hier gilt, daß über die Mengen anderer, möglicherweise in Spuren vorkommender Abgasanteile keine Informationen vorliegen.

Frühere Angaben zum Schwefeldioxid gingen von einem unrealistisch hohen Schwefelanteil im Treibstoff aus; die obengenannte SO<sub>2</sub>-Emission entsteht bei Verwendung typischer Flugturbinenbrennstoffe.

3. Welches Emissionsverhalten weisen zivile und militärische Düsenflugzeuge in den verschiedenen Betriebszuständen auf (z.B. Triebwerktests, Rollen auf dem Flugfeld, Startlauf, Steigflug, Normalflug, Kampfflug, Landeflug usw.), d.h. wie groß ist die Menge des verbrauchten Kraftstoffs und der abgegebenen einzelnen Verbrennungsprodukte (siehe oben) pro Betriebszustand?

Die Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte und somit auch das Emissionsverhalten von Triebwerken sind stark abhän-

gig vom jeweiligen Betriebszustand eines Triebwerkes und von der Schubklasse der Triebwerke. Dieses bedeutet, daß das Emissionsverhalten variiert mit dem Triebwerksschub, der Turbineneintrittstemperatur und dem Brennstoffverbrauch je Triebwerk. Für die wesentlichen Komponenten gilt:

- Kohlenmonoxid (CO): Der Anteil CO ist im Leerlauf des Triebwerks am höchsten und bei Vollast am geringsten; das Verhältnis ist, je nach Triebwerkstyp, 10 : 1 bis 15 : 1.
- Unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC): Hier gilt das gleiche wie für CO, das Verhältnis ist hier ca. 6 : 1 bis 4 : 1.
- Stickoxide (NO<sub>x</sub>): Hier sind die Verhältnisse umgekehrt; die NO<sub>x</sub>-Emission ist im Leerlauf am geringsten und bei Vollast, d. h. bei höchster Turbineneintrittstemperatur am höchsten, ca. 1 : 4 bis 1 : 10.

Um einigermaßen vergleichbare Daten zu bekommen, ist ein typischer Start-Lande-Zyklus wie folgt festgelegt worden:

1. Rollen zum Start      12 min    Leerlauf bei 5 bis 3 % Schub,
2. Start                    0,5 min    Vollast,
3. Steigflug                2,2 min    85 % Schub,
4. Anflug                  4 min      30 % Schub,
5. Rollen zur Position    7 min      Leerlauf bei 5 bis 3 % Schub.

Die folgende Tabelle gibt durchschnittliche Emissionsmengen und Treibstoffverbrauch pro Start und Landung für einige verschiedene Flugzeugtypen unter Berücksichtigung obiger Angaben wieder.

	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Treibst.
B 737, DC 9	21,0 kg	3,0 kg	8,8 kg	865 kg
B 727	31,5 kg	4,5 kg	13,2 kg	1 320 kg
B 747 (Jumbo)	85,6 kg	25,6 kg	51,6 kg	2 680 kg
DC 10, L 1011	65,1 kg	19,2 kg	38,7 kg	1 990 kg
A 300 (Airbus)	43,4 kg	12,8 kg	25,8 kg	1 300 kg

Für den Reiseflug ergeben sich folgende Werte:

	kg CO/h	kg HC/h	kg NO <sub>x</sub> /h	kg/Treibst./h
B 737, DC 9	46– 54	5,6– 7,2	20– 24	2 500
B 727	69– 81	8,4–10,8	30– 36	4 300
B 747 (Jumbo)	224–240	27,2–31,2	96–108	12 600
DC 10, L 1011	168–180	20,4–23,4	72– 81	9 100
A 300 (Airbus)	112–120	13,6–15,6	48– 54	5 850

Die Verbrauchs- bzw. Emissionszahlen pro Flug hängen von Faktoren wie Flugzeugbeladung und Flughöhe ab. Die Tabellenzahlen sind geschätzte Mittelwerte.

Der Anteil des Luftverkehrs an der Gesamt-Schadstoffbelastung liegt in der Größenordnung von 1 %.

4. Wie groß war die Zahl der Flugbewegungen 1983
- a) auf den bundesdeutschen Zivilflugplätzen mit Düsenflugzeugbetrieb (Starts, Landungen)
    - im innerdeutschen Flugverkehr,
    - im internationalen Flugverkehr,
  - b) zivile Überflüge,
  - c) auf den Militärflugplätzen in der Bundesrepublik Deutschland (Starts, Landungen),
  - d) militärische Überflüge,
  - e) Überflüge in den einzelnen Tieffluggebieten?

Die Anzahl der Flugbewegungen betrug 1983 nach der bei der Bundesanstalt für Flugsicherung vorliegenden Statistik

— an den bundesdeutschen Zivilflughäfen 729 382 Starts und Landungen.

Eine Aufschlüsselung in innerdeutschen und internationalen Flugverkehr ist nachträglich für 1983 nicht möglich.

— 213 650 zivile Überflüge.

Außerdem wurden im Luftraum der Bundesrepublik Deutschland 1983 902 000 militärische Flugbewegungen registriert.

Davon entfallen auf die

- Bundeswehr    270 000 Ausbildungseinsatz-/Missionsflüge,  
                    50 000 Tiefflüge,
- Alliierten     537 000 Ausbildungseinsatz-/Missionsflüge,  
                    45 000 Tiefflüge.

Eine weitere Aufschlüsselung der Daten ist mit dem verfügbaren Zahlenmaterial nicht möglich.