

# Synopse

**Im Auftrag der Fraport AG  
Flughafen Frankfurt / Main AG  
Flughafen, D-60547 Frankfurt am Main**

Univ.-Prof. Dr. med. Barbara Griefahn  
Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund  
Ardeystr. 67  
D-44139 Dortmund

Univ.-Prof. Dr. med. Dr. phil. Gerd Jansen  
Veilchenweg 1a  
D-42579 Heiligenhaus

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Scheuch  
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin  
TU Dresden, Universitätsklinikum  
Fetscherstr. 74  
01307 Dresden

Univ.-Prof. Dr., physiol. habil. Manfred Spreng  
Institut für Physiologie und experimentelle Pathophysiologie  
Universität Erlangen  
Universitätsstr. 17  
D-91054 Erlangen

## 1 Vorbemerkungen zur Einordnung der Bewertungsgrenzen

- Die hier im Auftrag der Fraport AG Frankfurt im Jahre 2001 erarbeiteten Vorschläge zur Bewertung von Fluglärm / Fluglärmwirkungen basieren auf der Aufbereitung der wissenschaftlichen Erkenntnisse, unter Nutzung
  - der über alle relevanten bibliografischen Systeme zugänglichen Literatur in deutscher und englischer, gelegentlich auch französischer und schwedischer Sprache,
  - unveröffentlichter interner Forschungsberichte (z. B. der NASA, UBA)
  - und der eigenen wissenschaftlichen Erkenntnisse und Erfahrungen der Gutachter Griefahn, Scheuch / Jansen und Spreng.
  
- Die Bewertungsgrenzen beschränken sich auf den mit dem Flugbetrieb verbundenen Lärm. Die Berücksichtigung weiterer Lärmquellen (Straße, Schiene) bedarf einer grundsätzlichen Diskussion und muss in einem nachfolgenden Schritt erfolgen.
  
- Die Autoren betrachten in ihren Gutachten sowie bei den Vorschlägen für Bewertungsgrenzen gegen negative Lärmwirkungen die biopsychosoziale Komplexität des Menschen. Für die Begründung von Einwirkungsgrenzen werden somatische (körperliche), psychische und soziale Prozesse berücksichtigt. Gesundheit wird als ein aktiver Vorgang verstanden, der nicht nur das Freisein von Krankheit beinhaltet, sondern auch die Fähigkeit zur aktiven Anforderungsbewältigung und die Möglichkeit zur Erreichung von Wohlbefinden beschreibt. Eine Trennung von medizinischen und psychologischen Aspekten in der Betrachtung von Fluglärmwirkungen entspricht nicht dem Erkenntnisstand der Belastungsforschung.
  
- Die Aufgabenstellung für die lärmmedizinischen Gutachten bestand in der Aufarbeitung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes mit der Darstellung der wissenschaftlichen Sicherheit und der Bandbreite wissenschaftlicher Erkenntnisse als eine Grundlage für die Festlegung von Bewertungsgrenzen. Dies dient auch der Vermeidung von durch Grenzwertdiskussionen ausgelösten artefiziellen Risiken als auch dem Hinweis auf anzustrebende Präventiv- und Schwellenwerte. Interessensabgleiche, z. B. auch Risikovergleiche, ökonomische und politische Handlungsabwägungen sind nicht Gegenstand dieser Gutachten. Deshalb haben diese Bewertungsgrenzen einen anderen Charakter als die im Mediationsverfahren am Flughafen Frankfurt diskutierten Werte.

## 2 Beurteilungs- und Berechnungsgrundlagen

- Grundlage der Bewertungsgrenzen ist der energieäquivalente Dauerschallpegel  $L_{eq,3}$  und der Maximalpegel  $L_{max}$  (Einzelereignis). In der Lärmwirkungsforschung wurden in den letzten 50 Jahren unterschiedliche Berechnungsgrößen und Verfahren vorgeschlagen. Obwohl es auch hinsichtlich der Wirkung unterschiedliche, durchaus diskussionswürdige Alternativen gibt, schlagen wir beim derzeitigen Stand die oben genannte Pegelgrundlage vor, die neben der q3-Berechnung die A-Bewertung, die Zeitbewertung 'Slow' und die Berechnung entsprechend der Anleitung zur Berechnung von Fluglärm (AzB) von 1999 beinhaltet.

Die Begründung dafür ist, dass auf der Grundlage dieser Beurteilungs- und Berechnungswerte die umfangreichsten wissenschaftlichen Untersuchungen zur Wirkung vorliegen, diese international und national am weitesten verbreitet sind, die Vergleichbarkeit mit anderen Vorschriften weitgehend gewährleistet ist, sie bekannt und gewohnt im Umgang sind und sich weitgehend bewährt haben sowie auch relativ überschaubare Berechnungsverfahren beinhalten. Mit neuen Berechnungen und Beurteilungskriterien könnte gegenwärtig eine zusätzliche Unsicherheit entstehen.

- An Stelle einer 100:100-Berechnung der verschiedenen Flugrichtungen schlagen wir vor, aus den Flugbewegungen der letzten Jahre in der jeweiligen Flugrichtung den Mittelwert zu berechnen und die positive Standardabweichung hinzuzuzählen wird. Mit diesem Verfahren sollte die Lärmbelastung berechnet werden.
- Wir schlagen keine 24-Stunden-Berechnung - wie im Deutschen Fluglärmgesetz vorgeschrieben - vor, sondern wählen eine Unterscheidung zwischen Tag (6-22 Uhr) und Nacht (22-6 Uhr). Ein 24-Stundenwert auch unter Berücksichtigung von Malusregelungen zu bestimmten Zeiten beinhaltet zu viel Unsicherheiten in der Wirkungsbeurteilung, zu großen Spielraum in der Flugbewegungsgestaltung, wodurch ungünstige Wirkungen entstehen können. Eine Unterteilung in Zeitspannen am Tag halten wir nicht für notwendig, da die wissenschaftliche Untersezung nicht vorhanden ist, die Variabilität individueller Verhaltens- und Reaktionsweisen viel größer ist als die biorhythmologischen Variabilitäten und schließlich zusätzliche Gefährdungen durch Verlagerungen des Flugverkehrs erzeugt werden. Die Diskussion zur gesonderten Behandlung der Tagesrandzeiten bleibt offen. Eine Unterteilung der Nacht sehen wir unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen (Vermeidung von kritischen Schallpegeln in den Wohngebieten, internationaler Flugverkehr) als sinnvoll an.

### 3 Eckwerte

- Grundsätzlich gehen wir von dem Minimierungsauftrag umweltbedingter Lärmeinflüsse aus. Dies bedeutet, dass die vorgeschlagenen Bewertungsgrenzen Vorschlagscharakter besitzen und wissenschaftlich ständig hinterfragt werden müssen.
- Der Begriff Grenzwert wird vermieden, da er Gesetzes- und Verordnungsvorschriften vorbehalten bleiben sollte.
- Wir gehen von einer Hierarchie der *Begrenzungswerte* aus:

- **Kritischer Toleranzwert:**

Gesundheitsgefährdungen und / oder -beeinträchtigungen sind nicht mehr auszuschließen.

Die wissenschaftliche Begründung der Lärmwirkung ist vorhanden, oder besteht ein ausreichender, wissenschaftlich begründeter Verdacht. Diese Toleranzwerte sind zu unterschreiten. Ihre Überschreitungen zwingen zu Maßnahmen der Lärminderung.

- **Präventiver Richtwert:**

Es handelt sich um einen Vorsorgewert, bei dessen Einhaltung Gesundheitsgefährdungen weitgehend ausgeschlossen sind. Beeinträchtigungen und Störungen können insbesondere bei sensiblen Gruppen auftreten.

Die wissenschaftliche Begründung ist plausibel.

Sie sollten grundsätzlich nicht überschritten werden. Bei Überschreitung besteht Handlungsbedarf.

Unter dem Minimierungsgebot sollten **Schwellenwerte** langfristig angestrebt werden.

Schallimmissionen im Bereich des Schwellenwertes führen zu deutlichen physiologischen und psychologischen Veränderungen, die im jeweiligen Normbereich ablaufende Anpassungs- und Bewältigungsprozesse auslösen.

Die Veränderungen sind nachgewiesen, eine wissenschaftliche Prognose über Langzeiteffekte ist beim heutigen Wissensstand noch nicht möglich.

Ein unmittelbarer aktueller Handlungsbedarf für Flughäfen/Flugplätze ergibt sich aus diesen Werten nicht.

## 4 Begrenzungswerte und Eckwerte für Lärmimmissionen um Flughäfen

### Schutzziel: Vermeidung von Hörschäden

|                          | Maximalpegel                    | äquivalenter Dauerschallpegel                 |
|--------------------------|---------------------------------|---|
| Kritischer Toleranzwert: | $L_{\max} = 115 \text{ dB(A)}$  | $L_{\text{eq},24\text{h}} = 80 \text{ dB(A)}$ |
| Präventiver Richtwert:   | $L_{\max} = 95 \text{ dB(A)}^*$ | $L_{\text{eq},24\text{h}} = 75 \text{ dB(A)}$ |
| Schwellenwert:           | $L_{\max} = 90 \text{ dB(A)}^*$ | $L_{\text{eq},24\text{h}} = 70 \text{ dB(A)}$ |

\* unter Berücksichtigung der Anstiegssteilheit

Anmerkung: Hörschäden sind durch zivilen Flugverkehr bedingten Umweltlärm nicht zu erwarten. Sie sind möglicherweise zu beachten, wenn die notwendigen Erholungszeiten für das Gehör nicht eingehalten werden können.

### Schutzziel: Gesundheitsschäden / Krankheiten (außer Hörorgan) Tagwerte: 6 – 22 Uhr (außen)

|                          | äquivalenter Dauerschallpegel                 | Maximalpegel   |
|--------------------------|---|--|
| Kritischer Toleranzwert: | $L_{\text{eq},16\text{h}} = 70 \text{ dB(A)}$ | $L_{\max,16\text{h}} = 19 \times 99 \text{ dB(A)}^*$ |
| Präventiver Richtwert:   | $L_{\text{eq},16\text{h}} = 65 \text{ dB(A)}$ | $L_{\max,16\text{h}} = 25 \times 90 \text{ dB(A)}$   |
| Schwellenwert:           | -   | -  |

\* Dieser Pegelhäufigkeitswert darf nicht überschritten werden

Anmerkung: Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse zur Schädigungsgrenze bei Umweltlärm am Tag liegen noch nicht ausreichend vor. Eine gemeinsame Betrachtung mit dem Nachtbegrenzungswert ist beim gegenwärtigen Wissensstand nicht möglich. Es sollte eine Tag-Nacht-Trennung vorgenommen werden.

Schwellenwerte werden nicht angegeben, da die wissenschaftliche Grundlage derzeit zu gering ist und Spekulationen Unsicherheiten bei den Betroffenen erzeugen können.

### Schutzziel: Erhebliche Belästigung (außen\*)

äquivalenter Dauerschallpegel

Kritischer Toleranzwert:  $L_{eq,16h} = 65 \text{ dB(A)}$

Präventiver Richtwert:  $L_{eq,16h} = 62 \text{ dB(A)}$

Schwellenwert:  $L_{eq,16h} = 55 \text{ dB(A)}$

\* Siehe Hinweis in Kapitel 5, vorletzter Satz

Anmerkung: Maximalwerte werden nicht vorgeschlagen, da ihre Belästigungswirkung erheblich von der Situation und von individuellen Faktoren abhängt und wissenschaftliche Erkenntnisse in Bezug auf den äquivalenten Dauerschallpegel vorliegen.

### Schutzziel: Kommunikation

äquivalenter Dauerschallpegel

|                          | <i>Innen</i>                    | <i>Außen*</i>                   |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Kritischer Toleranzwert: | $L_{eq,16h} = 45 \text{ dB(A)}$ | $L_{eq,16h} = 62 \text{ dB(A)}$ |
| Präventiver Richtwert:   | $L_{eq,16h} = 40 \text{ dB(A)}$ | $L_{eq,16h} = 59 \text{ dB(A)}$ |
| Schwellenwert:           | $L_{eq,16h} = 35 \text{ dB(A)}$ | $L_{eq,16h} = 56 \text{ dB(A)}$ |

\* Siehe Hinweis in Kapitel 5, vorletzter Satz

Anmerkung: Der Unterschied zwischen den Werten Innen und Außen resultiert aus der Möglichkeit zur aktiven Beeinflussbarkeit der Situation im Innenraum und der Zumutbarkeit einer *befriedigenden bis ausreichenden* Kommunikationsgüte *in Außenbereichen* im Gegensatz zu einer *gut bis sehr guten* *in Innenbereichen*. Maximalwerte werden nicht angegeben, da auch hier situative und individuelle Einflussfaktoren entscheidend sind. Andere Zeitbezüge für den äquivalenten Dauerschallpegel sind in besonders gelagerten Einzelsituationen mit erheblich schwankenden Geräuschimmissionen erforderlich.

## Schutzziel: Erholung / Rekreation (außen\*)

äquivalenter Dauerschallpegel

Kritischer Toleranzwert:  $L_{eq,16h} = 64 \text{ dB(A)}$

Präventiver Richtwert:  $L_{eq,16h} = 57 \text{ dB(A)}$

Schwellenwert:  $L_{eq,16h} = 50 \text{ dB(A)}$

\* Siehe Hinweis in Kapitel 5, vorletzter Satz

Anmerkung: Erholung / Rekreation ist auf die Nutzung der Außenanlagen einschließlich von Gärten gerichtet. Bei letzteren sowie bei Campingplätzen ist zu berücksichtigen, dass sie nicht ganzjährig bzw. über einen längeren Zeitraum genutzt werden.

## Schutzziel: Schlaf (innen)

Vorbemerkung

Grundsätzlich halten die Sachverständigen die Vermeidung von Lärmbelastungen während der Nacht, von 22 bis 6 Uhr für die optimale Lösung. Sollte dies unter dem Aspekt des international vernetzten Flugverkehrs und anderer Gründe nicht gewährleistet werden können, schlagen wir eine Konzentration des Flugverkehrs auf den weniger empfindlichen ersten Teil der Nacht vor.

### Konzentration des Flugverkehrs auf den ersten Teil der Nacht

22 – 1 Uhr: zwei Drittel bis drei Viertel aller Bewegungen

1 - 6 Uhr: ein Viertel bis ein Drittel aller Bewegungen

Maßgeblich für die Ausweisung von Schutzgebieten sind die folgenden Maximalpegelkriterien (innen):

#### Maximalpegel

Kritischer Toleranzwert:  $L_{max,22-6h} = 6 \times 60 \text{ dB(A)}^*$

Präventiver Richtwert:  $L_{max,22-1h} = 8 \times 56 \text{ dB(A)}$   
 $L_{max,1-6h} = 5 \times 53 \text{ dB(A)}$

Schwellenwert:  $L_{max,22-6h} = 23 \times 40 \text{ dB(A)}$

\* Dieser Pegelhäufigkeitswert darf nicht überschritten werden

Innerhalb der Maximalpegelkonturen sind für die Dimensionierung von Maßnahmen zum Schutz vor Schallbelastung zusätzlich die nachfolgend aufgeführten äquivalenten Dauerschallpegel (innen) heranzuziehen.

|                          | äquivalenter<br>Dauerschallpegel                                      |
|--------------------------|---|
| Kritischer Toleranzwert: | $L_{eq,22-6h} = 40 \text{ dB(A)}$                                     |
| Präventiver Richtwert:   | $L_{eq,22-1h} = 35 \text{ dB(A)}$<br>$L_{eq,1-6h} = 32 \text{ dB(A)}$ |
| Schwellenwert:           | $L_{eq,22-6h} = 30 \text{ dB(A)}$                                     |

Als mögliche Alternative für den Fall, dass eine Zweiteilung der Nacht nicht realisiert werden kann, kommt als Alternative infrage die

### **Ungewichtete Verteilung des Flugverkehrs über die gesamte Nacht**

Hinsichtlich der Anwendung der aufgeführten Maximalpegel und äquivalenten Dauerschallpegel gilt das zuvor Gesagte.

|                          | <b>Maximalpegel</b>                           |
|--------------------------|---|
| Kritischer Toleranzwert: | $L_{max,22-6h} = 6 \times 60 \text{ dB(A)}^*$ |
| Präventiver Richtwert:   | $L_{max,22-6h} = 13 \times 53 \text{ dB(A)}$  |
| Schwellenwert:           | $L_{max,22-6h} = 23 \times 40 \text{ dB(A)}$  |

\* Dieser Pegelhäufigkeitswert darf nicht überschritten werden

|                          | äquivalenter<br>Dauerschallpegel    |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Kritischer Toleranzwert: | $L_{eq,22-6h} = 40 \text{ dB(A)}^*$ |
| Präventiver Richtwert:   | $L_{eq,22-6h} = 35 \text{ dB(A)}$   |
| Schwellenwert:           | $L_{eq,22-6h} = 30 \text{ dB(A)}$   |

## Schutzziel: Besonders schutzbedürftige Bereiche

Hier gelten nach unserer Auffassung nur die Präventiven Richtwerte und keine kritischen Toleranzwerte. Die Besonderheiten des intermittierenden Flugverkehrs sind gegenüber anderen Verkehrslärmvorschriften zu berücksichtigen.

**Kindergärten:**  $L_{eq} = 36 \text{ dB(A)}$  (innen)

Der Innenpegel gilt für die mittägliche Ruhezeit, Außenpegel werden nicht angegeben, sie werden durch die anderen Schutzziele abgedeckt.

**Schulen:**  $L_{eq} = 40 \text{ dB(A)}$  (innen)

Außenpegel werden nicht angegeben, sie werden durch die anderen Schutzziele abgedeckt.

**Krankenhäuser:** Tags:  $L_{eq} = 36 \text{ dB(A)}$        $L_{max} = 45 \text{ dB(A)}$

Nachts:  $L_{eq} = 30 \text{ dB(A)}$        $L_{max} = 40 \text{ dB(A)}$

Für Krankenhäuser gelten Innenraumpegel.

**Altenheime:** Tags:  $L_{eq} = 36 \text{ dB(A)}$        $L_{max} = 51 \text{ dB(A)}$

Nachts:  $L_{eq} = 32 \text{ dB(A)}$        $L_{max} = 45 \text{ dB(A)}$

Für Altenheime gelten Innenraumpegel.

## 5 Begrenzungswerte zur Berechnung von Isokonturen und Einzelpunktberechnungen

Die Berechnungen erfolgen für den Außenbereich entsprechend der in der luftrechtlichen Praxis einschlägigen Verfahren. Für den Innenraum sind 15 dB(A) als Dämmwert für ein gekipptes Fenster abzuziehen, wobei für das Schutzziel 'Schlaf' die Innenangaben für den Pegel am Ohr des Schläfers gelten. Grundsätzlich haben Maßnahmen auf der Basis präventiver Richtwerte zu erfolgen.

Schwellenwerte sind nicht zu berechnen. Zur Bewertung des Risikoausmaßes sollten zum Vergleich auch Isokonturen für die kritischen Toleranzwerte berechnet werden.

|                              | Präventive Richtwerte  | Kritische Toleranzwerte   |
|------------------------------|--|---|
| <b>Tags:</b><br>(6-22 Uhr)   | $L_{eq} = 62 \text{ dB(A)}$<br>$L_{max} = 25 \times 90 \text{ dB(A)}$  | $L_{eq} = 65 \text{ dB(A)}$<br>$L_{max} = 19 \times 99 \text{ dB(A)}$ |
| <b>Nachts:</b><br>(22-6 Uhr) | $L_{max,22-1h} = 8 \times 71 \text{ dB(A)}$<br>$L_{max,22-6h} = 5 \times 68 \text{ dB(A)}$<br>$L_{max,22-6h} = 13 \times 68 \text{ dB(A)}$ | $L_{max} = 6 \times 75 \text{ dB(A)}$                                 |

Der aus dem Schutzziel 'erhebliche Belästigung' abgeleitete präventive Richtwert ( $L_{eq} = 62 \text{ dB(A)}$ ) deckt als zentraler Beurteilungswert aus medizinisch-psychologischer Sicht neben den Gesundheitsbeeinträchtigungen auch die kritischen Toleranzwerte für Kommunikation (außen) und Rekreation ab.

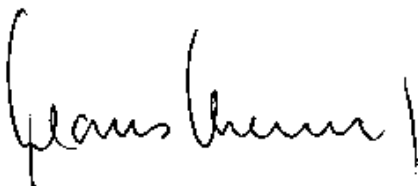
Besonders schutzbedürftige Bereiche sind im Einzelfall als Einzelpunktberechnungen durchzuführen.



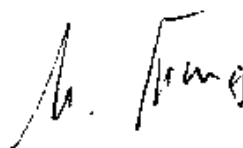
Univ.-Prof. Dr. med. Barbara Griefahn



Univ.-Prof. Dr. med. Dr. phil. Gerd Jansen



Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Scheuch



Univ.-Prof. Dr., physiol. habil. Manfred Spreng