

Sitzung vom 28. Februar 2007

**258. Anfrage (Auswirkungen der Flugzeugabgase auf Mensch, Tier und Umwelt im Kanton Zürich)**

Kantonsrätin Eva Torp, Hedingen, und Kantonsrat Thomas Hardegger, Rümlang, haben am 11. Dezember 2006 folgende Anfrage eingereicht:

Der Zürcher Flughafen ist ein bedeutender Emittent von Luftschadstoffen. In der auf dem Umweltschutzgesetz basierenden Luftreinhalteverordnung werden Grenzwerte für die zulässige Belastung der Luft mit Schadstoffen festgelegt. Falls diese Grenzwerte nicht eingehalten werden können, sind die Kantone verpflichtet, weitere Massnahmen zur Reduktion des Schadstoffausstosses zu ergreifen. Trotz den ergriffenen Massnahmen (Luft-Programm) können im Kanton Zürich die zulässigen Grenzwerte noch nicht für alle Schadstoffe eingehalten werden.

In diesem Zusammenhang bitten wir den Regierungsrat um Beantwortung folgender Fragen:

1. Welche weiteren Schadstoffe neben Feinstaub und Stickoxiden werden aus den Flugzeugen ausgestossen? Welche werden (wie?) gemessen und welche werden (wie?) berechnet?
2. Welche der aufgeführten Schadstoffe gelten als Krebs erregend und/oder sind mit verantwortlich für Atemwegs- oder Hauterkrankungen?
3. Welche Grenzwerte gelten für die Schadstoffe?
4. In welcher Beziehung stehen die Grenzwerte der Schadstoffe zum Anstieg von Krebs-, Asthma- oder Hauterkrankungen?
5. a) Welche Kriterien bestimmte die Auswahl für:  
K = kontinuierliche Messungen  
PS = Passivsammler  
P = wechselt Standort periodisch mit anderem Messort  
b) Nach welchen Kriterien hat man die Messstandorte gewählt?  
c) Wie wird auf die Veränderungen der An- und Abflugverfahren bei der Wahl der Messstandorte reagiert?
6. a) Wie viel Feinstaub (PM10), Stickstoffdioxide (NO<sub>2</sub>) und wie viel der in der Antwort zu Frage 1 aufgeführten Schadstoffe werden aus den Flugzeugen ausgestossen bei:

- 200 000 Flugbewegungen?
  - 250 000 Flugbewegungen?
  - 320 000 Flugbewegungen?
  - 500 000 Flugbewegungen?
- b) Welche Wirkungen auf die Umwelt haben Feinstaub und Stickoxide bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen, beispielsweise bei Inversionslagen?
7. Welche Massnahmen zur Senkung der Flugverkehrsemissionen sind im Kanton Zürich bei Nichteinhaltung der Stickstoffdioxid-Immissionsgrenzwerte vorgesehen?
8. Partikel, die grösser sind als 10µm, sinken sehr schnell zu Boden.
- a) Wo, wie häufig und seit wann werden Bodenproben um den Flughafen gemacht?
  - b) Welche Resultate zu den Bodenproben liegen vor?
  - c) Welche Schlüsse werden aus den veränderten Resultaten gezogen?
9. Wie viel Flugtriebstoff wird aktuell im und über dem Gebiet des Kantons Zürich jährlich verbrannt, ausgehend vom Flughafen Kloten, in den Höhen unterhalb 2000 Meter?

Auf Antrag der Baudirektion

beschliesst der Regierungsrat:

1. Die Anfrage Eva Torp, Hedingen, und Thomas Hardegger, Rüm-  
lang, wird wie folgt beantwortet:

Zu Frage 1:

Neben Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) und Feinstaub (PM10) werden von Flugzeugen auch Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC) und Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) ausgestossen. Bei der Zertifizierung der Flugzeuge werden die Schadstoffe NO<sub>x</sub>, CO, HC und die Gesamtrauchzahl nach den Vorgaben der internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO (International Civil Aviation Organization, Annex 16, Volume II zum Chicago-Abkommen) gemessen. Eine Nachmessung der Emissionswerte wie beim Auto ist wegen der komplexen und aufwendigen Messverfahren nicht möglich. Detaillierte Wartungsvorschriften für Flugzeugtriebwerke lassen hingegen aus Sicherheitsgründen nur geringste Toleranzen zu, sodass ein Abweichen von den Messwerten als sehr gering angenommen werden kann. SO<sub>x</sub> wird nicht gemessen oder berechnet, da dieses nur abhängig vom Schwefelgehalt im Kerosin ist (eine grobe Abschätzung ergibt etwa 1 g Schwefel pro kg Kerosin). Ausserdem kann pro Tonne Kerosin mit 3,15 t Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) gerechnet werden (gemäss «Energieinhalte und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren von fossilen Ener-

gieträgern», Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft [BUWAL], heute Bundesamt für Umwelt [BAFU] 2003). CO<sub>2</sub> ist jedoch nicht ein eigentlicher Luftschadstoff im Sinne der Luftreinhalte-Verordnung (LRV, SR 814.318.142.1).

Zu Frage 2:

Als Krebs erregend gelten insbesondere die Ultrafeinstaubpartikel (PM<sub>0.1</sub>) bzw. Russ sowie bestimmte HC (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, PAK) und Benzol. Bezüglich Atemwegserkrankungen und Allergien können die Feinstaubpartikel (PM<sub>10</sub>) sowie (direkt oder indirekt, infolge ihrer Ozon bildenden Wirkung) auch NO<sub>x</sub> und HC problematisch sein.

Zu Fragen 3 und 4:

Für Flugzeugtriebwerke mit Strahltrieb und mehr als 26,7 kN Schub gibt es von der ICAO festgelegte Emissionsgrenzwerte (aufgelistet im Annex 16, Volume II zum Chicago-Abkommen) für NO<sub>x</sub>, HC, CO und die Rauchzahl. Sie gelten für die Flugphasen bis rund 950 m über Grund, die als LTO-Zyklus (Landing and Take off) international festgelegt sind. Der Grenzwert für NO<sub>x</sub> wird dem Stand der Technik laufend angepasst und verschärft (letztmals 2004, das nächste Mal voraussichtlich 2010). Zum Schutz von Menschen, Tieren, Pflanzen, ihrer Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie des Bodens wird in der LRV die höchstzulässige Belastung der Luft durch die Festlegung von Immissionsgrenzwerten vorgegeben (Art. 1 und Anhang 7 LRV). Die in Zusammenhang mit den Flugzeugemissionen relevanten Immissionsgrenzwerte sind jene für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), PM<sub>10</sub> und Ozon (O<sub>3</sub>). Die Grenzwerte sind so festgelegt, dass Belastungen unterhalb der entsprechenden Werte Menschen nicht gefährden und die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören.

Das Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel hat 2005 im Auftrag des BUWAL eine Übersicht zum Thema Aussenluftverschmutzung und Gesundheit verfasst, welche die Ergebnisse verschiedener Studien zusammenfasst. Darin wird ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Luftschadstoffbelastung (PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub>) und der Anzahl an Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie Lungenkrebs ausgewiesen. Dazu gehören auch die beiden Schweizer Studienprogramme SAPALDIA (Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults, über Luftverschmutzung und Atemwegserkrankungen bei Erwachsenen) und SCARPOL (Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution, über Atemwegsbeschwerden und Allergien bei Schulkindern).

Bezüglich der Auswirkungen des Flugbetriebes des Flughafens Zürich wurden von der ETH Zürich und der EMPA Dübendorf im Zeitraum von 1992 bis 1995 im Raum Kloten, Opfikon-Glattbrugg und Rümlang Studien und Messungen durchgeführt. Sie ergaben im Vergleich zu anderen Messstandorten weder bei HC, PAK noch bei Russ erhöhte Konzentrationen oder Auffälligkeiten in der Schadstoffzusammensetzung, die auf eine höhere Belastung durch Flugzeugabgase schliessen lassen würden. Jüngere Untersuchungen aus Deutschland für die Gebiete um die Flughäfen Frankfurt und München bestätigen diese Ergebnisse. Auch die aktuellen Messungen von NO<sub>2</sub>, HC und PM10 in der Umgebung des Flughafens zeigen Werte im Bereich eines typischen Agglomerationsstandortes. Hinweise auf vermehrte Erkrankungen infolge von Flugzeugemissionen des Flughafens Zürich liegen keine vor.

Zu Frage 5:

a) Die Art der Messungen (kontinuierliche Messung, Einsatz von Passivsammlern, alternierender Standort) ist abhängig vom Standort, von der gewünschten Auflösung der Messwerte, der vorhandenen Infrastruktur und den finanziellen Ressourcen. Besteht z. B. ein Bedarf für hoch aufgelöste Messwerte, müssen kontinuierliche Messungen durchgeführt werden. Sie bedingen einen geschützten Standort und eine entsprechende Infrastruktur (Container, Strom). Diese Messstationen sind aber in Betrieb und Unterhalt aufwendig. Geht es um eine grossflächige Erhebung der Luftbelastung, kommt es zum kostengünstigeren Einsatz von Passivsammlern (vor allem für die Messung von Stickstoffdioxid-Konzentrationen). Diese werden je nach Problemstellung und Belastungsart eine, zwei oder höchstens vier Wochen aufgestellt und anschliessend werden die Messungen analysiert.

b) Für die Wahl der Messstandorte am Flughafen waren die erwarteten Langzeitveränderungen der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung durch den Flughafenausbau (Baukonzession Dock Midfield, 1999) ausschlaggebend, unter Berücksichtigung der Quellen (Flugbetrieb, Strassenähe, diffus, Hintergrund) und der Bevölkerungsexposition.

c) Auf Grund der Ausbreitungscharakteristiken der Luftschadstoffe werden die Emissionen der Flugzeuge nur bis etwa 200 m über Boden direkt immissionswirksam. Deshalb haben Veränderungen der An- und Abflugverfahren bei gleicher Pistenbenützung keine Veränderungen der Immissionsverteilung zur Folge. Nur wenn die Pistenbenützung geändert wird (z. B. Einführung der Südanflüge), sind Veränderungen rechnerisch nachweisbar. Auch diese bleiben jedoch auf einen engen Perimeter, bis zu einer Distanz von 1–2 km ab der Piste, begrenzt.

Die Messwerte der Messstationen innerhalb und in der Nähe des Flughafens vor und nach der Einführung der Südanflüge zeigen diesbezüglich keine auffallenden Veränderungen auf, ebenso wenig die vom Umwelt- und Gesundheitsschutz der Stadt Zürich (UGZ) im Herbst 2003 durchgeführten Schadstoffmessungen im Quartier Hirzenbach. Auch bei NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messungen während der Sperrung der Westpiste im Sommer 2000 zeigte das geänderte Flugregime (vermehrte Starts nach Süden) keine Wirkung auf die gemessenen Werte.

Zu Frage 6:

a) Gemäss den Berechnungen der Flughafen Zürich AG (FZAG) wurden innerhalb des LTO-Zyklus (einschliesslich Rollvorgängen auf dem Flughafen) im Jahr 2005 bei rund 267400 Flugbewegungen folgende Schadstofffrachten ausgestossen (FZAG, Umweltbericht 2005):

NO <sub>x</sub>	990 t
HC	137 t
CO	1 133 t
CO <sub>2</sub>	251 000 t

Die Berechnungen beruhen auf Standardwerten der ICAO. Bei Berücksichtigung der tatsächlichen Flug- und Rollabläufe auf dem Flughafen Zürich kann davon ausgegangen werden, dass die CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in Wirklichkeit um 20–25% tiefer sind.

Moderne Flugzeugtriebwerke zeichnen sich durch eine sehr gute Kraftstoffverbrennung und daher geringe Partikelemissionen aus. Die PM10-Emissionen wies der Flughafen bisher nicht aus. Die ICAO erarbeitete jüngst die notwendigen Berechnungsvorgaben. Entsprechende Berechnungen sind nun bei der FZAG in Arbeit. Nach groben Schätzungen der FZAG ist für das Jahr 2005 mit etwa 24 t PM10 aus Triebwerken zu rechnen.

Die Emissionen bei mehr oder weniger Flugbewegungen sind proportional grösser oder kleiner. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die spezifischen Emissionen (Emissionen pro Flugbewegung) in den letzten Jahren infolge der laufenden technischen Verbesserungen bei den Flugzeugtriebwerken und der geänderten Zusammensetzung der Flugzeugflotten am Flughafen laufend zurückgegangen sind. Waren zum Beispiel im Jahr 2000 pro 10000 Flugbewegungen 46,3 t NO<sub>x</sub> zu verzeichnen, so waren es 2005 noch 37,1 t (FZAG, Umweltberichte 2000–2005). Es ist davon auszugehen, dass diese Tendenz auch in Zukunft anhält. Die tatsächlichen Emissionen der Flugzeuge in einem Zeitpunkt, in welchem 320000 oder sogar 500000 Flugbewegungen erreicht werden, sind somit schwierig vorauszusagen.

b) Hohe Temperaturen und starke Sonneneinstrahlung im Sommer führen zu einer stärkeren Bildung von Ozon (aus  $\text{NO}_2$  und HC). Durch die Verfrachtung der Schadstoffe stellt Ozon ein grossräumiges Problem dar. Abgesehen von dauernd stark betroffenen Gebieten (in den Agglomerationen und entlang stark befahrenen Strassen) sind beim Feinstaub insbesondere bei stabilen Wetterlagen (Inversionslagen) erhöhte Emissionswerte festzustellen, da sich der Feinstaub dann innerhalb der unteren Luftschichten über mehrere Tage ansammeln kann. Im Winterhalbjahr kommen Inversionen häufiger vor und zu den übrigen Quellen kommen Partikelemissionen aus Feuerungen (insbesondere Holzheizungen) hinzu. Dies kann in der kalten Jahreszeit zu besonders hohen Schadstoffwerten führen.

Zu Frage 7:

Der Regierungsrat hat bereits in seiner Stellungnahme zum Postulat KR-Nr. 88/2003 (Reduktion des flughafeninduzierten  $\text{NO}_x$ -Emissionsplafonds) ausgeführt, dass eine durch den Flughafen mit verursachte übermässige Luftschadstoffbelastung nach den Grundsätzen des Sachplans Infrastruktur Luftfahrt des Bundes (SIL, Konzeptioneller Teil, vom 18. Oktober 2000) und der Rechtsprechung des Bundesgerichts folgend mittelfristig in Kauf zu nehmen ist. Langfristig ist dafür zu sorgen, dass mit einem Massnahmenplan der Flughäfen bzw. der Kantone die Grenzwerte der LRV eingehalten werden können. Mit dem Entscheid des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) zur Baukonzession Dock Midfield vom November 1999 ist der Flughafen dazu verpflichtet worden, alle technisch und betrieblich möglichen und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen zur Verminderung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen in den Bereichen Flugbetrieb und Abfertigung zu ergreifen, ein Immissionsüberwachungssystem in der Flughafenregion aufzubauen, eine jährliche Emissionsbilanz zu berechnen und dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) und dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) einzureichen. Bei einer Überschreitung der vom UVEK festgelegten Limite für den  $\text{NO}_x$ -Ausstoss des Flughafens (aus Flugbetrieb und Abfertigung) von jährlich 2400 t hat der Flughafenhalter ein Massnahmenpaket zur Vermeidung eines weiteren Anstiegs der Emissionen ans UVEK einzureichen. Ausserdem ist der vom Flughafenhalter ausgearbeitete Teilmassnahmenplan Lufthygiene Flughafen (vom Oktober 1999) umzusetzen. Der Kanton Zürich ist dazu verpflichtet worden, seinen Massnahmenplan Lufthygiene konsequent umzusetzen und nötigenfalls zu verschärfen.

Zu Frage 8:

Im Auftrag der beiden Bundesämter für Zivilluftfahrt bzw. Militärflugplätze (BAZL/BAMF) untersuchte die Elektrowatt Ingenieurunternehmungen AG, Zürich, im Jahr 1993 Bodenproben auf ungefähr 30 Standorten entlang von Flugpisten bis höchstens 100 m Entfernung. Überschreitungen der Beurteilungswerte nach der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12) wurden für die Schadstoffe Blei, Cadmium, Zink und insbesondere Kupfer sowie vereinzelt für Benzo(a)pyren festgestellt. Im Rahmen der UVP zur 5. Ausbaustufe des Flughafens wurden zwischen 1997 und 2004, sowohl entlang von Flugpisten wie auch pistenfern, insgesamt etwa 100 Standorte untersucht. Überschreitungen der Beurteilungswerte von Kupfer (Leitelement) wurden entlang von Flugpisten bis höchstens 50 m Distanz gefunden. Auf pistenfernen Standorten wurden keine Richtwertüberschreitungen nach VBBo festgestellt. Zwischen 1995 und 1999 wurden für die kantonale Bodendauerüberwachung sieben Standorte im Umkreis von 3 km Radius vom Flughafen (Zentrum Koordinaten 684000/258000) eingerichtet, in denen alle fünf Jahre Proben entnommen werden. Bis jetzt liegen nur Ergebnisse von Schwermetallgehalten vor, die insgesamt alle unterhalb der Richtwerte nach VBBo liegen. Aus Spargründen konnten die wiederholt entnommenen Proben nicht gemessen werden.

Flugverkehrsbedingte stoffliche Belastungen sind auf dem Flughafen nachgewiesen, beschränken sich aber vor allem auf den Pistenrand. Über dem Richtwert belastete Böden wurden in den kantonalen Prüfperimeter für Bodenverschiebungen aufgenommen.

Zu Frage 9:

Anhand der CO<sub>2</sub>-Emissionen (siehe Frage 6a) kann für das Jahr 2005 für den Bereich des LTO-Zyklus ein Verbrauch von rund 80 000 t Kerosin berechnet werden (3,15 t CO<sub>2</sub> pro verbrannte Tonne Kerosin, gemäss BUWAL 2003). Laut dem Umweltbericht 2005 der FZAG schätzt Eurocontrol (die europäische Organisation für die Sicherheit im Luftverkehr), dass vom Flughafen Zürich 2005 weltweit rund 2,8 Mio. t CO<sub>2</sub> ausgingen. Dies entspricht 889 000 t Kerosin. Für den angefragten Bereich (über dem Gebiet des Kantons Zürich, unterhalb 2000 m) gibt es keine Berechnungen.

II. Mitteilung an die Mitglieder des Kantonsrates und des Regierungsrates sowie an die Baudirektion.

Vor dem Regierungsrat

Der Staatsschreiber:

**Husi**