

**Ergebnisse der Arbeiten zu Ö2/Ö3  
Stand der Erkenntnisse von Fluglärmwir-  
kungen**

Beschluss der Mediationsgruppe vom 26. November 1999

## 1. Einleitung

Die Themen Ö2 (Technisch-physikalische und medizinisch-psychologische Aspekte des Fluglärms) und Ö3 (Stand von Erkenntnissen von Fluglärmwirkungen) wurden von der Mediationsgruppe mit erster Priorität versehen.

Daher hat der AK Lärm bzw. die später daraus hervorgehende Expertengruppe Fluglärm frühzeitig damit begonnen, hierzu die unterschiedlichen Einschätzungen und Expertenmeinungen zusammenzustellen.

Nach sorgfältiger Dokumentation des Standes der Wissenschaft wurde am 5.10.1999 ein Hearing mit Vertretern der Wissenschaft durchgeführt<sup>1</sup>, das die Grundlage für die folgenden Einschätzungen darstellt.

## 2. Zielsetzung

Das vorliegende Papier mit Aussagen zum Stand der Erkenntnisse von Fluglärmwirkungen soll der Mediationsgruppe dabei helfen, Einschätzungen in folgendem Sinne zu treffen:

- Wie sind die verschiedenen zukünftigen Varianten im Vergleich zueinander und zum Status Quo zu bewerten?
- Wie sind die heute messbaren (Ö1) bzw. für verschiedene zukünftige Entwicklungen errechneten (Ö7) Fluglärmkurven hinsichtlich ihrer Auswirkungen einzuschätzen?
- Welche möglichen Maßnahmen können sich aus diesen Einschätzungen ergeben?

Dabei besteht Konsens, dass der erste Spiegelstrich (relativer Vergleich) auf jeden Fall geleistet werden soll.

Während sich für die Nachtbelastung auch bezüglich der zwei weiteren Spiegelstriche ein weitgehender Konsens ergibt, so erscheinen, was die Bewertung und die möglichen Maßnahmen zu den Belastungen am Tage angeht, konsensual nur Bandbreiten angebbbar (s.u.).

## 3. Allgemeine Ergebnisse

Die Expertengruppe Fluglärm stellte eine „Auflistung wichtiger Unterlagen zum Thema Fluglärm“, zusammen, die nach Aktualisierung nun vom 20. August 1999 datiert. Diese gliedert sich in technisch-physikalische Aspekte (A) und medizinische, psychologische

---

<sup>1</sup> Frau Prof. Bullinger, Frau Prof. Griefahn, Herr Prof. Hecht, Herr Dr. Isermann, Herr Dr. Kastka, Herr Dr. Maschke, Herr Prof. Spreng

und sozialpsychologische Aspekte (B) und enthält neben wissenschaftlichen Publikationen auch Gerichtsurteile, Gesetze, Protokolle von Anhörungen sowie ein erstes Konsenspapier (Ö2).

## **4. Einschätzung zur Wirkung von Fluglärm**

Die folgenden Ergebnisse basieren auf den Einschätzungen der Experten, die beim Hearing am 5. Oktober 1999 geäußert wurden.

### **4.1 Gesundheitswirkungen, die durch Fluglärm verursacht werden**

Es sind in der Nachbarschaft des Frankfurter Flughafens keine akuten (unmittelbar und kurzfristig eintretenden) Gesundheitsschäden (z.B. Gehörschädigungen) zu erwarten.

Fluglärm führt zu messbaren vegetativ-hormonellen Veränderungen, die auf lange Sicht zu Organ-Disfunktionen und pathologischen Prozessen führen können. In die Kategorie der möglicherweise langfristig Gesundheitsschädigungen verursachenden Wirkungen gehören auch Schlafstörungen (Schlaptiefe, Aufwachreaktionen) und Befindlichkeitsstörungen.

### **4.2 Erhebliche Belästigungen**

Neben den Gesundheitsgefahren führt Fluglärm ab einer bestimmten Stärke (Pegelhöhe und Häufigkeit) zur erheblichen Belästigung von Menschen (high annoyance). Der Übergang zwischen erheblicher Belästigung und Gesundheitsgefahr ist im Grenzbereich fließend<sup>2</sup>. Es erscheint aber wichtig, darauf hinzuweisen, dass hier wesentliche Unterschiede gesehen werden.

Neben der Störung der Nachtruhe sind als erhebliche Belästigung vor allem die Störung von Kommunikation (innen wie außen), die Beeinträchtigung von Erholung und Freizeit, die Störung von Lernprozessen (Schule) sowie die Störung von Arbeitsprozessen von Bedeutung.

Für die Belästigungswirkung ist von Bedeutung, ob Belastungen – und damit Erholungspausen - vorhersehbar sind oder nicht. Vorhersehbare Ereignisse sind im Vergleich eher zu ertragen, vorhersehbare Pausen besser zu nutzen. Es erscheint jedoch fraglich, ob eine Planbarkeit des Tages- und Wochenablaufes erreichbar sei.

---

<sup>2</sup> Langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen können durch dauerhafte erhebliche Belästigungen (als Moderator) sowie aufgrund vegetativ-hormonelle Veränderungen entstehen.

### **4.3 Parameter, mit denen Fluglärm im Hinblick auf seine Gesundheitswirkungen gemessen werden sollte.**

Es werden drei unterschiedliche Parameter als sinnvoll anwendbar zur Beurteilung von Gesundheitsgefährdung durch Fluglärm angesehen.

- der Maximalpegel
- der Dauerschallpegel (gemittelter Pegel  $L_{eq}$ ) über einen bestimmten Zeitabschnitt
- die Häufigkeit der Überschreitung eines bestimmten Maximalpegels durch Einzelschallereignisse

Der äquivalente Dauerschallpegel (Dosis) ist ein sinnvoller Parameter – aber reicht insbesondere in der Nacht nicht aus. Er sollte ergänzt werden um die Angabe eines Maximalpegels und die Häufigkeit bestimmter Pegel, wobei diese beiden zu verknüpfen sind. Insofern sind es im Grunde zwei Parameter, nämlich der äquivalente Dauerschallpegel und die Häufigkeit bestimmter Maximalpegel.

Weitere Parameter zur Beurteilung von Gesundheitsgefährdung durch Fluglärm sind:

- das Frequenzspektrum des Schalles (Unterschiede zwischen Start und Landen)
- Die Überflughöhe über Grund (Angst und andere psychologische Faktoren)
- Erholungsphasen (dieser Parameter hängt direkt mit der Häufigkeit von Einzelschallereignissen zusammen)

### **4.4 Besonders schutzwürdige Gruppen**

Die im folgenden aufgeführten Werte gelten im Prinzip für durchschnittlich sensible Erwachsene. Für besonders empfindliche Gruppen, vor allem Kinder und Kranke, sind niedrigere Werte anzusetzen. Als Differenz werden Werte von 5 und 10 dB(A) genannt.

Diese stärkere Empfindlichkeit sollte dergestalt berücksichtigt werden, dass für lärm-sensible Einrichtungen (Kindertagesstätten, Schulen, Krankenhäuser) verstärkte Schallschutzbemühungen unternommen werden.

### **4.5 Beurteilungsverfahren**

Da am Frankfurter Flughafen auf Grund der wechselnden Wetterlagen auch wechselnde Betriebsrichtungen stattfinden, gibt es bei der Angabe von gemittelten Werten das Problem, zu entscheiden, wie diese unterschiedlichen Betriebsrichtungen in einen differenzierten Wert eingehen. Hier gibt es zunächst zwei verschiedene Ansätze:

1. Mittelung über die Betriebsrichtungen;
2. separate Berücksichtigung beider Betriebszustände.

Zur Berücksichtigung im einzelnen siehe die Absätze 4.6 und 4.8.

## 4.6 Maximalpegel für die Nacht

Die angehörten Experten sind sich einig, dass ein Maximalpegel von 52 bzw. 53 dB(a) am Ohr der schlafenden Person (Innenraum) in der Nacht nicht häufiger als einmal pro Stunde überschritten werden sollte. Die Experten nennen eine Bandbreite von sechs mal pro Nacht bis 11 mal pro Nacht<sup>3</sup>. Parallel dazu wird eine Begrenzung auf einen äquivalenten Dauerschallpegel von 32 dB(a) (Innenraum) für den Nachtzeitraum als sinnvoll angesehen<sup>4</sup>.

Für die Berechnung sind folgende Angaben wichtig:

- Für den Schutz der Nachtruhe werden beide Betriebszustände separat berücksichtigt.
- Die Parameter „Häufigkeit der Überschreitung des Maximalpegels“ und „Maximaler Dauerschallpegel“ ( $L_{eq}$ ) sollten beide berücksichtigt werden, sie ergänzen sich.

Die Konsequenz einer derartigen Festsetzung zum Schutz der Nachtruhe sollte sein, dass für Bauvorhaben innerhalb der jeweils weitergehenden Isophone ( $L_{eq}$  bzw.  $L_{max}$ ) seitens Bauträger und Architekten verstärkt passiver Schallschutz realisiert wird. Für einen engeren Bereich, der auch durch differenziertere Isophonen darstellbar wäre, sieht die Mediationsgruppe Handlungsbedarf im Bereich aktiven und passiven Schallschutzes durch die Verursacher. Mit dieser Differenzierung soll erreicht werden, dass für stärker belastete Gebiete stärkere Schutzanstrengungen unternommen werden.

## 4.7 Dämpfungswirkung gekippter Fenster

Um von den am Ohr des Schläfers zugelassenen Pegeln hin zu im Außenbereich zulässigen Werten zu kommen, sind Angaben über die Dämpfungswirkung von Fenstern erforderlich. Sinnvoller Weise werden gekippte Fenster unterstellt, deren Dämpfungswirkung etwa bei 15 dB(A) liegen (Schwankungsbreite zwischen 6 und 22 dB(A))<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Während der erste Wert auf dem Hearing genannt wurde, ergibt sich der zweite Wert aus den Forschungsarbeiten von Frau Prof. Griefahn

<sup>4</sup> Vergleiche dazu die im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens einschlägigen und in den Ländern teils eingeführten Regelwerke (DIN 4109, VDI 2719) für Schlafräume, die einen Innenraumpegel von 30 dB(A) als Baustandard nennen.

<sup>5</sup> In den Niederlanden geht man von einem maximalen äquivalenten Dauerschallpegel in der Nacht von 26 dB(A) aus und von 22 dB(A) Dämpfungswirkung eines gekippten Fensters. Damit kommt man zu praktisch dem gleichen Wert (48 dB(A)), wie zu den 32 hier vorgeschlagenen dB(A) als maximale Nachtdosis plus 15 dB(A) als dämpfungswirkendes Fensters (47dB(A))

Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Schalldämmung eines gekippten Fensters von Parametern wie: Größe des Fensters, Größe des Spaltes, regionale Besonderheiten abhängt.

#### 4.8 Maximalpegel für den Tag:

Hier zeigte sich zumindest auf den ersten Blick kein vergleichbarer Konsens wie für die Nacht. Der Grund: es gibt unterschiedliche Werte, die jeweils unterschiedliche Berechnungsgrundlagen haben (Innen/Außen, unterschiedliche Berechnungsmethoden des  $L_{eq}$ , unterschiedliche Schutzkategorien). Konsens war, dass für die Schutzwirkung drei verschiedenen Kategorien anzugeben sind

- (Erhebliche) Belästigung
- Mittelbare Gesundheitsgefährdungen aufgrund vegetativ-hormoneller Beeinträchtigungen
- Akute Gesundheitsgefährdungen (z.B. Gehörschädigung; spielt in der Umgebung des Flughafens in der Regel keine Rolle)

Die folgende Tabelle hat zum Ziel, die beim Hearing am 5.10.99 von zwei Experten genannten Werte einander zuzuordnen.

Tag-Werte	Belästigung	Vegetative Beeinträchtigung	Gehörschädigung
MASCHKE			
L <sub>max</sub> außen	<b>82</b>	<b>94</b>	<b>103</b>
Leq <sup>6</sup> außen	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>69</b>
SPRENG			
L <sub>max</sub> , innen	<b>60</b> (psycho-physische Unbehaglichkeitsschwelle) <b>63</b> (vegetative Beeinträchtigungsschwelle des wachen Menschen)	<b>80</b> (psycho-physische Unannehmbarkeitsschwelle)	
Leq, 24h, außen	<b>50</b> (10% wesentlich Kommunikationsgestörte)	<b>68</b> (Grenzwert für kommunikative Nutzungen)	
Leq, 16h, außen	<b>50</b> (10 % wesentlich gestörte bei Rekreation)	<b>65</b> (50 % stark bzw. wesentlich gestörte)	

<sup>6</sup> Äquivalenzparameter 3, gilt ebenso bei allen folgenden Werten

Leq, 24h, innen		70 (50 % wesentlich Kommunikations-gestörte)	80/85 (Beginn der Gehörschädigungs-gefahr)
-----------------	--	--	--

Aus dem Hearing vom 5. Oktober 1999 ergeben sich aus Sicht der Mediationsgruppe die folgenden Hinweise für Pegelwerte.

- Als **Erhebliche Belästigungen** wird definiert, wenn sich mehr als ein Viertel der dem Lärm ausgesetzten Menschen stark bzw. wesentlich (erheblich) gestört fühlen in einem Bereich, dessen Definition durch einen  $L_{max}$  (außen und regelmäßig<sup>7</sup>) von 85 und einen maximalen  $L_{eq}$  (außen) von 57 bzw. 60-62 dB(A) für denkbar erachtet wird.
- **Mögliche Gesundheitsschäden:** Hierfür wird ein Bereich für denkbar erachtet, der durch einen  $L_{max}$  (außen und regelmäßig) von 94 und einen maximalen  $L_{eq}$  (außen) von 62 dB(A) definiert wird.

Was die Beurteilungsverfahren für diese Werte angeht, so besteht Dissens. Während die Vertreter von FAG und Lufthansa die Mittelung der Werte über die verschiedenen Betriebsrichtungen als sachgerecht ansehen, halten die Vertreter der übrigen Institutionen<sup>8</sup> die separate Berücksichtigung beider Betriebsrichtungen für geboten<sup>9</sup>.

Dabei ist zu beachten:

- Gemessene Fluglärmwerte entsprechen am ehesten den nach der im Entwurf befindlichen AzB (Anleitung zur Berechnung von Fluglärm) berechneten Werten. Die Rechnung mit der derzeit gültigen AzB führt zu Werten, die um ca. 2,5 dB(A) höher sind, als die nach der im Entwurf befindlichen AzB.
- Die Werte der Bandbreite sind letztlich wissenschaftlich nicht mehr detailliert begründbar. Hier betritt man den Bereich der politischen Kompromissfindung (siehe das Konsenspapier in den Unterlagen zu Ö2).

Aufgrund dieser Werte sind die folgenden Konsequenzen zu ziehen: Im Bereich der potentiellen Gesundheitsgefährdung gilt das für die Nachtruhe gesagte entsprechend: für Bauvorhaben innerhalb der Isophone sollten seitens Bauträger und Architekten verstärkt passiver Schallschutz realisiert werden. Für einen engeren Bereich, der sich durch differenziertere Isophonen ergibt, sieht die Mediationsgruppe Handlungsbedarf im Bereich aktiven und passiven Schallschutzes durch die Verursacher. Mit dieser Differenzierung soll erreicht werden, dass für stärker belastete Gebiete stärkere

<sup>7</sup> „Regelmäßig“ bedeutet, dass der  $L_{max}$  nicht nur als Einzelergebnis zu verstehen ist.

<sup>8</sup> Bei der Sitzung des AK am 22. November 1999 war dies der Fall.

<sup>9</sup> Das Pro und Contra der verschiedenen Sichtweisen hängt mit der Häufigkeit der einzelnen Betriebszustände zusammen. Während auf der einen Seite befürchtet wird, seltene Betriebszustände würden überbewertet, trägt die andere Seite Sorge, dass relevante Zeiträume, in denen Belästigungen stattfinden, nicht einbezogen werden. De facto besteht am Frankfurter Flughafen die seltenere Wetterlage an durchschnittlich 100 Tagen im Jahr.

Schutzanstrengungen unternommen werden.

Was den darüber hinaus gehenden Bereich der erheblichen Belästigung angeht, so sind hier Siedlungsbeschränkungen erforderlich<sup>10</sup>.

#### **4.9 Über die Tag/Nachtunterscheidung hinausgehende Differenzierung**

Zusätzlich zur Unterscheidung in Tagzeit und Nachtzeit sollte eine dritte Kategorie, die Tagesrandzeit eingeführt werden. Diese betrifft die frühen Morgenstunden (6-8 Uhr) und die späten Nachmittags- und Abendstunden (18-22 Uhr)<sup>11</sup>.

Wichtig ist, dass diese unterschiedlichen Zeitbereiche nicht in Summe gemittelt werden, damit nicht empfindlichere Zeitbereiche durch weniger empfindliche Zeitbereiche ausgeglichen werden können. Es ist getrennt zu mitteln über diese Zeitbereiche.

#### **4.10 Vergleichbarkeit von Fluglärm mit anderem Verkehrslärm**

Dem Fluglärm ist gegenüber anderen Lärmarten (Schiene, Straße) kein Bonus zuzuordnen. Stattdessen ist – im direkten Vergleich - ein Malus anzusetzen, da der Fluglärm stark intermittierend ist und daher besonders disregulierend wirkt und zudem die Dynamik von Fluglärm sehr unangenehm ist. Es werden Werte für den anzusetzenden Malus von 5 dB(A) (Niederlande) und 10 dB(A) (von einem der anwesenden Experten) genannt<sup>12</sup>.

#### **4.11 Überflughöhe**

Neben dem Fluglärm kommt im Bereich von Landungen und Starts der Überflughöhe zentrale Bedeutung hinsichtlich der Belastung der Anwohner zu. Ab welcher Überflughöhe unzumutbare Angst- und Stressreaktionen ausgelöst werden, lässt sich nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse nicht entscheiden. Hier besteht dringender Forschungsbedarf.

Eine Annäherung an die kritischen Überflughöhen ist über den Maximalpegel am Tage möglich: legte man einen Wert von 94 dB(A) fest, so ergäbe dies, je nach Flugzeugtyp (z.B. bei einer B747) im Landebetrieb eine Höhe von ungefähr 100 Metern über Grund.

---

<sup>10</sup> Auch hinsichtlich der Siedlungsbeschränkungen erscheinen differenziertere Betrachtungen angemessen – hierzu besteht Diskussionsbedarf

<sup>11</sup> Darüberhinaus gibt es den Vorschlag eines Experten, noch eine gesonderte Zeit, nämlich die Mittagszeit zwischen 12.30 und 13.30 Uhr, als besonders schutzwürdig zu bezeichnen.

<sup>12</sup> Der Vertreter der FAG weist darauf hin, dass ein – nicht beim Hearing anwesender – Schweizer Experte von einem Bonus für Fluglärm ausgeht.

#### **4.12 Bündelung oder Streuung von Flugrouten**

Die Mediationsgruppe ist sich nach Anhörung von Experten einig, dass eine breite Streuung von Flugrouten zu einer Erhöhung der Anzahl belastigter Menschen führen würde. Auf der anderen Seite dürfen Flugrouten nur in dem Maße gebündelt werden, dass darunter wohnenden Menschen nicht einer unzumutbaren Belastung ausgesetzt sind (siehe dazu 4.6 und 4.8).

### **5. Zentrale Ergebnisse**

Die Mediationsgruppe ist – auf der Basis der gehörten Experteneinschätzungen – der Meinung, dass dem Schutz der Nachtruhe die höchste Priorität zukommt. Für die Nacht sind sowohl der äquivalente Dauerschallpegel als auch die Maximalpegel zu begrenzen.

Dazu erscheint die (direkte) Überflughöhe als wichtige Kenngröße, die seitens der Wissenschaft aber noch unzureichend behandelt ist.

Für die Beurteilung von Fluglärmwirkungen ist wichtig, dass es im Kernbereich der An- und Abflugrouten (der differenzierten Isophonen) auf lange Sicht zu Gesundheitsschäden kommen kann. Dies gilt es zu verhindern. Hier sind als mögliche Maßnahmen der aktive und der passive Schallschutz zu nennen. Ein deutlich größerer Bereich zeichnet sich dadurch aus, dass es hier zu Belästigungen der Menschen kommt. Die durch erhebliche Belästigungen entstehenden Konflikte gilt es durch eine entsprechende koordinierte Entwicklung von Flughafen und Siedlung zu minimieren.