

diese datei entstand durch scannen einer papierkopie  
fehl-erkanntes ist daher technisch bedingt und nicht der originalarbeit anzulasten

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Scheuch  
Amselgrund 60 01728 Bannewitz Tel.:  
(0351) 4 01 43 26

## **LÄRMMEDIZINISCHE STELLUNGNAHME**

*im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens*  
*für den Ausbau des*  
**Verkehrsflughafens Berlin-Schönefeld**

Auftraggeber: Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des  
Landes Brandenburg, Referat 1/44 Henning-von-Tresckow-  
Straße 2-8 14467 Potsdam

*Umfang des Gutachtens: 153 Seiten*

*Datum: 05.07.2004*

Univ.-Prof. Dr. med. K. Scheuch  
Arzt für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin,  
Umweltmedizin

Mit Schreiben vom 30.01.2004 wurde durch das Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr an mich der Auftrag zur gutachterlichen Unterstützung - lärmmedizinischen Prüfung - im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zum Ausbau des Flughafens Berlin-Schönefeld erteilt. Die in der Planfeststellung beantragten Flughafenplanungen im Hinblick auf die Lärmauswirkungen sollen geprüft, bewertet und dokumentiert werden. Im Rahmen des Antrags auf Planfeststellung für den Ausbau des Flughafens Berlin-Schönefeld wurden umfangreiche Stellungnahmen und Einwendungen abgegeben. Zu diesen erfolgten durch den Vorhabensträger entsprechende Argumentationen. Argumente und Gegenargumente des Antragstellers und Ergebnisse des Erörterungstermins sind unter Einbeziehung der Antragsunterlagen, der eigenen fachlichen Kenntnisse des Gutachters sowie der aktuellen Erkenntnisse der Wissenschaft zu prüfen und zu bewerten.

Seitens des Auftraggebers wurde eine Gliederung mitgeliefert, die als Grundlage für die Argumentation des Unterzeichnenden dient. Entsprechende Hinweise auf die Nummerierungen von Einwendungen/Stellungnahmen und (Gegen-)Argumenten erfolgen an Hand der Nummerierung der Datenbank des Ministeriums. Sollten zu dieser Gliederung keine Einwendungen in der Datenbank vorhanden oder nicht lärmmedizinisch relevant sein, erfolgen auch keine Argumentationen. Die Übernahme von Zitaten der Einwender/Stellungnahmen wird kursiv, Argumentationen des Vorhabensträgers im Fettdruck dargestellt.

Ausschlaggebend für den Unterzeichnenden sind die entsprechenden Bewertungen der Stellungnahmen des Vorhabensträgers. Wenn keine zusätzlichen oder anderen Argumentationen notwendig und möglich sind, dann wird dies auch entsprechend kurz in dieser Stellungnahme abgehandelt.

Die Stellungnahmen seitens des Autors werden als solche kenntlich gemacht. Sie sind im Standardformat gedruckt.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Inhaltsverzeichnis.....	003
Tabellenverzeichnis.....	005
Abbildungsverzeichnis.....	005
Abkürzungsverzeichnis.....	006
0. Vorbemerkungen und grundsätzliches Herangehen .....	007
1. Lärm Datenbank Nr. NSWV:	
1.1 Fluglärm Datenbank Nr. NSWV	
1.1.1 Lärmwirkungen Datenbank Nr. NSWV	
1.1.1.1 Physische Lärmwirkungen.....	011
1.1.1.1.1 Lärmschwerhörigkeit.....	011
1.1.1.1.2 Schlafstörungen.....	013
1.1.1.1.3 Mögliche pathophysiologische und pathologische Reaktionen <b>(Überschrift geändert).....</b>	<b>031</b>
1.1.1.1.3.1 Bluthochdruck, Herz-Kreislaufkrankungen und andere <b>Erkrankungen (Überschrift geändert).....</b>	<b>031</b>
1.1.1.1.3.2 Cortisolausschüttung.....	047
1.1.1.2 Psychische Lärmwirkungen (Überschrift geändert).....	054
1.1.1.2.1 Belästigung.....	054
1.1.1.2.2 Leistungsminderung.....	069
1.1.1.3 Soziale Lärmwirkungen.....	071
1.1.1.3.1 Kommunikationsbeeinträchtigungen.....	071
1.1.1.3.2 Beeinträchtigung der Erholungsfunktion .....	079
1.1.1.3.3 Beeinträchtigung der Berufsausübung .....	089
1.1.1.3.4 Beeinträchtigung der Nutzung von Außenbereichen .....	097
1.1.1.3.5 Beeinträchtigungen bei der Nutzung besonderer Einrichtungen	097
1.1.1.4 Besondere Personengruppen.....	102
1.1.1.4.1 Kranke.....	103
1.1.1.4.2 Kinder.....	106

1.1.1.4.3	Alte Menschen und lärmsensible Personen <b>(Überschrift geändert).....</b>	<b>115</b>
1.1.1.5	Empfindliche Einrichtungen .....	119
1.1.1.6	Neueste Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung .....	119
1.1.2	Lärberechnung und-ermittlung .....	120
1.1.2.1	Methodik.....	120
1.1.2.1.1	Äquivalenter Dauerschallpegel nach Fluglärmgesetz .....	120
1.1.2.1.2	Berechnungsverfahren nach AzB DLR .....	120
1.1.2.1.3	Berechnungsverfahren des Rollverkehrs .....	122
1.1.2.1.4	Taglärm / Nachtlärm <b>(Gliederung geändert).....</b>	<b>122</b>
1.1.2.1.4.1	Kritischer Toleranzwert, Präventiver Richtwert, Schwellenwert <b>(Überschrift geändert).....</b>	<b>122</b>
1.5	Gesamtlärm.....	133
	Literatur.....	143

## **Tabellenverzeichnis**

Tab.1: Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm - zusammengefasst aus einer Literaturübersicht von MASCHKE et al. 1997 (Scheuch 2004)

Tab. 2: Katecholamin- und Cortisolveränderungen bei Industrie- und Verkehrslärm in Labor- und Felduntersuchungen

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Klinisch-chemische und vegetative Veränderungen in Abhängigkeit von der Lärmbelastung (Leq 51-55 dB(A) im Vergleich zu 66-70 dB(A) in den Wohngebieten, zusammengefasst nach Babisch et al. (1993)

## Abkürzungsverzeichnis

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
AR	Attributables Risiko (epidemiologisches Maß)
ARAS	allgemeines Aktivierungssystem
BD	Blutdruck
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BMI	Body Mass Index (Körpergewicht)
CRH	Corticotropin Releasing Hormon
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EEG	Elektroencephalogramm (Hirnströme)
EOG	Elektrooculogramm (Augenbewegung)
EMG	Elektromyogramm (Muskelstrom)
EU	Europäische Union
FB	Flugbewegung
HHN	Hypophysen-Nebennierenrinden-System
HI	Herzinfarkt
IAK	Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsforschung beim Umweltbundesamt
IHK	Ischämische Herzkrankheit
IO	Immissionsort
KTW	Kritischer Toleranzwert
NNM	Nebennierenmark
NNR	Nebennierenrinde
OR	Odds ratio (epidemiologisches Maß)
PR	Prognoseszenario
PRW	Präventiver Richtwert
PVR	Prävalenzrate (epidemiologisches Maß)
RE	Referenzsszenario
REM	Rapid Eye Movement (schnelle Augenbewegungen)
SEL	Sound Exposure Level
SRU	Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
STH	Wachstumshormon
TTS	TemporaryThreshold Shift (zeitweilige Hörschwellenverschiebung)
VE	Vergleichsszenario
WHO	Weltgesundheitsorganisation

## 0. Vorbemerkungen und grundsätzliches Herangehen

### **Herangehen an Schutzziele**

Das MASGF legt die Grundlagen zur Bewertung der lärmmedizinischen Gutachten aus Sicht des Gesundheitsschutzes der von Fluglärm betroffenen Bevölkerung dar (4.10.025). Für die Ableitung der für den Gesundheitsschutz und die Gesundheitsvorsorge notwendigen Maßnahmen und Festlegungen wird vom Gesundheitsbegriff der WHO ausgegangen. Damit werden neben dem physischen auch das psychische und soziale Wohlbefinden berücksichtigt. Die 1989 beschlossene Europäische Charta „Umwelt und Gesundheit“, nach der jeder Mensch Anspruch auf eine Umwelt hat, die ein höchstmögliches Maß an Gesundheit und Wohlbefinden ermöglicht, ergänzt die WHO-Definition insofern, als hier die Erkenntnisse über die Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit der Menschen in die Diskussion eingebracht wurden. Das MASGF schreibt:

*Die Anwendung und Umsetzung des Vorsorgeprinzips ist auch Gegenstand der Mitteilung des Rates der Europäischen Union über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips vom 4. Februar 2000. Im Beschluss des Bundesrates vom 19. Mai 2000 zu dieser Mitteilung ... heißt es: „Der Bundesrat teilt die Ansicht der Kommission, dass bei unklarer Datenlage und begründetem Verdacht auf ein bestehendes Risiko nicht erst die Schließung der Datenlücken durch eingehendere, in der Regel langwierige, wissenschaftliche Untersuchungen abgewartet werden darf. Vielmehr soll auf der Grundlage einer vorläufigen Bewertung möglichen Risiken durch geeignete Vorsorgemaßnahmen begegnet werden. Zur Entscheidung über die Qualität, das Ausmaß und die rechtliche Verbindlichkeit der zu treffenden Vorsorgemaßnahmen sollen jedoch prinzipiell Hinweise über einen kausalen Zusammenhang zwischen der zu regelnden Größe (z. B. Schadstoffkonzentration in einem Umweltmedium) und der beobachteten oder vermuteten Wirkung vorliegen. Hierbei sind umso geringere Anforderungen an die wissenschaftliche Sicherheit dieser Hinweise zu stellen, je höher das Schutzgut (z. B. Gesundheit) und je bedeutender die Schädwirkung (z. B. Krebs, chronische und therapieresistente Erkrankungen) sind.“ Außerdem wird festgestellt, dass zur Umsetzung des Vorsorgeprinzips wirtschaftliche Erwä-*

*gungen gegenüber dem Gesundheitsschutz nur einen nachgeordneten Stellenwert einnehmen sollten...*

*Insbesondere in Anbetracht der jahrzehntelangen Nutzung eines Flughafens ist die Anwendung des Vorsorgeprinzips besonders notwendig.*

*Im Vordergrund stehen bei Fluglärm jedoch nicht die direkten physischen Wirkungen, sondern Störungen und Belästigungen, die nach § 3 BImSchG „schädliche Umweltwirkungen“ darstellen, wenn sie erheblich sind. Anhaltende erhebliche Störungen und Belästigungen beeinträchtigen das psychische Wohlbefinden und können zu gesundheitsgefährdendem Disstress führen.*

*Folglich sind die Anwohner des Flughafens sowohl vor direkten gesundheitlichen Gefährdungen als auch vor erheblichen Störungen und Belästigungen zu schützen (SVRU [10], Nr. 412).*

In der Antwort des Antragstellers heißt es u.a.:

**Der WHO - Gesundheitsbegriff ist im M 8 enthalten und dient als Ausgangspunkt der Ausführungen....**

**Wirtschaftliche Erwägungen haben, dem ist sicher zuzustimmen, gegenüber dem Gesundheitsschutz einen nachgeordneten Stellenwert. Es bleibt jedoch festzustellen, dass in den Gutachten M8/9 derartige prinzipielle Hinweise über kausale Zusammenhänge dargestellt sind und da, wo sie noch nicht durch Forschung und Praxis bewiesen worden sind, plausible Überlegungen zur Aufstellung von Kriterien geführt haben. Das Vorsorgeprinzip greift immer dann, wenn erhebliche Störungen, erhebliche Belästigungen oder Gesundheitsgefährdungen oder Erkrankungen durch Lärm zu erwarten sind. Zu diesen Fragen äußert sich der SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) ebenfalls, wenn er zutreffenderweise schreibt, " dass die Anwendung von Vorsorgezielwerten notwendig ist." Er bewertet in seinen Empfehlungen für Maßnahmen und für politische Handlungsziele den gegenwärtigen Stand der Forschung. Nach Abwägung aller, in den vorausgehenden, referierenden Abschnitten dargestellten Untersuchungsergebnisse fordert der SRU, (Umwelt und Gesundheit, Tz. 510, S. 208) kurzfristig die Einhaltung von  $L_m = 65 \text{ dB(A)}$  (nachts  $55 \text{ dB(A)}$ ) und mittelfristig einen Sanierungswert von  $L_m = 62 \text{ dB (A)}$  (nachts  $55 \text{ dB (A)}$ ). Er schreibt dann wörtlich weiter: "Ob eine**

**weitere Absenkung auf  $L_m = 55$  dB (A) (nachts 45 dB (A)) in Betracht kommt, bedarf der näheren Prüfung, insbesondere im Hinblick auf die technischen Möglichkeiten und gesamtwirtschaftlichen Folgen."**

**Dieser Aussage schließt sich auch die FBS insoweit an, als sie den Präventionswert von 62 dB (A) als ein mittelfristig zu verfolgendes Ziel für Vorsorgemaßnahmen erachtet. Die Ausweisung von 62 dB(A) für den Beginn von Maßnahmen geht zurück auf die in M8/9 geforderten Vorsorgezielwerte.**

## **Stellungnahme**

Das grundsätzliche Herangehen an die Bewertung der lärmmedizinischen Gutachten ist zu unterstützen. Die WHO-Definition der Gesundheit als „vollkommenes physisches, psychisches und soziales Wohlbefinden und nicht nur als Abwesenheit von Krankheit" (1946) ist als politischer Rahmen für die Ableitung von konkreten Schutzziele anwendbar. Dies wird auch in dem entsprechenden Gutachten so formuliert. In der Antwort des Antragstellers wird auch das Vorsorgeprinzip akzeptiert. Dabei ist jedoch auch darauf zu verweisen, dass die Europäische Kommission am 02.02.2000 eine Mitteilung zur Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips veröffentlicht hat (bestätigt auch durch den Europäischen Rat bei seiner Tagung in Nizza, 07. bis 09.12.2000), dass sich das Vorsorgeprinzip nicht nur auf den Gesundheitsschutz, sondern auch auf die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze beziehen soll. Dabei soll vermieden werden, dass das Prinzip willkürlich als Vorwand für protektionistische Maßnahmen angewandt wird. Bei neuen Erkenntnissen sollen Maßnahmen entsprechend angewandt werden, und sie sollen mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse unter Einschluss sozioökonomischer Aspekte geprüft werden.

Die grundsätzliche Akzeptanz des Vorsorgeprinzips ist zu begrüßen. Es ist auch hervorzuheben, dass seitens des Antragstellers unterschiedliche Schutzziele formuliert werden, die auf der Grundlage der breiten Definition der WHO von Gesundheit schutzbedürftig und schutzwürdig sind. Dabei sind alle Schutzziele aufgenommen worden, die diesem Anliegen dienen.

Inwieweit dieses grundsätzliche Herangehen seitens des Antragstellers umgesetzt worden ist, wird bei den einzelnen Schutzziele diskutiert werden.

Das mir vorliegende Gutachten M 8: „Medizinisches Gutachten über die Auswirkungen des Fluglärms auf die Bevölkerung der Umgebung des Flughafens Schönefeld“ und das Gutachten M 9: „Medizinisches Gutachten über die Auswirkung der Flughafengeräusche auf die Bevölkerung“ von Prof. Dr. med. Dr. phil. Gerd Jansen, datieren vom 17.02.2000.

In diese Stellungnahme werden auch weitere Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung der letzten Jahre nach 2000 einbezogen.

Grundlage für meine Bewertungen und Empfehlungen ist das 2000 bis 2002 ausgearbeitete Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/ Flugplätzen durch die Autoren B. Griefahn, Dortmund; G. Jansen, Düsseldorf; K. Scheuch, Dresden; M Spreng, Erlangen (zukünftig Synopse genannt). Die entsprechenden Fluglärmkriterien wurden aus getrennten Aufarbeitungen der Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung abgeleitet und 2002 publiziert (GRIEFAHN et al. 2002). Auf das grundlegende Herangehen an ein solches Schutzkonzept wird in Kapitel 1.1.2.1.4 eingegangen.

Im Folgenden wird sich an die vorgegebene Gliederung durch das Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg gehalten. Es sei nochmals angeführt, dass Einwendungen kursiv, Antworten des Antragstellers fett gedruckt sind.

### 1.1.1.1. Physische Lärmwirkungen

#### 1.1.1.1.1. Lärmschwerhörigkeit

##### 4.10.1.132

*Die Angabe "Unterhalb von äquivalenten Dauerschallpegeln von 80 dB(A) werden keine Lärmschwerhörigkeiten mehr beobachtet." ist unrichtig und auch unpräzise. Ohne Angabe der täglichen und der langfristigen Einwirkungsdauer ist die Belastung nicht definiert. Im übrigen treten Schwerhörigkeiten bei genügend langer Exposition bereits ab  $L_{Aeq} = 75$  dB(A) auf. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU formuliert auf Seite 160 des Sondergutachtens vom 31.8.1999: "Für ständige (24-stündige) Lärmbelastung gelten 70 bis 75 dB(A) als Schwelle für Schwerhörigkeit."*

Weitere Einwendungen, die sich mit der Problematik Lärmschwerhörigkeit beschäftigen, sind in den Gliederungspunkten 4.10.1.- 0048/0068/0091 aufgeführt.

**Lärmschwerhörigkeit: Die Gehörvorsorge in Lärmbetrieben richtet sich nach der Definition der Lärmschwerhörigkeit. Eine beginnende Lärmschwerhörigkeit (LS) beginnt definitionsgemäß dann, wenn eine Hörverlustsenke (HV) bei 3000 Hz von 40 dB(A) vorliegt (isolierte Hochtonsenke). Bei Dauerschallpegeln von 90 dB(A) und täglich 8stündiger Einwirkung findet man nach 10 Berufsjahren bei 5% der Exponierten derartige Befunde. Bei  $L_{eq} = 85$  dB(A) beträgt dieses „Risiko“ 1%; Betriebe mit Pegeln über 80 dB (A) werden als Lärmbetriebe bezeichnet. Bei DIEROFF („Lärmschwerhörigkeit“, 3. Aufl. S. Fischer, Stuttgart 1994) findet sich auf Seite 247 folgende Aussage als Fazit: „Bei Beurteilungspegeln von 80 bis 90 dB (A) sind in Einzelfällen Gehörschäden bei langfristiger Exposition möglich. Lärmbelastungen unter  $L_m = 85$  dB(A) sind allgemein nicht gehörgefährdend. Dieser Grenzwert stellt die kritische Intensität dar.“ ... Abschließend stellt Dieroff fest (Seite 250): „Die heute nach ISO 1999 geltende kritische Intensität von 85 dB (A) kann nach unseren Kenntnissen und Erfahrungen als ein sicherer Grenzwert angesehen werden, der auch einen gewissen „Sicherheitsabstand“ einschließt.“ ...**

## Stellungnahme

Die Einwendungen konzentrieren sich auf

- das Auftreten einer Lärmschwerhörigkeit durch Fluglärm generell,
- entsprechende Pegelgrenzen zur Entstehung einer Lärmschwerhörigkeit. Wissenschaftlich erwiesen sind kausale Beziehungen zwischen Lärm und Krankheit für Schäden am Ohr. Das trifft für die Lärmschwerhörigkeit in der Arbeit sowie für die mechanische Zerstörung von Teilen des Hörorgans durch Lärm hoher Intensität zu. Lärmschwerhörigkeit durch Arbeit als mögliche Berufskrankheit ist eine Innenohrschwerhörigkeit mit charakteristischen Merkmalen, die bei Lärmpegeln von  $L_{eq3} = 85 \text{ dB(A)}$  während der Schicht und bei einer Einwirkung von etwa 10 Jahren bei etwa 1 % der Arbeitnehmer auftritt. Unter präventiven Gesichtspunkten sollten nach neueren Erkenntnissen  $L_{eq3} = 80 \text{ dB(A)}$  in einer Arbeitsschicht unterschritten werden. Seitens der EU wurde kürzlich eine neue Lärmschutzrichtlinie für den Arbeitsbereich herausgegeben (EU Lärm 86/188/EWG 2003). Sie orientiert die präventiven Maßnahmen am Schutz des Gehörs. Diese EU-Lärmschutzrichtlinie formuliert einen oberen Auslösewert bei  $L_{eq} = 85 \text{ dB}$  bzw.  $137 \text{ dB(C)}$ , der zur Aufstellung von Lärminderungsprogrammen, Kennzeichnung, Nutzung von Gehörschutzmitteln verpflichtet sowie einen unteren Auslösewert von  $L_{eq} = 80 \text{ dB(A)}$ , der die Informationspflicht, Schutzunterweisung, Anspruch auf Gesundheitsüberwachung und Angebot von Gehörschutz beinhaltet. In der Einwendung 4.10., 0116 wird ebenfalls auf die Lärmschutzrichtlinie der EU verwiesen.

Im Umweltbereich treten Belastungen dieser Größenordnung in der Regel jedoch nicht auf. Bei extremen Belastungen durch niedrige Direktüberflüge von militärischen Strahlflugzeugen wurden früher in seltenen Fällen bleibende Hörschwellenanhebungen beschrieben. Seit im Jahr 1990 die Tiefflugmindesthöhe in der Bundesrepublik Deutschland von 75 m auf 300 m angehoben wurde, sind solche Effekte nicht zu erwarten.

Für Anwohner eines zivilen Flughafens besteht keine Gefahr für eine Lärmschwerhörigkeit, weil durch die anderen Schutzziele solche möglichen Schäden mit abgedeckt werden. Eine Gefährdung wäre bei jahrelangem Einwirken eines  $L_{eq\ 24h} = 80 \text{ dB(A)}$  und einem häufigerem Einwirken gegenüber Maximalpegel von  $L_{max} = 115 \text{ dB(A)}$  unter Berücksichtigung der An-

stiegssteilheit zu diskutieren. Unter präventiven Gesichtspunkten für eine Lärmschwerhörigkeit sollte ein  $L_{eq\ 24h} = 75\text{ dB(A)}$  nicht überschritten werden. Bei Maximalpegeln spielt die Anstiegssteilheit eine Rolle. Relevante schnelle Anstiege der Schallbelastung sind im zivilen Luftverkehr nicht zu erwarten, so dass auch Einzelpegel im Flughafenumfeld keine Lärmschwerhörigkeit hervorrufen. Den Antworten des Antragsstellers zu dieser Problematik kann weitgehend gefolgt werden.

### 1.1.1.1.2 Schlafstörungen

Die Einwendungen zu lärmbedingten Schlafstörungen sind zusammengefasst in 4.10.5. 001 -0065. Weitere Einwendungen befassen sich ebenfalls mit Schlafstörungen unter dem Gesichtspunkt der Grenzwerte und der Kriterien für die Ableitung von Grenzwerten, z. B. 4.10.1. 0036 und 0052. Im Folgenden sind Einwendungen beispielhaft aufgeführt und die entsprechenden Antworten des Antragstellers.

#### 4.10.4.00

*Aufgrund von Schlafmangel werden Leistungsminderungen über chronische körperliche Erkrankungen wie Herzleiden, Schlaganfall, und Krebs bis hin zu psychischen Erkrankungen. Wer chronisch übermüdet ist, hat ein viermal höheres Risiko depressiv zu werden. Bei Menschen, die regelmäßig weniger als 6 Stunden schlafen, erhöhe sich das Sterblichkeitsrisiko um 30%." (Zulley Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM); 5078)*

**Die ungünstige und negative Wirkung von Schlafmangel ist nicht unbekannt. Wie aber Langzeituntersuchungen mit Lärmbelastungen gezeigt haben, ist der menschliche Organismus in Abhängigkeit von der Schallpegelhöhe in der Lage, Schlafdefizite zu kompensieren bzw. nach etwa 2 bis 3 Wochen Gewöhnungstendenzen zu entwickeln. Die erhöhte Sterblichkeit bei regelmäßigen Schlafdefiziten mit Schlafzeiten von weniger als 6 Stunden ist eine allgemeine Aussage, die sich auf konstitutionelle bzw. reaktive Schlafstörungen bezieht, die vielfältigste Ursachen haben können, wie Medikamentenmissbrauch, Alkoholmissbrauch sowie psychosomatische Leiden. Lärmbedingte Schlafzeit-**

**Verkürzungen sind nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen weitgehend gewöhn- und kompensierbar.**

4.10.5.001

*//. Stellungnahme 1. Die Annahme von Jansen, bei Einhaltung von  $6 \times 60 \text{ dB(A)}$  Maximalpegel am Ohr des Schläfers sei eine Gesundheitsbeeinträchtigung nicht zu erwarten (a.a.O., S, 48), entspricht nicht dem letzten Stand der Lärmwirkungsforschung. Sie kann folglich keine tragfähige Grundlage für eine Planfeststellung sein. Jansen bestreitet mit dieser Annahme» dass es Gesundheitsbeeinträchtigungen unterhalb der Aufwachreaktion gibt, er negiert also die von anderen Wissenschaftlern (u.a. Maschke, Spreng und Ising) seit längerem festgestellten lärmbedingten Schlafstörungen als Beeinträchtigung des körperlichen Wohlbefindens. Der Einzelschallpegel von  $60 \text{ dB (A)}$  wird daher von Jansen zu hoch angesetzt, da er nur auf die Aufwachreaktion abstellt. Er steht damit u.a. in Widerspruch zu den Grundlagen der Entscheidung des OVG Koblenz zum Flughafen Hahn, wo mit Einzelschallpegeln am Ohr des Schläfers von  $55 \text{ dB (A)}$ , teilweise sogar  $52 \text{ dB (A)}$ , gearbeitet wurde.*

**In M8 wurde dem Kriterium Schlafstörungen und Aufwachen eine breite Diskussion eingeräumt (siehe vorherige Antwort zu Abs. 2). Die Werte  $52$  und  $53 \text{ dB (A)}$  wurden in M8 umfassend besprochen; der Aufwachwert liegt nach Griefahn:  $60 \text{ dB (A)}$  für die empfindliche REM-Schlafstufe bei  $90\%$  der Bevölkerung und stellt somit ein äußerst scharfes Beurteilungskriterium dar. ... Wie in M8 ebenfalls ausgeführt, ist lärmbedingtes Aufwachen als gesundheitsbeeinträchtigend zu werten. Hormonelle und vegetative Funktionsänderungen ohne Aufwachen und Regelungsvorgänge eines aktiven Schlafes und werden nur dann „pathologisch“ wenn die Regelung versagt.**

4.10.5.005

*In der Zeit von 1 bis 6 Uhr sollen - nach Einschätzung von namhaften Lärmwirkungsexperten - Maximalpegel von  $40 \text{ dB (A)}$  bei Kurzzeitmittelungspegeln von  $30 \text{ dB (A)}$  - innen am Ohr des Schlafenden betrachtet - nicht überschritten werden dürfen. In der Zeit von 22 bis 1 Uhr sind Maximalpegel von maximal  $55 \text{ dB(A)}$  - unabhängig von der Anzahl derartiger Überflugeignisse - zulässig bei einem auf die 8 Stunden der Nacht bezogenen "Mittelungspegel" von  $32$*

*dB(A) - wenn davon ausgegangen werden kann, dass in dem darauffolgenden Zeitraum von 1 bis 6 Uhr absolutes Nachtflugverbot eingehalten wird.*

#### 4.10.5.0010

*Die genannte Aufwachschwelle von 60 dB(A) geht von falschen Voraussetzungen aus. Richtig ist es, dass die Aufwachschwelle relativiert werden muß, da erst bei 20 dB(A) über dem Grundgeräusch eine Aufweckreaktion erfolgt. Bei einem Grundgeräuschpegel von 25 dB(A) erfolgt die Weckreaktion bereits bei 45 dB(A). Erst bei einem Grundgeräuschpegel von 40 dB(A) ist die vorgenannte Schwelle von 60 dB(A) gültig. Bei einem niedrigen Grundgeräuschpegel von kleiner 30 dB(A) "außen" (Regelfall auf dem Grundstück des Einwenders) wirken Störungen von größer 40 dB(A) bereits auffällig, und Störungen größer 50 dB(A) überschreiten die Aufweckschwelle und bewirken somit zwangsläufig Schlafstörungen. (014111)*

**Die grundlegenden Untersuchungen des Gutachters, aber auch die Untersuchungsergebnisse anderer Autoren, soweit sie hinsichtlich des Grundpegels ermittelt werden konnten, zeigen, dass im allgemeinen die Aufweckschwelle bei 60 dB(A) angegeben wird. Die Einwendung lässt auch völlig unberücksichtigt, dass von Einzelversuchen nicht die Aufweckschwelle abgeleitet werden kann. Wie Griefahn schon gezeigt hat, dauert es mindestens 6-8 Nächte, ehe eine konstante Reaktion, in diesem Fall das Aufwachen auftritt. Wie Griefahn weiter gezeigt hat, trifft diese Feststellung auf bedeutungsarme und informationsarme Geräusche zu. Bei Zunahme der Information, insbesondere bei hochinformationshaltigen Geräuschen, sind selbstverständlich tiefer gelegene Aufweckschwellen zu erwarten.**

#### 4.10.0011

*Momentanpegel von mehr als 60 dB (A) am Ohr führen bereits zu abnormalen körperlichen Reaktionen bei der Atmung, beim Herzrhythmus bei den Gehirnströmen (EEG), bei der Schweißbildung sowie beim Hormonspiegel und zeigen eine rasch zunehmende Aufwachhäufigkeit. Sie beeinträchtigen nachweisbar die geistige Konzentrations- und Leistungsfähigkeit z B die Lernfähigkeit der Kinder.*

Die Momentanpegel von 60 dB (A) und mehr führen tatsächlich hier aufgezählten körperlichen Reaktionen. Sie sind jedoch, wie das Wort schon sagt, nur als Reaktionen aufzufassen und nicht etwa als Schädigungen oder Gefährdungen. Momentanpegel von 75 dB (A) führen zwar zu einer deutlichen Änderung der Gleichgewichtslage, die jedoch nicht als schädlich zu bezeichnen ist, sondern im Normalbereich abläuft. Dies trifft auch auf die anderen Körperreaktionen wie Muskelkontraktionen, Hautwiderstandsänderungen usw. zu. Zu Fragen der Blutdruckerhöhung durch Lärm gibt es eine ausgedehnte Literatur, die auch im wesentlichen in Kapitel 2.23 auf Seite 24 dargestellt worden ist. Tabellarisch wurde auf Seite 25 eine Übersicht über die wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete gegeben

4.10.3.0024

*Antwort auf Einwendungen der Senatsverwaltung Arbeit, Soziales und Frauen (S-ASF), die ein Gutachten von Herrn Prof. Guski in das Verfahren einbringt*

**1. Die S-ASF Berlin führt in ihrer Einwendung auf Seite 5 aus, dass die medizinisch begründeten Gefährdungskriterien und Nachtbelastungskriterien, wie sie in M 8 vorgestellt wurden, aus medizinischer Sicht nicht akzeptabel seien und verweist darauf, dass der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) Zielwerte für Vorsorge angibt und diese anzuwenden seien.**

**Die S-ASF stützt sich in dieser Aussage auf die von Professor Guski erbrachte, psychologische Stellungnahme, in der es heißt, dass... "für Krankheitsaspekte in der Regel weder die Ursache - Wirkungsfrage noch die gesundheitliche Relevanz geklärt sei". Wenn das so wäre, liefe es darauf hinaus, dass medizinische Kriterien überhaupt entfallen könnten. Wenn dennoch Kriterien aufgestellt werden, weshalb sollen sie dann aus medizinischer Sicht nicht akzeptabel sein?**

**Der SRU schreibt zutreffenderweise, dass die Anwendung von Vorsorgezielwerten notwendig ist. Er macht aber in seinen Empfehlungen für Maßnahmen und für politische Handlungsziele konkrete Angaben, in dem er kurzfristig die Einhaltung von  $L_m = 65$  dB(A) (55 dB(A) nachts), mittelfristig einen Sanierungswert von  $L_m = 62$  dB(A) (55**

dB (A) nachts) angibt. Er schreibt dann wörtlich weiter: " Ob eine weitere Absenkung auf  $L_m = 55$  dB(A) (45 dB(A) nachts) in Betracht kommt, bedarf der näheren Prüfung, insbesondere im Hinblick auf die technischen Möglichkeiten und gesamtwirtschaftlichen Folgen" (SRU, Umwelt und Gesundheit, Tz 510, S. 208).

2. Die S-ASF bemängelt, dass in M8 keine Auseinandersetzung mit Vorsorgezielwerten erfolgt sei.

Das Gutachten M8 spricht sehr wohl die Problematik von Vorsorgezielwerten und Verursacherwerten an (vgl. S. 14, 57-61 dB(A) in M8). Gemäß der Aufgabenstellung für das gesetzlich geforderte Gutachten M8 beschränkt sich das medizinische Gutachten aber auf die Ableitung von Immissionswerten aus gesicherten Ergebnissen oder plausiblen Erkenntnissen gesundheitsrelevanter Lärmwirkungen. Eine weitergehende Auseinandersetzung mit bestehenden Regelwerken geht über die Aufgabenstellung im engeren Sinne von M8 hinaus. Sie fiel allenfalls in den Bereich einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS). In M9 ist dennoch ausgeführt, dass die auf die flughafenbedingten Lärmbelastungen anzuwendenden Immissionswerte aus den einschlägigen technischen Regelwerken auch den von der psychophysiologischen und klinisch-medizinischen Lärmwirkungsforschung erarbeiteten Immissionswerten entsprechen bzw. sie unterschreiten.

4.10.5.0014

*Die Festlegung  $6 \times 75$  dB(A) als "zulässige Maximalpegelbelastung nachts" außen ist nicht sachgerecht, da:*

*-- sie ohne Berücksichtigung des Übergangsbereichs eine diskrete Aufweckschwelle festlegt  
(74,5 dB(A): keine Störung; 75 dB(A): Störung).*

*-- sie Spitzenpegel nicht begrenzt*

*-- die Dämmwirkung von gekippten Fenstern überschätzt*

*-- die individuelle und zeitliche Streuung der Aufweckschwelle nicht berücksichtigt. Jansen selbst räumt in seinem Gutachten Weeze eine Streuung von 7 dB (A) ein (Weckschwelle 53 dB(A)) und fordert an mehreren Stellen seines Gutachtens M 8 einen "Abstand" von 10 dB(A) zum Wert von 75 dB(A) (Beginn der gesundheitlichen Gefährdung) unter dem Aspekt, dass es*

*Risikogruppen (Alte, Kranke, Kinder) gibt, deren Lärmempfindlichkeit ohne weiteres mehr als 10 dB(A) unter den Werten für Gesunde liegen.*

*— die Streuung der individuellen Weckschellen von +/- 7dB(A) führt aus präventivmedizinischer Sicht zu  $L_{max} = 53 \text{ dB(A)}$ ; auch Jansen empfiehlt, das Gebiet mit sehr häufigen nächtlichen Lärmereignissen  $> 55 \text{ dB(A)}$  auszuweisen (M8 S. 49)*

**Die Festlegung von 6 x 75 Außenpegel als zusätzliche Maximalpegelbelastung nachts ist als ein Eckwert aufzufassen. Wollte man Übergangsbereiche berücksichtigen, so erhebt sich die Frage, ob es bei Streuungen um beispielsweise +/- 7dB(A) gerechtfertigt ist nur den Minuswert zu nehmen ist oder ob ein höherer Wert festzulegen ist. Es ist durchaus legitim einen niedrigeren Wert anzugeben. Entscheidungserheblich dürfte jedoch der durchschnittliche Pegel sein, der für die Mehrzahl der Fälle repräsentativ ist. In dem Fall sind es 90 % der Betroffenen, die bei 60 dB(A) lärmbedingt aufwachen und zwar berechnet auf die empfindlichste Schlafstufe REM (in Anlehnung an Griefahn). Die am Ende der Argumentation genannte Pegelgröße dB(A) (M8, Seite 45) ist jedoch ein Mittelungspegel, der bei häufigen Schallereignissen anzuwenden ist. Er orientiert sich als Außenpegel an dem bei Griefahn angegeben Grenzwert für Aufwachen bei Mittelungspegel von 40 dB (A) im inneren des Raumes.**

4.10.5.0033

*Der Nacht-Lärmschutzbereich wurde aus den höchstzulässigen Innenraumpegeln für Schlafräume unter Annahme einer Dämmwirkung für ein gekipptes Fenster von 15 dB(A) hergeleitet. Die ungestörte Nachtruhe ist wegen ihres unmittelbaren Einflusses auf die Gesundheit ein Schutzgut mit außerordentlich hohem Stellenwert. Während einer Außenlärmbelastung durch Aufenthalt in Räumen ausgewichen werden kann, ist dies in einem unzureichend geschützten Raum nicht möglich. Nach allgemeinem Erkenntnisstand beginnen Schlafstörungen bei einem äquivalenten Dauerschallpegel für die Nachtzeit (22.00-06.00 Uhr)  $Leq,3 = 32 \text{ dB(A)}$  bzw. bei einer Häufigkeit von 6 Einzelereignissen des Maximalpegels ( $L_{max}$ ) 52 dB(A). Die Forderung für die Festsetzung des Innenraumpegels bei einem Wert  $Leq,3$  von 30 dB(A), ab dem ein ungestörter Schlaf gesichert ist, leitet sich ab aus der DIN 4109, in der für Schlafräume*

*Leq,3 < 25 dB(A) und aus der VDI 2719, in der für Schlafräume in allgemeinen Wohngebieten Leq,3 = 25-30 dB(A) genannt ist.*

#### 4.10.5.0040

*Besonders kritisch sind dabei nächtliche Lärmeinwirkungen zu beurteilen, da sie geeignet sind, Ein- und Durchschlaf Störungen sowie vegetative Reaktionen unterhalb der Aufweckschwelle zu verursachen. Es wird darauf hingewiesen, dass bezüglich der menschlichen Gesundheit nicht von Gefahrenabwehr, sondern von der Anwendung des Vorsorgeprinzips ausgegangen werden muss. Vorbeugender Gesundheitsschutz bedeutet ein Bündel von Maßnahmen mit dem Ziel, Gesundheitsgefahren gar nicht erst eintreten zu lassen.*

#### 4.10.5.0041

*Nach Auffassung anderer Lärmwirkungsforscher ist diese Grenze zu hoch angesetzt. Die Schlafforscherin Griefahn ermittelte die Aufwachgrenze bei Maximalpegeln von 55 dB(A). Dabei sind bereits bei einer Überschreitung von 2x60 dB(A) im bzw. 6x55 dB(A) im Innenraum Schallschutzmaßnahmen zu ergreifen. Andere Lärmwirkungsforscher, wie Vallet & Vernet, gehen davon aus, dass schon ein einzelnes Überflugeignis von 42 dB(A) zu vegetativen Reaktionen im Schlaf führt. Das Schutzkriterium sollte sich nach diesen Autoren an Maximalpegeln um 48 dB(A) im Innenraum orientieren. In dem Forschungsbericht 97-10501210107—Kriterien für schädliche Umwelteinwirkungen: Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm - lagen die festgestellten Schwellen für verkehrslärmbedingte Schlafbeeinträchtigungen mehrheitlich bei einem äquivalenten Dauerschallpegel im Schlafräum zwischen 45 und 55 dB(A) am Ohr des Schläfers, während die Effektschwellen für Sofortreaktionen, vor allem Aufwachreaktionen, den Studien zufolge bei 60 dB(A) lagen.*

#### 4.10.5.0059

*Ein ungestörter Schlaf bewirkt Gesundheit, Wohlbefinden, Leistungsfähigkeit, Optimismus, Erfolge. Sobald ein Ungleichgewicht in diesem System auftritt, können gesundheitliche Beeinträchtigungen auftreten. Wiederholte oder andauernde Schallreize im Schlaf bewirken eine Aktivierung des Nervensystems und führen zu einer Verkürzung der Tiefschlafzeiten verbunden mit einer Störung der Schlafperiodik. Weiterhin wurde durch Studien zu lärmbedingten*

*Aufwachreaktionen, Schlafstörungen und zur lärmbedingten Cortisolfreisetzung belegt, dass ein nächtlicher Maximalpegel von 52 - 53 dB(A) als Beginn für vegetative Beeinträchtigungen anzusehen ist.*

4.10.5.0065

*Nach dem Sachverständigenrat für Umweltfragen (1999) sollten Immissionswerte festgelegt werden, die deutlich unterhalb der Werte für gesicherte Gesundheitsgefährdungen (vegetative Übersteuerung Aufwachen) liegen:*

*Gesundheitsschädigende Schlafstörungen treten bereits bei "Mittelungspegeln (innen) zwischen 35 und 45 dB(A) und Maximalpegeln (innen) von 45 bis 55 dB(A) " auf. Nach Forschungen von Ising und Griefahn kommt es schon bei einem einzigen Lärmereignis von 42 dB (A) zu Aufwachreaktionen. (7403)*

4.10.1.0035 /auch 4.10.1.0165

*Kritik 15 dB als Annahme der Dämmung zwischen Außen und Innen bei gekipptem Fenster.*

#### **Stellungnahme HC:**

**Die zur Ermittlung des Nachtschutzgebietes angenommene Schalldämmung bzw. Differenz zwischen Außenschallpegel und Innenschallpegel von 15 dB stellt eine worst-case-Betrachtung dar. Die Annahme, dass als Dämmwert für gekippte Fenster 15 dB (A) zu berücksichtigen ist, begründet sich auf der Aussage in der VDI2719 Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, 1987, Punkt 10.2 Lüftung über Fensteröffnungen:**

**„Da Fenster in Spaltlüftungsstellung nur ein bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  von ca. 15 dB erreichen...“.**

**Hierzu sei angemerkt, dass das Schalldämm-Maß der gesamten Außenfläche bestimmt wird als resultierendes Schalldämm-Maß verschiedener Einzelbauteile, z. B. Kombinationen von Außenwänden und Fenstern. Darüber hinaus muss beachtet werden, dass die „Öffnungslücke“ durch das geöffnete Fenster nur einen geringen prozentualen Anteil an**

**der Gesamtfläche ausmacht.**

**Die Pegeldifferenz zwischen dem Außenpegel und dem Innenpegel ist daher im allgemeinen höher als 15 dB, die nur für das gekippte Fenster anzusetzen sind.**

**4.10.1-036**

*Kritik: Griefahnkurve andere Werte für Aufweckreaktionen*

**Die Arbeit ist zwar nicht aufgeführt, gleichwohl ist das dort angegebene Kriterium 60 dB (A) übernommen worden, weil es bei 90 % der Bevölkerung für die empfindlichste Schlafstufe (REM) gültig ist. Eine Extrapolation der Dosis-Wirkungs-Regression in Bereiche unter 60 dB (A) ist problematisch. Wenn trotzdem herunter extrapoliert wird, eine Verrechnung mit der Häufigkeit stattfindet und weiterhin ein Außenkriterium (Beginn der vegetativen Reaktionen bei 55 dB(A)) eingebracht wird, muss dies wissenschaftlich als unerlaubt bezeichnet werden.**

**Die Arbeit von PEARSONS beruht auf Aktimetrie - Messungen. Sie verwendet den SEL. Die Regressionsgerade schneidet zwar die Nulllinie bei 53 dB(A), die tatsächlichen Aufwachreaktionen sind jedoch erst bei SEL =68 dB(A) deutlich sichtbar, was einem Maximalpegel von 61 dB (A) entspricht. Die Aussage in M 8 "im Bereich von 60 dB (A)" braucht somit nicht korrigiert zu werden.**

## **Stellungnahme**

Die Einwendungen konzentrieren sich im Wesentlichen auf fünf Aspekte:

- den Folgen der Schlafstörungen,
- den Parametern zur Beurteilung einer Gesundheitsbeeinträchtigung,
- der Notwendigkeit der Festlegung unterschiedlicher Begrenzungswerte im Verlaufe der Nacht,
- den im Gutachten M8/ M9 angewandten Grenzwerten für die nächtliche Fluglärmbelastung,

- der Berechnung des Innenraumpegels und dem damit zusammenhängenden Dämmmaß.

Verkehrslärm bedingte Störungen des Nachtschlafs werden von vielen als die einschneidendsten Wirkungen empfunden und stellen neben der Belästigung die häufigste Beeinträchtigung dar. Durch die Zunahme des Flugverkehrs und die Ausdehnung auf die Nacht ist auch objektiv in den letzten zwei Jahrzehnten eine erhebliche Zunahme der Nachtflugbewegungen vor sich gegangen. Deshalb hat sich die Lärmwirkungsforschung in den letzten Jahren zunehmend dieser Problematik zugewandt.

Ein wesentliches Problem - wie auch die vorhergehenden Einwendungen und ihre Beantwortung zeigten - ist die Verwendung der Art und Interpretation von Effektparametern durch Schalleinwirkungen im Zusammenhang mit dem Schlaf.

Diese unterschiedlichen Effektparameter von Schalleinwirkung kann man einteilen in

- Reaktionen im Schlaf
  - Änderung der Schlafstadien, der -tiefe
  - Körperbewegungen
  - Vegetative und hormoneile Veränderungen
- Schlafablaufstörungen
  - Einschlaf- und Durchschlafstörungen
  - Verminderung des Gesamtschlafes
  - Nichterinnerbares Aufwachen
  - Erinnerbares Aufwachen
- Subjektive Wirkungen
  - Bewertung der Schlafqualität
  - Belästigung
  - Bewertung der "after effects" eines gestörten Schlafes im Befinden, der Leistung und im Verhalten.

Dabei gibt es zwischen diesen unterschiedlichen Parametern eine wechselseitige Beeinflussung. GRIEFAHN (1991) unterscheidet zwischen primären (in einer Nacht), sekundären (nach einer Nacht) und tertiären (langfristigen) Wirkung.

So bunt die Parameterpalette in der Schlafwirkungsforschung ist, so unterschiedlich sind auch die Ergebnisse. MASCHKE et al. (1997) referierten im Auftrag des Bundesumweltamtes 35 Studien zu nächtlichen Lärmwirkungen, auf die auch bei den Einwendungen Bezug genommen wurde. Die Hauptergebnisse dieser Studien sind von mir zusammengefasst worden und in Kurzfassung in der Tab. 1 dargestellt (SCHEUCH 2004).

Indikator der Schlafveränderung	Anzahl Studien	gleichgerichtete Veränderung [%]	Anteil signifikante Veränderung [%]
subjektive Schlafqualität	25	84*	64
Dauer der Wachphase	14	93 *	64
Leistungstests	10	80*	50
Dauer des REM - Schlafes	18	78*	50
Körperbewegungen	16	50*	50 (Erhöhung) 20 (Verringerun
Dauer des Tiefschlafes	21	52*	33
Schlafstadienlatenz	22	50*	32
Aufwachreaktion	13	77*	23
Dauer des Leichtschlafes	14	69*	21
Gesamtschlafzeit	13	69	15

\* unterschiedliche Parameter angewandt

Tab.1: Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm - zusammengefasst aus einer Literaturübersicht von MASCHKE et al. 1997 (SCHEUCH 2004)

Gleiche Bezeichnungen für einen Wirkungsparameter haben häufig sehr unterschiedliche Merkmale zur Grundlage. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass auch die Anzahl tatsächlich signifikanter Veränderungen in diesen Publikationen gering ist. Hinzu kommt, dass teil-

weise wenige Nächte untersucht worden sind, eine Reihe dieser Arbeiten Laboruntersuchungen umfassen, Pegel und Häufigkeiten erheblich schwanken. Der Zeitpunkt der Lärmeinwirkung in der Nacht, der - und darüber besteht Einigkeit - einen unterschiedlichen Einfluss auf die Wirkung hat, wurde nur in wenigen Beiträgen berücksichtigt. Individuelle Eigenschaften spielen eine untergeordnete Rolle, teilweise wurden nur Lärmsensible ausgewählt.

Wie aus der Tab. 1 hervorgeht, werden in vielen Fällen signifikante Veränderungen von Arousal-Reaktionen angegeben. Solche Reaktionen können im normalen Schlaf etwa 20 mal / Stunde, bis zu 500-700 mal/ Nacht auftreten, je nachdem wie man sie definiert. Wachphasen sind auch im ungestörten Schlaf relativ häufig. So fanden BASNER et al. (2001) eine durchschnittliche Anzahl pro Person von  $24,4 \pm 9,3$  solcher Wachphasen, die aber meist nicht am Morgen erinnerbar sind. Erinnerbare Phasen müssen mindestens 3 bis 4 Minuten dauern. Bei diesen Häufigkeiten ist die Frage zu stellen, wann eine gesundheitliche Gefährdung beginnt. EEG-Arousals (von vielen Autoren als "Schlafstörung" bezeichnet) haben keine Bedeutung z.B. für die Tagesschläfrigkeit. Unklar ist dagegen die Bedeutung vegetativer Arousals, doch auch solche sind physiologischerweise mit den Schlafstadien verbunden.

Trotz dieser Probleme leiten Maschke et al. aus dieser Literaturübersicht von 35 Studien, wobei nur 5 sich speziell mit Fluglärm und 2 mit Straßen- und Fluglärm beschäftigen, **Effektschwellen** ab, die für den äquivalenten Dauerschallpegel bei 35 bis 45 dB(A) und für den  $L_{max}$  bei 45 bis 55 dB(A) liegen.

Für Verallgemeinerungen dieser Untersuchungsergebnisse ist die Datenlage aus meiner Sicht zu differenziert. Effektschwellen beinhalten auch die physiologische, normale Reaktion eines Lebewesens auf Belastungen. Sie sagen erst mal nur aus, dass ein Mensch reagiert. Die Reaktionen bleiben aus, wenn der Mensch krank ist. Die entscheidende Frage ist jedoch, welche der in der Tabelle genannten Parameter Gesundheitsrelevanz besitzen.

Unterschiedliche Auffassungen zu den Folgen schlafbedingter Lärmeffekte liegen jedoch nicht nur an der Unklarheit pathophysiologischer Prozesse und der Bedeutung der erfassbaren

lärmbedingten Veränderungen. Eine wesentliche Rolle spielt auch, dass sowohl in der Lärmwirkungsforschung als auch in der Lärmdiskussion verschiedene Betrachtungsweisen durcheinander geworfen werden. Es werden „Schwelleneffekte bei Sofortreaktionen“ mit „günstigen Bedingungen für den Schlaf“, „Störungseffekten durch Lärm in der Nachtzeit“ mit „tatsächlichen Gesundheitsbeeinträchtigungen“ vermengt.

In dem lärmmedizinischen Gutachten von Jansen sowie in den Erwiderungen des Antragstellers wird von der besonderen Bedeutung von Aufweckreaktionen für die Festlegung von Begrenzungswerten ausgegangen. Dies ist zu unterstützen, da eine mögliche Gesundheits- und Leistungsbeeinträchtigung, und damit auch Befindensstörungen, durch schallbedingte Lärmeinflüsse vor allem über diese Aufweckschwelle geschieht. Das DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik hat am 16.03.2004 in Köln die Abschlusspräsentation des Projektes „Leiser Flugverkehr“ durchgeführt (u.a. SAMEL et al. 2004). Der offizielle Abschlussbericht liegt nicht vor, Veröffentlichungen sind auch noch nicht vorhanden, so dass auch nur unter Vorbehalt auf die Ergebnisse eingegangen werden kann. Hinsichtlich der Aufweckreaktion wird in dieser Labor- und Feldstudie als Aufwachreaktionen der Wachzustand (nicht nur der erinnerbare, sondern der aus elektrophysiologischen und vegetativen Veränderungen ablesbare) und das Schlafstadium S 1 zusammengefasst. Begründungen sind nicht ablesbar. Scheinbar wird von der Hypothese ausgegangen, dass das Schlafstadium S 1 und die elektro-physiologisch nachweisbaren Vorgänge nicht der Erholung dienen können, was durchaus berechtigt ist. Jedoch sind diese Vorgänge normale physiologische Prozesse. Die Schlussfolgerung, wenn sie nicht der Erholung dienen können, müssen sie gefährdend sein, ist nicht nachzuvollziehen. Im Mai 2004 wurde die Zusammenfassung des Forschungsberichtes 2004-07/D des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. zu dieser Untersuchung (BASNER et al. 2004) zur Verfügung gestellt. Daraus ist zu entnehmen, dass in den Laboruntersuchungen bei einer Gesamtschlafzeit von 7 Stunden und 24,5 Minuten in den Lärmnächten der Schlaf um 1,8 Minuten kürzer war, der Tiefschlaf war um 4,1 Minuten nicht signifikant reduziert, wobei in den weniger lauten Lärmnächten ein Anstieg der Tiefschlafanteile festgestellt wurde. Diese Zunahme trat bei Maximalpegeln von 55 dB(A) und geringeren Häufigkeiten auf. Zweifelsohne spielen die erinnerbaren Aufweckreaktionen die entscheidende Rolle bei gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Zum erinnerbaren Aufwachen wurden in dieser Studie

keine wesentlichen Beziehungen zu dem Lärmeinwirkungen im Feld gefunden. Es ist anzunehmen, dass auch die vegetativen Arousals langfristig eine ungünstige Wirkung haben (siehe unten). Bei der Beurteilung der nächtlichen Schlafbeeinträchtigung sollten die Aufweckreaktionen im Vordergrund stehen.

Insbesondere durch Untersuchungen von Maschke vertreten einige deutsche Autoren (neben MASCHKE et al. 1997, SPRENG 2003, ISING 1998) die Auffassung, dass durch nächtlichen Verkehrslärm Cortisol (und teilweise Katecholamine) ansteigen würden und über die Wirkungen des Cortisols die Gefährdung der Gesundheit resultiert, was auch in den Einwendungen eine wichtige Rolle spielt. Die Aufweckreaktion im Labor oder Schlafzimmer lässt sich im Experiment unmittelbar dem einwirkenden Schall zuordnen. Die Cortisolkonzentration ist eine Summation über die Nacht, in die auch andere Mechanismen eingehen. So ist es nicht verwunderlich, dass sehr unterschiedliche Ergebnisse vorliegen und in den letzten Jahren auch ein erheblicher Wissenschaftsstreit zur Rolle des Cortisols bei der Festlegung von Begrenzungswerten für Verkehrslärm stattgefunden hat. Auf diese Diskussion wird im Kapitel 1.1.1.1.3.2 nochmals eingegangen.

Nach Auffassung des Autors dieser Stellungnahme ist zu schließen, dass der Parameter „Cortisolkonzentration“ beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Forschung und praktischen Erkenntnisse nicht zum entscheidenden Kriterium für die Festlegung einer Gesundheitsgefährdung durch Lärm herangezogen werden kann. Dieser Auffassung schlossen sich inzwischen auch MASCHKE und HECHT (2003, S. 53) für die nächtliche Lärmbelastung an: „Nach dem heutigen Stand des Wissens ist der Nachweis einer nächtlichen chronischen Stresssituation allein mit Hilfe von Stresshormonen als problematisch anzusehen. Die Aussagekraft des Indikators „veränderte Stresshormone“ für chronischen Lärmstress muss ohne Vereinheitlichung der Datenerhebung als eingeschränkt eingestuft werden.“

Damit sind auch die von den Einwendern auf der Grundlage der Maschke-Untersuchungen und dessen gutachterlicher Stellungnahme zu den lärmmedizinischen Gutachten M 8 und M 9 , „Ausbau Flughafen Schönefeld“ beruhenden Grenz- und Orientierungswerte in Frage zu stellen, die aus den Cortisoluntersuchungen abgeleitet wurden. Auch in der Abschlusspräsentati-

on der DLR-Studie „Leiser Verkehr“ (SAMEL et al. 2004) erbrachten die Untersuchungen im Feld, d. h. in den Wohnzimmern der Lärmbetroffenen, keinerlei Auswirkungen des Lärms, weder vom Pegel noch von der Häufigkeit auf Cortisol, Adrenalin und Noradrenalin.

SPRENG (2003) hat auf der Grundlage der Maschke-Untersuchungen ein Cortisolmodell für zulässige Pegelhäufigkeiten in einer Nacht aufgestellt. Trotz der vorher genannten Einschränkungen und einiger willkürlicher Hypothesen, die experimentell nicht zu untersetzen sind, ist das Resultat Kombination von Häufigkeit und Pegeln in einer guten Übereinstimmung zu Modellen, die auf der Grundlage des Aufwachens erstellt worden sind.

Insbesondere von ISING et al.(2003) wird vertreten, dass die Cortisolkonzentration der ersten Nachthälfte zum Nachweis schallbedingter Wirkungen besonders geeignet sei, da dies die Erholungsfunktion des Schlafes beeinträchtigen und langfristig eine Gesundheitsgefahr darstellen könne. Dabei wird auf BORN und FEHM (2003) verwiesen, die insbesondere den Nachweis der Wirkungen von Tagbelastungen auf diesen Cortisolspiegel im ersten Teil der Nacht verdeutlichten, jedoch explizit in ihrer Veröffentlichung darauf hinwiesen, dass daraus nach der bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnis **nicht** auf die Anwendbarkeit für die nächtliche Lärmeinwirkung zu schließen ist (BORN und FEHM 2003, S.34).

Begrenzungswerte für den Verkehrslärm in der Nacht beruhen ausschließlich auf experimentellen Kurzzeituntersuchungen über höchstens mehrere Wochen im Labor oder im Wohnbereich. Aufgrund der unmittelbaren Reaktionen auf den Schall in einer Nacht und den Verlauf dieser Reaktionen über den Untersuchungszeitraum werden Schlussfolgerungen abgeleitet. Es gibt bisher keinerlei Möglichkeiten, Langzeiteffekte eines gestörten Schlafes in die Beurteilung der schallbedingten Nachtlärmstörungen einzubeziehen. GRIEFAHN (1991) bezeichnet solche Störungen Tertiärreaktionen in Form von klinisch-manifesten Gesundheitsschäden und Entwicklungsstörungen. Da auch bei den Einwendern eine Reihe von solchen langfristigen Störungen als gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis formuliert worden sind, muss man feststellen, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt dazu keine gesicherten Aussagen möglich sind. Es wäre ein Beitrag der verkehrslärmbedingten Störungen des Nachtschlafes zur Genese multi-

faktorieller chronischer Erkrankungen und Beeinträchtigungen durchaus denkbar, aber dies ist bisher nicht bewiesen.

Neben den Kriterien für den Nachweis von negativen Schallwirkungen in der Nacht spielt auch in der Diskussion die Art der akustischen Kriterien für Begrenzungswerte für die Nacht, Maximalpegel oder energieäquivalente Dauerschallpegel, eine wesentliche Rolle. In dem lärmmedizinischen Gutachten für den Flughafen Schönefeld wurde im Wesentlichen von der Maximalpegelhäufigkeit als Kriterium ausgegangen. Dies ist grundsätzlich zu unterstützen, da in der Lärmwirkungsforschung überwiegend die Auffassung besteht, dass die Maximalpegel insbesondere für das Aufwachen, aber auch für andere Effekte in der Nacht eine größere Bedeutung haben. Dies wurde auch unterstrichen durch die multidisziplinäre Studie im Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (BASNER et al. 2001), in der bei insgesamt 128 Probanden in je 13 aufeinander folgenden Nächten mit Maximalpegeln zwischen 50 und 80 dB(A) sowie äquivalenten Dauerschallpegeln zwischen 31,2 und 52,6 dB(A) keine wesentliche Abhängigkeit von den Dauerschallpegeln der nächtlichen Reaktionen, sondern von der Maximalpegelhäufigkeit beschrieben wurden.

Die ersten mitgeteilten Ergebnisse des Projektes „Leiser Flugverkehr“ (SAMEL et al. 2004) zeigen einen erheblichen Unterschied der Wirkungen von Lärm in den üblichen Wohnbereichen gegenüber Laboruntersuchungen, die bisher in der Lärmwirkungsforschung hauptsächlich für die Ableitung von Begrenzungswerten verwendet wurden. So zeigten sich im Labor Aufwachwahrscheinlichkeiten bei Maximalpegeln von 45 dB(A) und 80 dB(A) von 13,3 % bzw. 71,5 %, im Feld (im Schlafzimmer) bei Maximalpegeln von 27,1 dB(A) und 73,2 dB(A) dagegen Aufwachwahrscheinlichkeiten von 7,7 % bzw. 18,4 %. In der normalen Wohnumgebung verläuft die Beziehung von Aufwachwahrscheinlichkeit und auch anderen Wirkungen des Lärms zu den Schallpegeln erheblich flacher. Dies unterstreicht die erheblichen Gewöhnungsprozesse, die in gewohnten Umgebungen ablaufen, weshalb auch der Nachweis von langfristigen Wirkungen schwierig ist. In den vorläufigen Informationen des DLR-Projektes „Leiser Flugverkehr“ wird von einem Hintergrundpegel mit 27,1 dB(A) ausgegangen, was dem in der Feldstudie gefundenen Median entspricht. Bei Maximalpegeln von 27,1 dB(A)

wurde trotzdem eine Aufwachwahrscheinlichkeit von 7,7 % gefunden, die bei 40 dB(A) bei ungefähr 9 % liegt, bei 60 dB liegt dies etwa zwischen 13 % und 14 %.

Von Jansen wird in seinen Gutachten M 8/ M 9 davon ausgegangen, dass ein maximaler Innenraumpegel von 60 dB einzuhalten ist, bei Außenwerten von 6 x 75 dB(A) ist mit Gesundheitsbeeinträchtigungen durch lärmbedingtes Aufwachen zu rechnen. Aus präventiver Sicht sollte als Eckwerte für Lärminderungsmaßnahmen generell der Innenraum-Maximalpegel von 55 dB am Tag und in der Nacht gelten (M 8, S. 61). Nach dem Cortisolmodell von SPRENG (2002 und 2003) sind nicht 6 x 60 sondern 8 x 60 dB(A) im Innenraum tolerabel. Auch in der laborexperimentellen Untersuchung von BASNER et al. (2001) ist die Aufweckwahrscheinlichkeit von der Kombination Häufigkeit und Maximalpegel abhängig. Zur Vermeidung einer zusätzlichen durch Lärm bedingten Weckreaktion wären im Labor noch 13 Überflüge mit  $L_{max} = 50$  dB(A) oder auch 4 Ereignissen mit  $L_{max}$  bis zu 80 dB(A) zulässig. In Felduntersuchungen liegen die Aufweckschwellenwerte, wie die Untersuchung der DLR 2004 zeigt, deutlich höher (siehe oben). Werte in der Richtlinie der WHO (BERGLUND et al. 1999) wie auch des Interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundsamt (1982), die auch in den Einwendungen angeführt wurden, mit Maximalpegeln von 40 dB(A) stellen keine Grenzwerte der Belastbarkeit dar, sie weisen eine Zielvorstellung aus, die einen sicheren Bereich umschreibt, in dem auch andere Schalleffekte in der Nacht kaum noch lärmbedingt auftreten.

So ist der von Jansen verwendete Grenzwert unter dem Aspekt der Gesundheitsgefährdung von 6 x 60 dB(A) innen auch auf Grund anderer Untersuchungen nicht abzulehnen. Als Innenraumpegel ist er als kritischer Toleranzwert auch in der sogenannten Synopse aufgenommen worden. Er zwingt bei Überschreitungen zum Handeln, da dann die Möglichkeit gesundheitlicher Beeinträchtigungen nicht abzuweisen ist und weitere negative Wirkungen wahrscheinlich sind.

Unter Vorsorgeaspekten sollte jedoch der in der Synopse genannte Präventivwert von 13 x 53 dB(A) pro Nacht nicht überschritten werden. Auf der Grundlage von Untersuchungen von GRIEFAHN (1990) unter Berücksichtigung des Streubereiches und auch SPRENG

(2001) kann ein Maximalpegel von 53 dB(A) angenommen werden, bei dem es nicht zu zusätzlichen lärmbedingten Reaktionen kommt, die einen negativen Effekt sowohl kurzfristig auf den nächsten Tag oder langfristig ausüben können. Andere Autoren nennen 55 dB(A) als einen Wert, bei dem mit Aufwachreaktionen zu rechnen wäre (HOFMANN 1991, MASCHKE im lärmmedizinischen Gutachten für den Flughafen Hamburg).

Wie bereits erwähnt, sind Maximalpegelhäufigkeiten die entscheidenden Kriterien für die Wirkungen des Schalls in der Nacht. Der energieäquivalente Dauerschallpegel spielt eine geringere Rolle. Er ist jedoch bedeutungsvoll für das Wiedereinschlafen nach Aufwachen und kann auch eine Rolle spielen bei der Beurteilung des Lärmniveaus innerhalb der Isophonen von 6 x 60 bzw. 13 x 53 dB(A). Deshalb schlagen die Autoren der Synopse vor, innerhalb der Konturen der Maximalpegelhäufigkeiten auch noch den Leq bei Bedarf heranzuziehen. Auch Lärmschutzmaßnahmen können diesen Pegel einbeziehen. Es soll jedoch nochmals betont werden, dass die Maximalpegel die entscheidenden Kriterien sind. In der Literatur angegebene Begrenzungswerte mit Hilfe des Leq variieren erheblich und liegen auch überwiegend für den Straßenverkehr vor. Die Angaben bewegen sich meist zwischen 32 und 45 dB(A). Ein Leq von 40 dB(A) innen ist unter dem Gesichtspunkt eines kritischen Toleranzwertes handlungszwingend, ein Leq von 35 dB(A) ist unter präventiven Gesichtspunkten grundsätzlich zu sichern in den Bereichen mit den entsprechenden Schallpegelhäufigkeiten.

Jansen geht in seinen Kriterien für die Nacht vom Schallpegel am Ohr des Schlafers aus. Dies ist zu unterstützen. Dadurch wird natürlich eine erhebliche Streubreite der Beziehung zwischen Außenpegel und diesem ohrbezogenem Pegel möglich. Die Kritik von Einwendungen beruhen aber vor allem auf dem von ihm angesetzten Dämmmaß eines angekippten Fensters von 15 dB. Es wird angeführt, dass ein solches Dämmmaß nur 6 bis 10 dB betragen könne. Es wird teilweise angemahnt, dass das Schalldämmmaß mit den Pegeldifferenzen zwischen außen und innen verwechselt wurde. Auf Berechnungen wird Dr. Lehmann in seiner Stellungnahme eingehen. Es ist zu unterstreichen, dass ein angenommenes Dämmmaß immer nur eine Durchschnitts- und Hilfsgröße darstellen kann, da die Dämmung von vielen Faktoren abhängt, so von der Schallcharakteristik, der Schalleinwirkung auf das Haus/ Fenster, die Fenstergröße, die Spaltbreite, die Raumcharakteristik, die Art des Fensters und vieles andere. Für

einen Musterraum berechnet Dr. Lehmann (siehe Stellungnahme in diesem Verfahren) bei einer Spaltbreite von Maximal 8 cm eine geringfügig unter 15 dB liegende Dämmung, bei einem relativ großen Fenster in Relation zum Raum. Solche Berechnungen beruhen immer auf einer Reihe von Annahmen. In der kürzlich erfolgten vorläufigen Veröffentlichung der DLR-Studie „Leiser Flugverkehr“ (2004) wurden in jeweils 9 Nächten bei 64 Personen zu Hause eine mittlere Pegeldifferenz von 28 dB(A) bei geschlossenen Fenstern, von 18 dB(A) bei gekippten und von 13,5 dB(A) bei geöffneten Fenstern zwischen Außenpegeln und Innenpegeln gemessen (am Ohr des Schläfers).

Auch die Autoren der Synopse gehen von einer Dämmwirkung des gekippten Fensters von 15 dB(A) aus. In der Mediation zum Flughafen Frankfurt wurde ebenfalls eine Dämmung eines angekippten Fensters von 15 dB(A) angenommen, nicht wie in manchen Einwendungen von 10 dB(A) aufgeführt.

Es kann demnach nicht davon die Rede sein, dass Jansen von falschen Dämmvoraussetzungen eines gekippten Fensters ausgegangen ist. Bei Spaltlüftungen mit einer geringeren Öffnungsbreite ist von noch höheren Dämmmaßen auszugehen.

Den Beantwortungen der Einwendungen durch den Antragsteller kann teilweise gefolgt werden. Inzwischen ergeben sich neuere Erkenntnisse und Empfehlungen, die in diese Stellungnahme eingeflossen sind.

### 1.1.1.1.3 Mögliche pathophysiologische und pathologische Reaktionen (Überschrift vom Autor geändert)

#### 1.1.1.1.3.1. Bluthochdruck, Herz-Kreislaufkrankungen und andere Erkrankungen (Überschrift vom Autor geändert)

Die Einwendungen zur Problematik lärmbedingter Gesundheitsschäden sind im Gliederungspunkt 4.10.4. zusammengefasst. Teilweise finden sich auch in anderen Gliederungspunkten Beziehungen zur möglichen Krankheitsentstehung durch Lärm. Ausgewählte Einwendungen und entsprechende Antworten des Antragstellers werden nachfolgend aufgeführt, dann erfolgt wiederum zu dieser Problematik eine übergreifende Stellungnahme.

4.10.4.0015

*Einwendung, Infarkt steigt bei 65-70 dB (A). Ähnliche Einwendungen auch von anderen Einwendern mit niedrigeren Schallpegeln.*

**Die Aussage, dass das Infarktrisiko tendenziell steigt oberhalb von einem Bereich von 65-70 dB(A) ist zuzustimmen. Die - unerlaubte - Umrechnung des Kriteriums 19 x 99 für Gefährdung weist einen Wert von Mittelungspegel von 76 dB(A) auf, was mit dieser Aussage übereinstimmt.**

4.10.4.0016

*Befürchtet wird eine Gefährdung und systematische Schädigung durch energiereichen Infraschall (1 Hz und darunter; Interferenzfrequenz bei Flugzeugmotoren) durch Beeinträchtigung des Herzkreislaufsystems (Beklemmung, Atemnot und Herzschmerzen). (698)*

**Ist nicht zu erwarten, nur bei hohen Intensitäten nach Ising.**

4.10.4.0067/68

*Für verschiedene Krankheiten, vor allem mit allergischen, psychischen/ neurologischen und psychosomatischen Krankheitsbildern und Geschwulstkrankheiten, werden nachteilige Auswirkungen des Vorhabens (Lärm, Schadstoffe, Angstreaktionen, Einschränkung der Raumlüftung; kein offenes Fenster) auf den bestehenden KRANKHEITSZUSTAND bzw. NEUERKRANKUNGEN befürchtet:*

*-ALLERGIEN*

*Pollenallergie, Kreuzallergien, Hausstauballergie, Milchzuckerallergie, allergische Konjunktivitis, Asthma, Heuschnupfen (Rhinitis allergica) und andere allergische Krankheitsbilder*

Es werden weitere Erkrankungen genannt, die auch bei anderen Einwendungen eine Rolle spielen.

**Die durch den beantragten Ausbau des Flughafens zu erwartenden Lärm- und Schadstoffbelastungen sind in den Gutachten M8/M9 und M10/M11 dargestellt und entsprechend der aktuellen Rechtslage und dem Stand der Wissenschaft bewertet.**

**In dem humantoxikologischen Gutachten (M 11) sind für die Einzelsubstanzen die verschiedenen möglichen gesundheitlichen Effekte ausführlich besprochen. Bei der Bewertung der errechneten Immissionskonzentrationen der Einzelsubstanzen kann anhand nationaler und internationaler Kriterien keine gesundheitliche Beeinträchtigung der Bevölkerung angenommen werden. Es wird in den Einzelkapiteln und in der zusammenfassenden Bewertung ausführlich dargestellt, dass die zusätzlichen Immissionskonzentrationen im wesentlichen im Bereich der Irrelevanzschwelle liegen.**

**Wie in dem lärmmedizinischen Gutachten dargestellt sind die in der Argumentation aufgezählten Krankheitszustände lärmrelevant, insbesondere für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Ohrenerkrankungen sowie Schlaflosigkeit. Die übrigen Krankheitsbilder weisen nähere Verbindungen zu anderen Ursachen auf. Für die hier genannten Herz-Kreislauf-, Ohren- und Darmerkrankungen sowie Beeinträchtigung des natürlichen Nachtschlafes ist in Kapitel 2 eingehend berichtet worden. Die aus diesen Darstellungen entwickelten Kriterien dienen zur Beurteilung, ab wann Gesundheitsbeeinträchtigungen nicht mehr auftreten. Es lässt sich überdies mit Sicherheit sagen, dass bestimmte Erkrankungen, beispielsweise Krebs, Haut-, Augen- und Atemwegserkrankungen keine kausalen Beziehungen zur Lärmbelastung aufweisen.**

4.10.0069

*PSYCHISCHE ERKRANKUNGEN*

*Angstzustände bei Überflug aufgrund traumatischer Erlebnisse (z.B. im Zusammenhang mit Kriegserlebnissen), chronische somatoforme Störungen mit Unruhezuständen, Depressionen, Klaustrophobie bei geschlossenen Fenstern und Raumlüftern, Fluchträume, erhöhte Suizidgefahr*

**Die durch den beantragten Ausbau des Flughafens zu erwartenden Lärm- und Schadstoffbelastungen sind in den Gutachten M8/M9 und M10/ M11 dargestellt und entsprechend der aktuellen Rechtslage und dem Stand der Wissenschaft bewertet.**

4.10.4.72

*Für verschiedene Krankheiten, vor allem mit allergischen, psychischen/ neurologischen und psychosomatischen Krankheitsbildern und Geschwulstkrankheiten, werden NACHTEILIGE AUSWIRKUNGEN des Vorhabens (Lärm, Schadstoffe, Angstreaktionen, Einschränkung der Raumlüftung; kein offenes Fenster) auf den bestehenden KRANKHEITSZUSTAND bzw. NEUERKRANKUNGEN befürchtet:*

*- HERZ-KREISLAUF-ERKRANKUNGEN*

*vor allem erhöhtes Infarkt-Risiko, insbesondere bei älteren Menschen und Bluthochdruck-Patienten infolge lärmbedingter Störungen vor allem durch Fluglärm; erhöhtes Risiko bei Patienten mit Herzfehlern; ischaemische Herzerkrankung und Koronainsuffizienz; arterielle Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, Koronare Dreifäßerkrankung-Dreifach-ACVG), Angina pectoris, Kreislaufbeschwerden seit einer Struma-Operation (9140), Verschlimmerung von Herzrhythmusstörungen.*

4.10.014 gegen 19 x 99

*Der im lärmmedizinischen Gutachten M 8 genannte "Grenzwert für (vegetative) Übersteuerung 19 x Lmax = 99 dB(A) " ist in der Lärmwirkungsforschung seit Jahrzehnten heftig umstritten und seine wissenschaftlich exakte Ermittlung wird von verschiedenen Spezialisten des*

*Fachgebietes angezweifelt. Neuauswertungen des zugrundeliegenden Datenmaterials führen zu niedrigeren Übersteuerungskriterien. Die Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung führten das OVG Koblenz zu der Entscheidung, die enteignungsrechtliche Zumutbarkeitsschwelle bereits bei 17maliger Überschreitung von Spitzenpegeln von mehr als 90 dB(A) am Tage anzusetzen (OVG Koblenz, Urteil vom 6.5.98 - 1U1568/93, S. 15). (8881)*

**Es ist unrichtig, dass der Grenzwert für vegetative Übersteuerung seit Jahrzehnten heftig umstritten ist und seine wissenschaftliche exakte Ermittlung von verschiedenen Spezialisten angezweifelt wird. Es ist lediglich eine Interessengruppe, die diese Zweifel immer wieder vorbringt. Die zwischenzeitlich vorgenommene Neuauswertung muss insofern zurückgewiesen werden, als wesentliche Aussagen in den grundlegenden Arbeiten, die zu dem Kriterium geführt haben, von den Überprüfern außeracht gelassen worden sind. Hierzu gehört insbesondere die Bandbreitenabhängigkeit der vegetativen Reaktion, die überhaupt nicht zur Kenntnis genommen wird. Es wird lediglich nach rein physikalisch-akustischen Regeln eine neue Berechnung durchgeführt, die aber mit den Experimentalbefunden nicht mehr in Übereinstimmung stehen. Das vom OVG Koblenz festgelegte Kriterium von 17 x 90 ist ein willkürlich postuliertes Kriterium, welches man nur unter dem Gesichtspunkt, dass der Übersteuerungs- und damit Gefährdungswert erheblich unterschritten werden soll, gerechtfertigt werden soll.**

## **Stellungnahme**

Eine Vielzahl von Einwendern mahnt die konkrete Gesundheitsgefährdung und die Entstehung von Krankheiten für Lärmbetroffene im Umfeld von Flughäfen an. Gesundheit ist das wesentlichste Schutzgut gegenüber Umwelteinflüssen und spielt deshalb auch in den Diskussionen eine vordergründige Rolle. Dabei geht es nahezu immer um die Verhütung von Krankheiten.

Die Einwendungen beziehen sich insbesondere auf

- die Verursachung oder/und Verschlimmerung von den verschiedensten Erkrankungen, wobei im Vordergrund die Herz-Kreislauf-Erkrankungen stehen,
- die im Verfahren durch das Gutachten M 8/ M 9 empfohlenen Begrenzungswerte, da bei speziell gegen das sogenannten Jansen-Kriterium 19 x 99 dB(A), das auch bei anderen Einwendungsinhalten angegriffen wird,
- den Infraschall und seine Wirkungen,
- die Kombination mit Schadstoffen und anderen Einwirkungen aus dem Flughafenbetrieb.

*Krankheit* - als das Gegenteil von Gesundheit - ist ein regelwidriger, körperlicher und/oder geistiger Zustand, der - unter versicherungsrechtlichen Gesichtspunkten - zur Arbeitsunfähigkeit und/oder zur Behandlungsnotwendigkeit führt. Gesundheit wäre dann als das Nichtvorhandensein von Krankheit zu verstehen. Doch bereits die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definierte 1946 die Gesundheit als einen Zustand vollkommenen körperlichen, psychischen und sozialen Wohlbefindens (well-being) und nicht allein als Fehlen von Krankheit und Gebrechen. Diese Zielvorstellung politischen Handelns macht deutlich, dass Gesundheit und Krankheit nicht nur als Alternativen aufzufassen sind. Das Schutzgut Gesundheit besteht nicht nur in der Vermeidung von Krankheit, sondern beinhaltet auch den Erhalt der Fähigkeit zur Bewältigung von Umwelтанforderungen und damit zur Entwicklung und Erhaltung physischer, psychischer und sozialer Funktionen, wie das bereits eingangs als Grundlage für diese Stellungnahme angeführt wurde. Auch die anderen, in dieser Stellungnahme behandelten Schutzziele haben eine Beziehung zu einer so verstandenen Gesundheit. In diesem Gliederungspunkt wird sich nur der Frage Lärm und Krankheit gewidmet. In den Einwendungen wurde auch die Wirkung der Schadstoffe genannt, teilweise in Kombination mit den Lärmeinwirkungen. Im Folgenden steht die Lärmwirkung im Vordergrund. Abschließend wird auf die Kombinationswirkungen eingegangen. Die Wirkungen der Schadstoffe werden jedoch anderweitig abgehandelt.

Häufig wird nicht berücksichtigt, dass die Wertung der Beziehungen zwischen einem möglichen Risiko und einer Erkrankung nach den wissenschaftlichen Plausibilitätskriterien für die Kausalität (ursächliche Beziehung) einer Beziehung zu erfolgen (z.B. HILL 1965) hat. Dabei

werden die Stärke der Beziehung, die Einheitlichkeit der wissenschaftlichen Studien, die Spezifität der Wirkungen, die Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die Erklärungsmöglichkeit durch einen Mechanismus, die Übereinstimmung mit bekannten Fakten und Gesetzmäßigkeiten, die experimentelle Bestätigung, die Analogie zu vergleichbaren Effekten aus anderer Ursache herangezogen. Werden diese Kriterien nicht erfüllt, so liegen nach wissenschaftlicher Herangehensweise Vermutungen bis Spekulationen vor. Gerade in der Lärmwirkungsforschung, in der nicht nur medizinische und naturwissenschaftliche Wissenschaftler zur Gesundheit forschen, wird häufig gegen dieses Prinzip verstoßen. Es werden Einzelergebnisse nicht richtig gewertet, verabsolutiert und nicht mit den vorher genannten Kriterien der Plausibilität geprüft.

Kriterium für die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen ist die Adversität (Scientific Expert Group der USA, 1994), wofür es bestimmte Kriterien gibt.

Zweifelsohne ist Lärm wie auch andere Belastungen des Menschen ein unspezifischer Stressor, der bestimmte Anpassungsmechanismen auslöst. Da diese ebenfalls unspezifische Merkmale haben, können vielfältige Wirkungen auftreten. Als krankheitsauslösende Mechanismen werden häufig Stressvorgänge genannt, wobei ich mich hier nur auf die körperlichen Veränderungen dieses Mechanismus konzentrieren möchte. Die im Rahmen eines Stressgeschehens ausgelösten vegetativen, hormonellen Stoffwechsel-, immunologischen, motorischen Veränderungen sind Ausdruck der Aktivitäten des Lebewesens, mit seinen Umwelтанforderungen fertig zu werden. Sie dienen der Mobilisation und der Vorbereitung des zielgerichteten Handelns. Sie sind erst einmal Ausdruck eines gesunden Lebens. Bei Überbeanspruchung, Unabgestimmtheit, mangelnden Gegenregulationsmöglichkeiten des Individuums können sie unter bestimmten Voraussetzungen krank machende Bedeutung erlangen. Die durchaus unterschiedlich beantwortete Frage in der Lärmwirkungsforschung ist, ob Schall eine solche krank machende Veränderung dieser Prozesse erzeugen kann. Voraussetzung für die Bejahung einer Kausalität zwischen Lärm und Krankheit ist eben auch der Nachweis der entsprechenden pathophysiologischen Mechanismen.

Einer der angeschuldigten Mechanismen geht über die sogenannten Stresshormone Cortisol und Katecholamine mit ihren vielfältigen Wirkungen im Organismus. Darauf wird bei der Beantwortung der Einwendung zu dieser Problematik ausführlich eingegangen. Häufig wer-

den auch Stoffwechselveränderungen, die mit Hormonen und dem Vegetativum zusammenhängen können, als solche pathophysiologischen Mechanismen insbesondere für Herz-Kreislauf-Erkrankungen benannt. Deshalb ist auch hier wieder die Frage, ob Lärm solche pathophysiologischen Mechanismen kausal auslösen kann, die auch längerfristig bestehen bleiben und schließlich zu einer definierten Krankheit führen.

Die akuten, unmittelbaren Einwirkungen unter Belastungen, z.B. Lärm gehen meist in die gleiche Richtung wie ein atherogenes, gefäßwandveränderndes Risiko. Es kann zu Veränderungen der Viskosität des Blutes, der Zusammenballungsfähigkeit der Thrombozyten, zur Erhöhung von Cholesterol und anderen Fettstoffwechselfparametern, zur Erhöhung des Fibrinogens und der Glukose im Blut, auch zu Elektrolytveränderungen u. a. kommen. All diese Veränderungen werden auch durch andere, aktivitätserhöhende Einflussfaktoren ausgelöst. Solche Stoffwechselveränderungen werden als Risikofaktoren für Herz-Kreislaufkrankungen bezeichnet. Besser wäre die Bezeichnung Risikoindikatoren, da sie ein Risiko anzeigen, aber offen lassen, wodurch dieses erzeugt wird.

Ihre Bedeutung für langfristige Veränderungen unter anhaltendem, ständig wiederkehrendem Lärm mittlerer Pegel ist jedoch weitgehend unklar. So ist es nicht verwunderlich, dass eindeutige, statistisch signifikante, wiederholbare Wirkungen von Lärm auf diese Parameter bei Langzeitexponierten kaum nachzuweisen sind. Die Speedwell- und Caerphilly-Studien sind standardisierte Lärmwirkungsstudien in vergleichbaren Gegenden (Abb. 1). Es zeigten sich hinsichtlich aller Parameter bis auf die Plasma-Viskosität keine signifikant *einheitlichen* Veränderungen, obwohl die Methodik weitgehend identisch war. Die Odds Ratios, Maß für das Risiko, für Glucose, Leukozytenzahl, Fibrinogen, HDL-Cholesterol, Gesamt-Cholesterol, systolischer Blutdruck weisen in beiden Studien sogar entgegengesetzte Tendenzen auf.

Abb. 1: Klinisch-chemische und vegetative Veränderungen in Abhängigkeit von der Lärmbelastung (Leq 51-55 dB(A) im Vergleich zu 66-70 dB(A) in den Wohngebieten, zusammengefasst nach BABISCH et al. (1993)

Beim Umweltlärm besteht wie in anderen Bereichen mit geringen Belastungsdosen zunehmend das Problem, dass die Ansprüche an das Verständnis komplexer physiologischer und pathophysiologischer Prozesse ebenso steigen wie die Rolle des Individuums und des Individuellen. Für den Einzelnen lassen sich Wirkungen nicht prognostisch vorhersagen. Deshalb ist es von grundlegender Bedeutung für die Lärmwirkungsforschung,

- keine isolierte Lärmwirkungsbewertung vorzunehmen, ohne diese in die gesamte Belastungsforschung und deren Ergebnisse einzuordnen,
- keine isolierte Parameterdiskussion als Risiko zu führen, sondern sie einzuordnen in das gesamte Wirkungsgefüge einer Anpassung oder Fehlanpassung.

Zweifelsohne kann Lärm zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, auch wenn die Mechanismen nicht bekannt sind bzw. nur vermutet werden. Deshalb müssen lärmindernde Strategien prinzipielle gesellschaftliche Strategien sein. Doch kann das nicht mit Unsachlichkeit, Risikoerzeugung und Fehlinformationen verbunden werden, weil dadurch nicht nur das Risiko steigt, sondern auch die Glaubhaftigkeit der Wissenschaft sinkt.

Zum Problem der weitgehend fehlenden statistischen Signifikanz dieser empirischen Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen Lärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen stellt der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Sondergutachten zu Umwelt und Gesundheit (1999) fest: „...Den dargestellten Studien mangelt es wegen zu geringer Fallzahlen in den Gruppen mit hoher Lärmexposition an ausreichender Teststärke; die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant... Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann daher nicht abschließend dazu Stellung genommen werden, ob Umweltlärm bei der Entstehung von ischämischen Herzkrankheiten eine mitverursachende Rolle spielt.“

Zusätzliche Faktoren wie soziale Schicht, genetische familiäre Belastung, Ernährungsge-wohnheiten, Verhaltensweisen, Bewegungsmangel, Diabetes mellitus, Rauchen, Übergewicht stellen weitaus signifikantere Einflussfaktoren für eine ischämische Herzkrankheit als Lärm dar. Nach einer Übersicht von OMURA et al. (1996) sind mittlerweile rund 177 Risikofaktoren identifiziert worden, denen eine mitverursachende Rolle bei der Genese von kardiovaskulären Erkrankungen zugeschrieben wird. Lärm kann, wie alle anderen Belastungen, in dem unspezifischen Stressgeschehen einer multifaktoriellen Genese von Herz-Kreislaufkrankungen eine Rolle spielen; mehr ist bisher nicht bewiesen. So kommen nahezu alle wissenschaftlichen Übersichtsarbeiten heute zur Aussage, dass wissenschaftlich eine Kausalbeziehung zwischen Umweltlärm und Herz-Kreislaufkrankungen nicht bewiesen ist [THOMPSON 1993, GRIEFAHN 1991, PASSCHIER-VERMEER 1993, JOB 1996, SCHWARZE 1996, MORELL et al. 1977, KRISTENSEN 1998, SCHEUCH 2000, WEBER 2000, BABISCH 2000, VAN KEMPEN et al. 2002]. Aus Sicht der Lärmwirkungsforschung ist leider festzustellen, dass bei allen, weltweit durchgeführten klinisch-epidemiologischen Studien zu den Ursachen von Herz-Kreislaufkrankungen der Umweltlärm nahezu keine Rolle spielt.

Vor wenigen Tagen wurde über das Umweltbundesamt (WaBoLu 02/04) der Forschungsbericht 297 61 003: Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myocardinfarkt, Ergebnisse der „NaRoMi-Studie“ veröffentlicht. Es wurden teilweise signifikante Beziehungen zwischen Lärm und Herzinfarkt bei Patienten in Krankenhäusern festgestellt. Eine fundierte Stellung-

nahme kann noch nicht erfolgen. Es ist nur verwunderlich, dass in dem Vorwort formuliert wird: „Deutlich muss festgestellt werden, dass die verantwortlichen Wissenschaftler des Umweltbundesamtes und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Berlin, der Vorgehensweise der Charité (Auftragnehmer der Gutachter) bei den verkehrslärmbezogenen Auswertungen in weiten Teilen nicht folgen (BABISCH, Fachbegleiter im Umweltbundesamt). Seitens des Umweltbundesamtes und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden Korrekturrechnungen durchgeführt. Letztendlich führt auch diese Studie nicht zu einer anderen Wertung, dass entsprechend eine Reihe von Expertengruppen die Evidenz der Beziehungen zwischen Lärm und Herzinfarkt zwischen „begrenzt“ und „hinreichend“ einzustufen ist (BABISCH 2000 und 2004, PASSCHIER-VERMEER 1999). Deshalb sind unter Vorsorgeaspekten Regelungen zu treffen, auf die weiter unten eingegangen wird.

Im Vordergrund bisheriger Untersuchungen standen Herz-Kreislauf-Erkrankungen unter Lärmeinfluss. Weiterhin werden psychische Störungen, psychiatrische Behandlungen, Medikamentenverbrauch, Schwangerschaftsbeeinflussung einschließlich Auswirkungen auf Geburtsparameter, Tinnitus (Ohrgeräusche), aber auch Krebs, allergische Erkrankungen, vorzeitige Sterblichkeit u.a. diskutiert.

Die zu psychiatrischen Erkrankungen, Medikamentenverbrauch in lärmbelasteten Wohnbereichen vorliegende Literatur ist weit verstreut und uneinheitlich. In einer Zusammenfassung kommen STANSFELD (1992) zu dem Ergebnis, dass es keine gesicherten Beziehungen, beispielsweise zwischen Lärm und psychiatrischen Erkrankungen gibt. Es ist auch nicht bewiesen, dass Lärm über die Belästigung zu einem erhöhten Medikamentenverbrauch, insbesondere zu einem erhöhten Schlafmittelverbrauch führt. Ebenfalls konnte die Beziehung zwischen Lärmbelastung und häufigerem Arztbesuch nicht zwingend nachgewiesen werden.

Dagegen sind die subjektiven Beschwerdekongstellationen oder die über Fragebögen erfassten Angstsituationen sehr viel enger mit dem Lärmerleben bzw. mit der erlebten langfristigen Lärmbelastung in einen Zusammenhang zu bringen. Entsprechend des Kausalitätsbedürfnisses des Menschen werden subjektive Befindensbeeinträchtigungen häufiger äußeren Einwirkungen zugeordnet. Es widerspiegeln sich auch gewisse Grundeinstellungen und Beantwortungstendenzen in solchen Fragebögen zur Wertung äußerer Einflüsse und zur Wertung des

Befindens wieder. Aus Schweden ist bekannt (GROTVEDT 1990), dass psychische Erkrankungen zum Nachbarschaftslärm in einer engeren Beziehung stehen, jedoch nicht zu anderen Lärmquellen.

Bei den Erkrankungen durch Lärm wird auch manchmal die Entstehung von Krebs durch Lärm diskutiert. Ein ursächlicher Zusammenhang ist beim gegenwärtigen Kenntnisstand zur Pathogenese von Cancerogenität unwahrscheinlich. Zusammenhänge zwischen Durchblutung (die - wie oben ausgeführt - durch Lärm beeinflusst werden kann) und Stoffwechsel einerseits und krebsrelevanter Zellentartung andererseits lassen sich nur theoretisch herstellen, weil Lärm auf die Durchblutung wirkt. Der unspezifische Reiz „Lärm“ ist allerdings vergleichsweise schwach, so dass ein Zusammenhang höchst unwahrscheinlich ist.

Einen interessanten Ansatz realisieren MASCHKE et al. (2003) in einer Studie zur Prävalenz ärztlicher Behandlungen in Abhängigkeit von der Verkehrslärmbelastung der Probanden in Berlin-Spandau, in dem sie zwischen Tages- und Nachtlärmbelastung in den Wohngebieten differenzierten. Sie beschrieben bei Bezug zum *nächtlichen äquivalenten Dauerschallpegel über 55 dB(A)* ein erhöhtes Risiko für ärztliche Behandlungen wegen erhöhter Blutfette (OR 1,5, CI 0,9 - 2,5, nicht signifikant), für Asthma bronchiale (OR 1,5, CI 1,0 - 2,5, signifikant), von Krebserkrankungen für die Periodenprävalenz (Behandlung im Zeitpunkt zwischen den Untersuchungszeiträumen des Spandauer Gesundheitssurveys), jedoch nicht für die Lebenszeitprävalenz, OR = 4,2, CI = 0,9 - 20,0 (nicht signifikant). Kein wesentlicher Zusammenhang wurde zwischen nächtlicher Lärmbelastung über 55 dB(A) und der ärztlichen Behandlung gegenüber Schilddrüsenerkrankungen, chronischer Bronchitis, Migräne, Diabetes mellitus, Allergieneigung gefunden. Für die Risikointerpretation ist die *Anzahl der Fälle und Kontrollen* bei den einzelnen Erkrankungsgruppen relevant, was leider in der mir zur Verfügung stehenden Publikation nicht angegeben ist. Es werden nur statistische Relativitätsmaße angegeben. Solche größer angelegten epidemiologischen Studien sind immer mit Schwierigkeiten verbunden, die mit einer Einschränkung der Verallgemeinerung einhergehen. So wurde der nächtliche Lärmpegel anhand der Lärmkarten der Stadt bewertet, die ärztlichen Behandlungen wurden subjektiv angegeben (ein besseres Kriterium jedoch als subjektive Angaben zu einer Erkrankung wie in den meisten Studien). Erkrankungen, die medizinisch inhaltlich zusammen

gehören, zeigen teilweise ein differentes Verhalten, die Perioden- und Lebenszeitprävalenz hängen naturgemäß statistisch eng zusammen, weisen jedoch teilweise unterschiedliche Ergebnisse auf, die inhaltlich und medizinisch nicht zu erklären sind. Ein Beweis der Kausalität von den angeführten Erkrankungen und Lärmeinwirkungen ist mit diesen Untersuchungen auch nicht gegeben. Als Risikopopulation wird eine Wohngegend mit einem Nacht-Leq von  $> 55$  dB(A) angesehen. Sollten gesicherte Ergebnisse sich bei diesem Herangehen zeigen, dann unterstreichen sie auch den von mir gewählten zusätzlichen präventiven Richtwert in der Nacht von  $L_{eq3} = 55$  dB(A) im Außenbereich (siehe Kapitel Schlafstörungen, 1.1.1.1.2.). Für Fluglärm wurden übrigens keine Zusammenhänge gefunden, wobei auch die Anzahl der Personen geringer war.

In den Einwendungen wurden weitere mögliche Gesundheitsschäden genannt. So wird in der Einwendung 4.10.4.0031 wie auch in einigen anderen auf eine verringerte Lebenserwartung unter Lärmeinwirkung hingewiesen. MORELL et al. (1997) kommen in ihrer Übersichtsarbeit zur Schlussfolgerung, dass wenn überhaupt Unterschiede der Lebenserwartung um Flughäfen festgestellt wurden, andere Faktoren dafür anzuschuldigen waren und nicht der Lärm. Bei Nachuntersuchungen in dem Bereich, der von den Einwendern zitiert wurde, bestätigten sich diese Ergebnisse auch nicht. An anderen Flughäfen zeigte sich unter Berücksichtigung der möglichen weiteren Einflussfaktoren ebenfalls keine kausale Beziehung zwischen Lärm und Lebenserwartungsverkürzung. Dies trifft ebenfalls auf berufliche Lärmeinwirkungen mit einem deutlich höheren Pegel zu.

Erkrankungen, die in den Einwendungen 4.10.0.0036 - 0048 und 0070 genannt wurden, wie Alzheimer, Autismus, Epilepsie, Parkinson, Multiple Sklerose, Augenerkrankungen wie Glaukom (0071), Erkrankungen der Wirbelsäule und Gelenke, Knochen, Arthrose, Morbus Bechterew, Spondylose (0075), geriatrische Erkrankungen (0076) sind nicht auf Lärm zurück zu führen. Lärm spielt bei nahezu allen diesen Erkrankungen auch keine Rolle in einem multikausalen Geschehen. Keinerlei Beziehungen gibt es auch zur Zeugungsfähigkeit und zur Fruchtbarkeit von Kindern (?), die in den Einwendungen angeführt wurden.

Bei den Erkrankungen sind auch Kombinationseffekte von Lärm mit den Luftschadstoffen durch den Flugbetrieb zu diskutieren, wie das von Einwendern getan wurde. Es gibt sehr wenige Untersuchungen, die einen solchen Effekt untersuchen. Das liegt einmal daran, dass die vor genannten Plausibilitätskriterien kaum zutreffen, die Luftschadstoffkonzentrationen durch Flugverkehr relativ gering sind.

Neuerdings wird eine Studie von ISING et al. (2003) vorgelegt, in denen von ärztlichen Diagnosen chronischer Haut- und Atemwegserkrankungen bei über 400 Kindern berichtet wird. Danach soll die Ausprägung der Symptome der erkrankten Kinder nicht nur von der Höhe der Belastungen durch Luftschadstoffe sondern auch von der Höhe der Lärmbelastungen abhängen, wobei die Höhe der jeweiligen Belastungen von den Autoren nicht gemessen, sondern von den Eltern und von den Kindern wie auch die ärztlichen Diagnosen erfragt wurden. Die Autoren dieser Studie empfehlen, dieser Frage gezielt nachzugehen.

In den Gutachten M 10 und M 11 werden die zu erwartenden Schadstoffkonzentrationen durch die Veränderung des Flugbetriebes dargestellt. Die Konzentrationen am Flughafen Schönefeld sind aus umweltmedizinischer Sicht gering. Der pathophysiologische Mechanismus der in Frage kommenden Schadstoffe ist ein anderer als der durch Schall ausgelöste. Kombinationseffekte über immunologische Wirkmechanismen lassen sich bisher nicht wissenschaftlich nachweisen.

Man kann heute zusammenfassend sagen, dass die Gegenregulationsmechanismen organischer Funktionen erheblich wirksamer und anpassungsfähiger sind als angenommen. Dies trifft für Gesunde zu. Eine Gefährdung resultiert nicht aus einer isolierten Betrachtung einer Reaktion des Organismus oder einer isolierten Betrachtung einer Belastungsform, z.B. des Lärms, sondern es müssen zusätzlich weitere Komponenten als Risikofaktoren oder -konstellationen hinzukommen. Seitens der EU wurde kürzlich eine neue Lärmschutzrichtlinie für den Arbeitsbereich, in dem die Einflussfaktoren auf kausale Beziehungen zwischen Lärm und einer Krankheit besser zu kontrollieren ist als im Umweltbereich, herausgegeben (EU Lärm 86/188/EWG 2003). Sie orientiert die präventiven Maßnahmen am Schutz des Gehörs. Hinsichtlich anderer Erkrankungen heißt es: „Der derzeitige wissenschaftliche Erkenntnis-

stand über etwaige Folgen von Lärm für die Gesundheit und die Sicherheit reicht nicht aus, um exakte, jegliche Gefährdung ... erfassende Expositionsgrenzen festzulegen, insb. hinsichtlich der extraauralen Lärm-Wirkungen".

Diese Herangehensweise ist aus meiner Sicht für den Umweltbereich nicht zu übertragen. Zweifelsohne kann Lärm zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, auch wenn wir die Mechanismen nicht genau kennen. Unter Vorsorgegesichtspunkten ist Handeln erforderlich. Unabhängig jeglicher Begrenzungswerte müssen deshalb lärmindernde Strategien prinzipielle gesellschaftliche Strategien sein. Es soll nochmals betont werden, dass das nicht mit Unsachlichkeit der Argumentation, Risikoüberbetonung und Fehlinformationen verbunden werden kann unter der Devise, der Zweck heiligt die Mittel, weil dadurch nicht nur Risiko erzeugt wird, sondern auch die Wissenschaft an Glaubhaftigkeit verliert.

Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen [SRU 1999] ist der Meinung, dass „die bisherigen Ergebnisse konsistent einen eindeutigen Trend aufweisen“. Wie bereits angeführt, sind einige Wissenschaftler der Auffassung, dass die Beziehungen speziell zwischen Lärm und Herzinfarkt als „begrenzt“ und „hinreichend“ einzustufen wäre. Außerdem sind unsere Kenntnisse zu umweltbedingten Lärmwirkungen bei bestimmten Risikogruppen, wie Kranke und Ältere aber auch Kinder, unzureichend. Deshalb ist dies unter präventiven Gesichtspunkten auch bei Bewertungsgrenzen zu berücksichtigen. Deshalb sollten auch für den Fluglärm Begrenzungswerte unter dem Gesichtspunkt der Verhütung des Entstehens lärmbedingter Erkrankungen festgelegt werden. Dabei braucht es keine unterschiedlichen Werte für verschiedene Erkrankungen zu geben, da die unspezifischen Mechanismen weitgehend übergreifend sind.

Die Begrenzungswerte für die Nacht (siehe entsprechendes Kapitel 1.1.1.1.2.) decken auch die Vorbeugung des Entstehens von Erkrankungen ab. Deshalb sind nur Tagwerte zu berücksichtigen.

Auch ohne Einbezug der besonders kritischen Nachtbelastung kann die Annahme, dass Lärm bei permanenter Einwirkung eines äquivalenten Dauerschallpegels (6-22 Uhr) von mehr als

70 dB(A) zur Genese von Herz-Kreislaufkrankungen beiträgt, zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht zurückgewiesen werden.

Der Niederländische Gesundheitsrat [HCN 1999] betrachtet den Nachweis einer Risikoerhöhung für Herz-Kreislaufkrankungen durch Verkehrslärm an  $L_m = 70$  dB(A) als hinreichend. Als Schwellenwert für lärmbedingtes Infarktrisiko empfiehlt der SRU [1999]  $L_m = 65$  dB(A).

Eine Gefährdung ist bei einem  $L_{eq\ 16h} = 70$  dB(A) nicht auszuschließen, unter präventiven Gesichtspunkten sollte ein  $L_{eq\ 16h} = 65$  dB(A) eingehalten werden. Diese Werte werden auch in der sogenannten Synopse (GRIEFAHN et al 2002) vorgeschlagen.

Nahezu ausschließlich wird in der epidemiologischen Literatur zur Beziehung zwischen Schall und Krankheit der äquivalente Dauerschallpegel verwendet. Doch auch der Maximalpegel kann zu vegetativen Veränderungen mit Störungspotenz führen. Von hohen Pegeln über 115 dB(A) ist diese Wirkung weitgehend gesichert (siehe auch Kap. 1.1.1.1.1). Auch in den Gutachten M 8 und M 9 werden Maximalpegelhäufigkeiten als Gefährdungskriterium verwandt. In den Einwendungen zu den lärmmedizinischen Gutachten von Jansen, werden immer wieder die von ihm als Lärmgefährdungsgebiet bezeichnete Isophone 19 x 99 dB(A) kritisiert, z.B. 4.10.1.0014, 4.10.4.0035/54/55-61/92, 4.10.8.0026.

Durch akute Schallbelastungen kommt es nach Jansen bei diesen Pegeln zu vegetativen Übersteuerungen, wodurch die Schwelle zu Gesundheitsgefährdungen überschritten wird. MASCHKE und HECHT kritisierten in der gutachterlichen Stellungnahme zu den lärmmedizinischen Gutachten M 8 und M 9, "Ausbau Flughafen Schönefeld" (2000) sowie in der daraus resultierenden Veröffentlichung MASCHKE et al. (2001) vehement die Ableitungen von Jansen. Eine Auseinandersetzung mit diesen Argumentationen erfolgte in der Veröffentlichung von SCHEUCH und JANSEN (2002). Bei diesen Diskussionen spielt der Gesundheitsschutz eine geringere Rolle, es geht stärker um die Auseinandersetzung mit einem Gutachter. Von Belang ist diese Diskussion nicht, da auch beim geplanten Ausbau des Flughafens Schönefeld dieses so genannte Lärmgefährdungsgebiet weder im Ist-Zustand noch in den prognostizierten Fällen besiedelte Gebiete trifft. Auch unter Berücksichtigung anderer Ergebnisse mit

Maximalpegeln unter Einschluss der Arbeitstätigkeit wäre diese Pegelkombination zusätzlich zum  $L_{eq}$  tags als kritischer Toleranzwert heranzuziehen, der zu Maßnahmen zwingt, wenn dadurch im Umfeld überhaupt Betroffenheit erzeugt wird. Eine Umrechnung dieser Maximalpegelhäufigkeiten in einen äquivalenten Dauerschallpegel (hier bei  $19 \times 99 \text{ dB(A)}$   $L_{eq} 76 \text{ dB(A)}$ ) ist Unsinn, da ein vollkommen anderer medizinischer Mechanismus dahinter steht. Eine isolierte Anwendung der Maximalpegelhäufigkeiten ohne den Tagwert für den äquivalenten Dauerschallpegel verbietet sich.

Die Bestimmung von Kriterien für schädigende Maximalpegel von Fluglärmereignissen am Tag zwischen 6 und 22 Uhr ist äußerst schwierig, da vielfältige Schallereignisse auf den Menschen einwirken und die Prozesse auf Einzelereignisse auch schwierig zu erforschen sind. Unter präventiven Gesichtspunkten sollte unter Berücksichtigung der wenigen experimentellen Literatur eine Pegelhäufigkeit von  $L_{max 16h} = 25 \times 90 \text{ dB(A)}$  nicht überschritten werden. Für sensible Gruppen, z.B. Kranke sollten niedrigere Begrenzungswerte gelten (siehe Kapitel 1.1.1.4.). An den grundsätzlichen Aussagen in den Antworten des Antragstellers gibt es keine wesentliche Kritik, auch nicht an den Schlussfolgerungen. Die Datenbasis wurde in der Stellungnahme aktueller und umfangreicher dargestellt.

#### **1.1.1.3.2 Cortisolausschüttung**

Eine Reihe von Einwendungen bezieht sich auf den Cortisolmechanismus im Stressgeschehen, was in den neunziger Jahren aufgrund einer Reihe von Veröffentlichungen intensiv diskutiert worden ist. Daraus werden die lärmbedingten Gefährdungen und Krankheiten abgeleitet, auf die bereits im Kapitel 1.1.1.3.1 eingegangen wurde. Da diese Problematik häufig mit anderen Fragestellungen und Einwendungsrichtungen kombiniert wurde, sollen keine beispielhaften Einwendungen vorangestellt werden.

## Stellungnahme

Eine Vielzahl von Einwendungen beziehen sich bei der Risikobetrachtung von Lärm auf die Rolle von Cortisol und Katecholaminen bei der Krankheitsentstehung. Insbesondere in den neunziger Jahren haben in der BRD die umfangreichen Untersuchungen von Maschke sowie auch Publikationen von ISING und die davon abgeleiteten Begrenzungswerte bei Fluglärm die widersprüchlichen Diskussionen bestimmt.

Es ist zuerst die Frage zu beantworten, ob es bei Lärm, vor allen Dingen alltäglichem, immer wiederkehrendem Lärm zu entsprechenden nachweisbaren Hormonveränderungen kommt. Dabei ist nicht nur das häufig zitierte Cortisol zu betrachten, sondern auch andere Hormone, die im Rahmen des Stressgeschehens eine Rolle spielen können.

Die Ergebnisse zu schallbedingten Wirkungen auf die Nebennierenrinde (Cortisol) und das Nebennierenmark (Katecholamine) sind äußerst unterschiedlich. In der Tabelle 2 sind Ergebnisse von Studien aufgeführt, bei denen die Katecholamine Adrenalin (A) und Noradrenalin (NA) und das Nebennierenrindenhormon Cortisol (oder dessen Derivate) unter Lärmeinwirkung bestimmt wurden. Die Studien sind von ihrem Design her sehr verschieden, es handelt sich um Labor- und um Felduntersuchungen; es wurden die Auswirkungen von Arbeits- oder von Verkehrslärm untersucht; Zeitdauer und Pegel der Lärmbelastung waren unterschiedlich, die Untersuchungen waren teils tags, teils nachts, Bestimmungen der Hormone erfolgten aus dem Blut oder aus dem

Autoren	Jahr	Bedingungen	dB(A)	Katecholamine		Cortisol
				A	NA	
Osada et. al.	1969	Straße, Industrielärm	$L_{\max} = 60$	=	=	∅
Atherley et. al.	1970	Fluglärm/Schreibmaschine	95	∅	∅	↓

Tab. 2: Katecholamin- und Cortisolveränderungen bei Industrie- und Verkehrslärm in Labor- und Felduntersuchungen



---

A = Adrenalin NA = Noradrenalin

Von den 29 Studien mit Adrenalinbestimmung zeigten 6 eine signifikante, 6 eine nichtsignifikante Steigerung, wobei 8 eine Lärmeinwirkung  $>80$  dB(A) aufwiesen, 1 nachts durchgeführt wurde und 2 zusätzlich psychische Belastungen forderten. 17 Studien beschrieben ein Gleich-

bleiben oder Absinken des Adrenalins. Ähnlich waren die Ergebnisse für Noradrenalin: 8 signifikante und 4 nichtsignifikante Erhöhungen, 17 Untersuchungen zeigten ein annäherndes Gleichbleiben des Noradrenalins.

Fast alle Untersuchungen mit Veränderungen der Katecholamine waren 'akute' Untersuchungen bis zur Dauer einer Arbeitsschicht. Wurden Untersuchungen an mehreren Tagen durchgeführt, kam es meist nach anfänglichem Anstieg zu einem Abfall.

Von den 34 Studien mit Cortisolbestimmung unter Lärm führten 6 zu einer signifikanten und 4 zu einer nichtsignifikanten Erhöhung, 21 beschrieben ein weitgehendes Gleichbleiben, 3 eine Senkung des Cortisols. Von den 10 Steigerungen waren 4 Studien mit Lärm über 80 dB(A).

Zusammenfassend ist die Frage, ob es bei alltäglichen, immer wiederkehrenden Einwirkungen von Verkehrsgeräuschen zu relevanten Hormonveränderungen kommt, mit dem gegenwärtigen Wissensstand nicht zu bejahen. Weitere Untersuchungen zu hormonellen Langzeitwirkungen von Lärm unter kontrollierten Bedingungen vor allem unter üblichen Lebensverhältnissen sind zweifellos erforderlich. Wenn MASCHKE et al. (1998) zur Feststellung kommen, dass es 3 Typen von Cortisolreaktionen auf Lärm gibt: Anstieg, Abfall, Gleichbleiben, dann widerspiegelt das weitgehend den gegenwärtigen Kenntnisstand. In der bereits zitierten DL-Studie „Leiser Flugverkehr“ (2004), der bisher umfangreichsten Feldstudie mit Untersuchungen von Hormonen bei nächtlichem Flugverkehr und Lärmeinspielen, wurden auch keinerlei wesentliche Effekte auf Cortisol und Katecholamine festgestellt.

Bei diesem Erkenntnisstand erübrigt sich nahezu die zweite wichtige Frage, welche **pathophysiologische** Bedeutung evtl. auftretende **Veränderungen hormoneller Parameter** unter chronischer, alltäglicher Schalleinwirkung haben.

Eine Hypothese in der Wirkungsforschung ist, dass die durch chronische Lärmeinwirkung hervorgerufenen Cortisolerhöhungen pathophysiologische, krankmachende Bedeutung haben. Lärm ist ein Stressor, deshalb ist diese Frage nur unter Einbeziehung auch anderer Stressuntersuchungen möglich.

Zweifelsohne ist eine Hypercortisolämie, eine andauernde Erhöhung des Cortisolspiegels im Blut, ein pathologischer Zustand. Eine akut produzierte Hypercortisolämie, z. B. durch Pharmaka, bewirkt sofortige Einflüsse auf die Regulation der Lipolyse (Anstieg von Glycerol und freien Fettsäuren im Blut).

Über Wochen und Monate vorgenommene Tierversuche mit verschiedenen Belastungen ohne massive, durch Pharmaka induzierte Cortisolerhöhungen zeigten dagegen bisher uneinheitliche Ergebnisse. Es überwiegt das Gleichbleiben oder sogar die Abnahme des Cortisols in Belastungsphasen. Noch uneinheitlicher sind die Untersuchungen bei Menschen mit chronischem Stress. OCKENFELS [1995] fand bei Arbeitslosigkeit als Modell für chronischen Stress keine Unterschiede in der Gesamtkonzentration von Cortisol und dessen Reaktivität auf alltägliche Stressoren, jedoch ein anderes Tagesprofil. Bestimmte stressrelevante Erkrankungen wie das chronische Erschöpfungssyndrom, das Burnout, bestimmte chronische Schmerzzustände sind mit einer *Verminderung* des Cortisols und einer geringeren Reaktivität auf Belastungen verbunden [HEIM et al. 2000].

Häufig wird bei der Erklärung krankmachender Prozesse die Cortisolwirkung auf die Immunfunktion in den Mittelpunkt gestellt. WILCKENS [1995] kommt zur Feststellung, dass die Rolle der Glucocorticoide, z. B. des Cortisols „zumindest was endogenes Cortisol in physiologischen Konzentrationen betrifft... nicht als immunsuppressiv (Unterdrückung der Immunantwort) sondern als notwendige Voraussetzung für eine koordinierte Immunantwort einzustufen" ist. Es ist also wichtig, zwischen einer Wirkung des Cortisols als physiologischer Gegenregulation u. a. gegen überschießende immunologische Antworten und einer krankhaften sowie durch Pharmaka ausgelösten Immunsuppression zu unterscheiden. Die Hypophysen-Hypothalamus-Nebennierenrindenachse (HHN) mit Cortisolausscheidung wird auch durch krankheitsbedingte Entzündungsparameter aktiviert. Mindestens 10 verschiedene Zytokine lösen eine endokrine Reaktion aus und erlauben dadurch den Tieren das Überleben. Das Immunsystem wirkt nicht nur auf die HHN-Achse, sondern auch auf Cortex und limbisches System [SCHAUENSTEIN et al. 2001].

Andererseits wird den Glucocorticoiden eine Bedeutung im Alterungsprozess zugewiesen. McEwen [1998] formulierte die Glucocortikoidkaskade als eine Hypothese des Alterns. Erhöhte Glucocorticoide bei älteren Ratten würden sich toxisch auf bestimmte Nervenzellen im Hippocampus auswirken, die wiederum diese erhöhte Glucocortikoidausscheidung unterhalten. Beim Menschen ist das bisher nicht nachzuweisen. Auch die tatsächlich vorhandenen Unterschiede der Cortisolreaktionen mit dem Altern, insbesondere bei über 70-jährigen, sind noch unklar hinsichtlich ihrer pathogenen Bedeutung [DODT et al. 1995]. Eine deutlich zu hohe oder zu niedrige Ausscheidung von Cortisol (Hyper- bzw. Hypocortisolismus) stellen ernste Krankheitsbilder dar (Cushing-Syndrom, Morbus Addison). Solche hohen Cortisolspiegel treten jedoch als belastungsbedingte Veränderungen nicht auf. Deshalb ist aus den Wirkungen solch hoher Cortisolspiegel nicht auf gleiche Effekte wie bei Niveauverschiebungen im Normbereich zu schließen.

Die Interpretation, dass Lärm zu Cortisolerhöhungen und diese zu Krankheit führen, ist eine Betrachtungsweise, die zur Einseitigkeit in der Erkenntnisgewinnung geführt hat. Dies wird als 'linearkausaler Monopolismus' [HENNIGSEN 1993], als 'Forschungsreduktionismus' oder 'paradigmatische Krise im Stressbereich' bezeichnet.

Die psychoneuroimmunologischen Forschungen verdeutlichen ganz besonders, dass nicht eine einzelne Veränderung aus einem in seiner ganzen Komplexität erst wenig erfassten homöostatischen Netzwerk herausgerissen und interpretiert werden kann. Gegenwärtig ist in der Medizin ein Durchbruch [SOLOMON 1993] zu verzeichnen, der eine gänzlich andere Herangehensweise der Interpretation belastungsbedingter Veränderungen zum Inhalt hat. Von der Sichtweise nebeneinander und unabhängig funktionierender Systeme gehen der gegenwärtige Forschungsschwerpunkt und die weitere Entwicklung zu einer integrativen Sichtweise miteinander funktionierender Systeme.

Zum anderen sind Katecholamin- oder Cortisolreaktionen sehr selten 'generalisiert'; die verschiedenen Organe können sehr unterschiedlich auf den gleichen Stimulus reagieren, verschiedene Stimuli haben verschiedene Aktivationsmuster. Deshalb führt die simple Interpretation einzelner Parametern zu erheblich falschen Aussagen [HJEMDAHL zitiert bei THEORELL 1994]. Es trifft nicht nur für die Bewertung der Folgen von Lärm zu, dass Risikobewertung die dynamischen und prozessorientierten Interaktionen zu berücksichtigen hat, sonst

besteht unser Leben nur noch aus diskutierten, nicht mehr überschaubaren aber tatsächlich kaum vorhandenen Gefährdungen.

Aus dem bisher Dargelegten und aus weiteren Untersuchungen ist zu schließen, dass der Parameter „Cortisolkonzentration“ beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Forschung und praktischen Erkenntnisse nicht zum entscheidenden Kriterium für die Festlegung einer Gesundheitsgefährdung durch Lärm herangezogen werden kann. Dieser Auffassung schlossen sich -wie bereits zitiert- auch MASCHKE und HECHT (2003, S. 53) für die nächtliche Lärmbelastung an: „Nach dem heutigen Stand des Wissens ist der Nachweis einer nächtlichen chronischen Stresssituation allein mit Hilfe von Stresshormonen als problematisch anzusehen. Die Aussagekraft des Indikators „veränderte Stresshormone“ für chronischen Lärmstress muss ohne Vereinheitlichung der Datenerhebung als eingeschränkt eingestuft werden.“ Für die Schallwirkungen am Tag lassen sich sowohl aus dem Cortisol- als auch dem Katecholaminspiegel keinerlei Rückschlüsse auf Gefährdungen ziehen, da Lärm vergleichsweise zu anderen Belastungsfaktoren des Tages einen sehr geringen Einfluss ausübt. Die Aussagen zu unserem gegenwärtigen Wissensstand zur Rolle des Cortisols in der Krankheitsentstehung unter Lärm sind 2004 klarer und einheitlicher. Dies unterstützt grundsätzlich die Argumentation des Antragstellers zu dieser Problematik.

### 1.1.1.2 Psychische Lärmwirkungen (Überschrift verändert)

#### 1.1.1.2.1 Belästigung

Der Abschnitt 4.10.8. der Zusammenstellung der Einwendungen ab 0018 bis 0062 beschäftigt sich mit Problemen der Belästigung. Auch bei anderen Einwendungen spielen Aspekte der Belästigung durch Lärm eine Rolle. Enge Verbindungen gibt es auch zu Einwendungen hinsichtlich Kommunikationsstörungen wie auch zu schutzbedürftigen Bereichen. Bei mehreren

Einwendungen finden sich Argumente, die zusammengefasst in dem Gutachten GUSKI ebenfalls zu finden sind.

#### 4.1.0036

*Im Ergebnis der umwelthygienischen Betrachtung wird die im lärmmedizinischen Gutachten (M 8/ M 9) erbrachte zusammenfassende Schlussfolgerung angezweifelt. Da die Einteilung der Schutzgebiete in Gebiete mit Gesundheitsbeeinträchtigung/ -gefährdung, erheblicher lärmbedingter Belästigung und einfacher lärmbedingter Belästigung basierend auf dem lärmmedizinischen Gutachten erfolgte, (N 5 - UVS- Schutzgut Mensch S. 14), sollte hier auf der Grundlage präziser wissenschaftlicher Daten und weiterer objektiver Informationen, sowohl das lärmmedizinische Gutachten als auch die Schutzgebietsausweisung neu überarbeitet werden.*

**Die psychologische Lärmwirkungsforschung unterscheidet zwischen "Belästigung" und "erheblicher Belästigung". Auf einer 10-stufigen Skala bedeutet die Einstufung 8-10 "erheblich".**

#### 4.10.0033

*Die von Maschke vorgenommene statistische Auswertung der nach 1980 publizierten Studien (MASCHKE [15], S. 74) zeigt, dass für Fluglärm der Beginn der erheblichen Belästigung bei 59 dB liegt. Dieser Wert ist zu unterschreiten. Empfohlen wird jedoch die Einhaltung eines Immissionswertes unter 55 dB mit nachfolgender Begründung: Das Umweltbundesamt (UBA) hat für neue oder wesentlich geänderte Flughäfen für den LAeq festgestellt: „Bei Fluglärmbelastungen unterhalb von 55 dB(A) tags...sind Beeinträchtigungen weitgehend ausgeschlossen. Bei Fluglärmbelastungen von 55 dB(A) tags wird die Grenze zu erheblichen Belästigungen erreicht. Rechtsfolgen: Sicherstellung ausreichenden baulichen Schallschutz gemäß Nutzung. Keine neuen schutzwürdigen Einrichtungen.“ „Bei Fluglärmbelastungen von 60 dB(A) tags... sind aus präventivmedizinischer Sicht Gesundheitsbeeinträchtigungen zu befürchten" (UBA [8]). Im Eckpunktepapier zur Novellierung des Fluglärmgesetzes [7] wird ebenfalls die Absenkung auf 55 dB für die Schutzzone 2 gefordert. Der im lärmmedizinischen Gutachten M8 ([13], S. 57, 63, 64, 66, 77, 78) genannte LAeq von 62 - 65 dB ist abzulehnen.*

Das MASGF zitiert die Ausführung des UBA dahingehend, dass bei Fluglärmbelastungen unterhalb von 55 dB (A) tags Beeinträchtigungen weitgehend ausgeschlossen sind. In M8 wird damit übereinstimmend ausgeführt, dass Belästigungen im Bereich von 50 -55 dB(A) beginnen und bei 55 dB(A) mit Sicherheit zu erwarten sind. Es wird jedoch in den Gutachten M8/9 auch ausgeführt, dass als ein entscheidendes Merkmal für die zu treffenden Maßnahmen nur erhebliche Belästigungen anzusehen sind, so dass zu definieren bleibt, was erheblich ist. Auch die von Maschke et al. angeführten Studien differenzieren zwischen Belästigung und erheblicher Belästigung. Die subjektive, erhebliche Belästigung wird skalometrisch ermittelt. Als Kriterium für Maßnahmen gilt der Prozentsatz von 25 % erheblich Belästigter in der Bevölkerung. Die Angabe von MASCHKE, dass bei  $L_m = 59$  dB(A) die erhebliche Belästigung beginnt, ist differenziert zu betrachten. In der Einwendung der S-ASF (Senatsverwaltung für Arbeit, Soziales und Gesundheit) wird eine Stellungnahme von GUSKI angeführt, in welcher dieser neben anderen auch einige der von MASCHKE aufgeführten Belästigungsstudien anführt. GUSKI findet in seiner Analyse aus den repräsentativen Untersuchungen von Hede (1982), der EG-Studie (Diamond et al. 1986), Gjestland (1990) und Oliva (1993, 1998) einen gegenwärtigen Grenzwert für tolerierbare Belastungen bei 61 dB(A) (außer der EG-Studie, Diamond et al. sind die von Guski herangezogenen Untersuchungen auch in der Analyse von Maschke enthalten, nur mit anderen Werten). Überprüft man die kritischen Werte für erhebliche Belästigung in den vier von GUSKI angeführten Studien, so ergeben sich für: Hede 68 dB(A), EG-Studie 59 dB(A), Gjestland 64 dB(A), Oliva 61 dB(A) nach arithmetischer Mittelung 63 dB(A) und nicht 61 dB(A), wie bei GUSKI ausgeführt. Es ist zu vermuten, dass Guski in seiner Mittelung den Wert von Hede (68 dB (A)) nicht einbezogen hat Wenn in der UBA-Beurteilung festgestellt wird, dass Fluglärmbelastungen von 55 dB (A) als Grenze zur erheblichen Belästigung zu betrachten sind, so stimmt dies nicht mit den in der Literatur und von Psychologen gefundenen Werten überein. Die hier und auch in anderen Veröffentlichungen zu Tage tretenden, großen Unterschiede haben den SRU in seinem Sondergutachten "Umwelt und Gesundheit" bewogen, diese Widersprüchlichkeit anzusprechen. In seinem referierenden Teil hat er (vgl. Tz. 406, Seite 164) ausgeführt, dass "der Schnittpunkt, an dem eine erhebliche Belästigung beginnt, eher eine politische, pragmatische Entscheidung als eine

wissenschaftlich fundierte Aussage ist ". Wenn er trotz wissenschaftlicher Widersprüchlichkeit sich in seinen Empfehlungen für Maßnahmen und politische Handlungsziele für das Kriterium von  $L_m = 62 \text{ dB (A)}$  als Beginn der erheblichen Belästigung für ein mittelfristig zu erreichendes Ziel ausspricht, so dürfte dies konform mit den im Gutachten M8 dargestellten Kriterien sein. Ob eine weitere Absenkung auf  $55 \text{ dB (A)}$  möglich ist, bedarf in Übereinstimmung mit dem SRU der Prüfung unter dem Gesichtspunkt der technischen Machbarkeit und der gesamtwirtschaftlichen Folgen. Nach der genauen Prüfung dieser Einwendungen von dem MASGF kann die FBS dessen Argumentation nicht folgen und hält dementsprechend an den Kriterien und Aussagen im Gutachten M8/9 fest

4.10.0100

*Die in den Planungsunterlagen verwendeten Dauerschallpegel spiegeln als Durchschnittswerte auch nicht das wahre Lärmempfinden der Menschen wider. Als Beispiel können die gegenwärtig den Flughafen Schönefeld zur Landung anfliegenden Flugzeuge genannt werden, die bereits jetzt vielfach als Lärmbelästigung empfunden werden und damit als Stressfaktor anzusehen sind. Diese Flugbewegungen sollen nach dem Ausbau von Schönefeld auf das 10-12-fache steigen.*

**Antwort:**

**In einer früheren Untersuchung (Münchener Fluglärmstudie 1974) wurde schon ermittelt, dass der Mittelungspegel ( $L_{eq3}$ ) mit der Belästigung mäßig hoch korreliert ( $r=0.56$ ). Die meisten anderen Maß- und Beurteilungssysteme weisen weit geringere Korrelationen auf. Aus der angegebenen Korrelation folgt aber auch, dass nur  $1/3$  der Lästigkeitsreaktionen durch den Einfluss des Fluglärms zu erklären ist, während die übrige Varianz anderen Einflussgrößen zuzuschreiben ist. Insofern ist der Mittelungspegel  $L_{eq3}$  als ein relativ gutes Maß zur Abschätzung von Fluglärmwirkungen anzunehmen. (3906)**

4.10.3.002

*Eine stete Belästigung, die als Stressfaktor angesehen wird und somit den Wert der Wohnung enorm herabsetzt, wird vom Interdisziplinären Arbeitskreis zu Lärmwirkungsfragen beim*

*Umweltbundesamt ab einem Mittelungspegel von 30-35 dB(A) tags und 25-30 dB(A) nachts innerhalb der Wohnung angenommen. Eine Belästigung im Außenwohnbereich soll tagsüber bei einem Mittelungspegel von 50 - 55 dB(A) beginnen. Bereits die geringste Belästigungswirkung entwertet das Grundstückseigentum erheblich. Somit ist die Zumutbarkeitsgrenze des Planantrages, der von 55/65 dB(A) ausgeht, falsch bemessen. (R-005664, R-008228)*

Zur Frage der Lärmbelastung als Stressfaktor ist in Kapitel 23 und Seite 29 und insbesondere im Kapitel 2.3.5 Lärm als Stressfaktor auf Seite 34 eingehend Stellung genommen worden. Die hier erwähnten Kennwerte für Belästigungen von 30-35 dB(A) am Tage und 25-30 dB (A) in der Nacht sind, wie auch die von der WHO veröffentlichten Werte, als Zielwerte anzusehen. Aufgabe des medizinischen Gutachtens war aber herauszufinden, ab wann Gesundheitsbeeinträchtigungen vorhanden sind. Hierzu enthält M8 und auch M9 eindeutige Aussagen.

Unabhängig von der Frage welche der in der Einwendung genannten Zumutbarkeitsgrenzen zutreffend ist, wäre die Annahme einer erheblichen Grundstücksentwertung auch unter Zugrundelegung der lärmmedizinischen Auffassung des Einwenders nicht gerechtfertigt. Soweit das zur Planung nachgesuchte Vorhaben unzumutbare Lärmauswirkungen im Gefolge hat, ist dem durch Auflagen im Planfeststellungsbeschluss auf der Grundlage von § 9 Abs. 2 LuftVG i. V. m. § 74 Abs. 2 Bbg VwVfG (Schutzmaßnahme auf Kosten der Vorhabensträgerin für den Wohnbereich oder Entschädigung für eingeschränkte Nutzbarkeit der Außenwohnbereiche) entgegenzutreten. Soweit Schutzmaßnahmen verfügt werden, führen sie zur Aufrechterhaltung einer gesundheitlich zuträglichen Wohnsituation und erlauben somit den uneingeschränkten Gebrauch des Wohnumfelds. Ein Wertverlust bleibt vor diesem Hintergrund Spekulation.

4.10.3.0024

*Antwort auf Einwendungen der Senatsverwaltung Arbeit, Soziales und Frauen (S-ASF) , die ein Gutachten von Herrn Prof. Guski in das Verfahren einbringt*

In der GUSKI-Stellungnahme wird an M8 bemängelt, dass keine Prognose über die zu erwartende "erhebliche Belästigung" für die unterschiedlichen Szenarien gegeben wer-

de, weil der Autor von M8 unterstellt,..." dass die Bevölkerung in sieben oder mehr Jahren auf Fluglärm noch genauso reagieren wird wie vor zehn Jahren." Vorhersagen über Belästigungsentwicklungen können nur durch Extrapolation aus bisherigen Verläufen gewonnen werden. Guski verfährt in seiner Stellungnahme ebenfalls so (vgl. S.26 - 29 der Stellungnahme GUSKI).

Aus den Erhebungen von Ortscheid (Abb. 4-5 der Stellungnahme GUSKI) geht aber z. B. hervor, dass der Trend der Belästigung für die vom Fluglärm "stark Belästigten" von 1984 - bis 1989 auf 20 % anstieg, seit 1990 kann dann bis 1998 ein Abfall auf 5 % festgestellt werden. Die "nicht so stark Belästigten" steigen ebenfalls von 1984 (26 %) bis 1991 auf 40 % an und zeigen von da ab eine gleich bleibende, eher leicht abfallende Tendenz (1994 36 %, weitere Angaben fehlen). In der Besprechung zu dieser Abbildung 4-5 findet sich auf S. 26 unten die Aussage ".... dass wir das Problem zu stark vereinfachen, wenn wir annähmen, die Belästigung durch Fluglärm habe generell zu- oder abgenommen."

Trotzdem hält Guski daran fest, dass es in der Vergangenheit eine Zunahme der Belästigung gegeben habe; de Jong habe nachgewiesen, dass von 1977 bis 1987 eine Zunahme von 11 auf 15 % der "stark Belästigten" erfolgt sei, (auch bei Ortscheid findet sich für 1987 ein 15 %-Wert für "starke Belästigung"), während die "nicht so stark Belästigten" von 29 % auf 40 % stiegen. Erst nachdem die leiseren Kap. 3-Flugzeuge von 1989 -1991 verstärkt zum Einsatz kamen, gingen - nach Ortscheid - die Belästigungen in beiden Gruppen zurück bzw. stagnierten.

Weiterhin wird in der GUSKI-Stellungnahme KASTKA mit seinen Vergleichsuntersuchungen von 1987 -1993 (veröffentlicht 1995) angeführt. Kastka ermittelte etwa 20 % Zunahme der Belästigungen, obwohl der Mittelungspegel in der gleichen Zeit um 2,1 dB (A) abfiel. Kastka begründet diesen Zusammenhang damit, dass die trotz fallender Pegel allgemein angestiegene Belästigungswirkung in der stark gestiegenen Zahl von "aktiven" Anwohnern zu sehen ist. Diese zeigen Belästigungsreaktionen, die auf eine um 20 % erhöhte Empfindlichkeit hinweisen. Die Passiven stellen jedoch die große Mehrheit der Befragten dar (80%).

OLIVA kommt in seiner umfangreichen Untersuchung (1998) zu dem Schluss, dass sich in dem Zeitraum von 1971 bis 1991 die Belästigungsreaktion an den Flughäfen Genf und

Zürich nicht wesentlich geändert habe und dass die Beziehung zwischen  $L_m$  und Belästigungsreaktion unterhalb von 63 dB(A) in der Schweiz annähernd konstant geblieben ist. Guski sieht jedoch für den epidemiologischen, kritischen Bereich (25% "stark gestörter Personen) einen Abfall der Pegelwerte "... um etwa 1,5 dB(A)." Er verweist in diesem Zusammenhang auf die in der Originalarbeit von Oliva nicht enthaltenen Regressionslinien für 1971 und 1991 (Abb. 4-8, S. 28) hin. Betrachtet man jedoch nicht die Regressionslinien sondern die für 57 und 60 dB(A) eingezeichneten Originalwerte der Belästigungsurteile, so fallen diese für 1971 und 1991 zusammen: bei 57 dB(A) ergeben sich ca. 14 % "stark Belästigte für beide Jahreszahlen und für 60 dB(A) 20 %. Erst bei 63 dB(A) ist ein signifikant höherer Prozentsatz von stark Gestörten zu verzeichnen, bei höheren Belastungen geht der Prozentsatz der stark Gestörten 1991 sogar wieder zurück.

Als Schlussfolgerung kann man feststellen, dass die von Guski angegebenen Erniedrigungen des 25 % - Wertes für stark Belästigte um 1,5 dB(A) sich keineswegs aus den Originalwerten von Oliva ableiten lassen. Auch die postulierte "Überreaktion" in der nahen Zukunft muss als spekulativ zurückgewiesen werden. In M8 wurde auch aus diesen Gründen der Präventionswert von 62 dB (A) als Kriterium für Maßnahmen ausgewiesen.

4. Die S-ASF sieht die entscheidendsten Feststellungen von Guski darin "..., dass Fluglärm nicht ausschließlich an Geräuschpegeln und medizinisch objektivierbaren Tatbeständen zu messen ist..." und "..., dass die soziale Komponente des Gesundheitsbegriffes, vor allem der Begriff der erheblichen Belästigung, weitaus besser kausal und hinsichtlich der Form der Dosis - Wirkung - Beziehung interpretierbar ist, als medizinische Komponenten und in einem Planfeststellungsverfahren nützlicher erscheint, als Krankheitsaspekte, für die in der Regel weder die Ursache-Wirkungsfrage oder die gesundheitliche Relevanz eindeutig geklärt sind." Eine solche Aussage ist in dieser Verallgemeinerung und Pauschalierung unzulässig, zumal die "Überprüfung" einiger physiologischer und klinisch medizinischer Untersuchungsergebnisse durch Guski nicht nachvollziehbar ist.

6. In S-ASF ist ausgeführt worden,

- dass aus umweltmedizinischer Sicht Belastungswerte zu fordern sind, die gemäß 16.

**BImSchVO unter 59 dB(A) (nachts 49 dB(A)) liegen müssen.**

- dass Fluglärm mehr belästigt als Straßenverkehrslärm gleichen Pegels und
- dass die in M8 genannten Pegel von 62 dB (A) bzw. 65 dB (A) zu hoch bemessen seien.

Die genannten Immissionswerte nach der 16. BImSchVO gelten nur für Belastungen mit Straßenverkehrslärm und nicht für Fluglärm. Selbst wenn man sie aber für Fluglärm als Immissionswerte fordern würde, stimmt die nachfolgende Feststellung in S-ASF nach den neuesten Untersuchungsergebnissen (OLIVA, C. und HÜTTENMOSER C. ZfL 47,2000 Nr. 2, S. 47 - 56) nicht mehr. Oliva wies in vergleichenden Untersuchungen von Flug- und Straßenverkehrslärm in den Umgebungen der Flughäfen Genf und Zürich nach, dass bei gleichen Belastungspegeln dem Fluglärm ein mittlerer Lästigkeitsbonus von 2,4 dB (A) zuzuschreiben sei (ZfL, S. 55, Unke Spalte und Tab. 4, a.a.O.). Danach ist der in M8 geforderte Wert von  $L_m = 62 \text{ dB(A)}$  als nicht zu hoch bemessen anzusehen.

...

Betrachtet man z. B. aus den vier Arbeiten die EG STUDIE (GUSKI, Abb. 4-2) so fällt für die Originalmesswerte auf, dass für die einzelnen Belastungsbereiche keine Gleichverteilung vorliegt; im Bereich von 55 - 65 dB(A) findet man 10 Messpunkte; sieben liegen unterhalb, einer auf der Linie und nur zwei darüber. Erst oberhalb von 65 dB(A) (8 Meßpunkte) stellt sich Gleichverteilung ein (4 oberhalb, 1 auf und drei unterhalb der Regressionslinie).

Überprüft man bei OLIVA (1998 in der Originalarbeit) die Lage für die Gestörtheitsur-teile für die stark Gestörten, so liegen diese ansteigend im Bereich von 50 -60 dB(A) von 2 % (50 dB(A)) über 5 % (53 dB(A)) und 10 % (56 dB(A)) auf 15 % (59 dB(A)). Die Werte von 62 dB(A) und 65 dB(A) stellen sich bei 32 und 31 % ein. Bei 68 dB(A) werden dann sogar 48 % erreicht.

In den beiden anderen Untersuchungen findet man 25 % stark Gestörter bei 68 dB(A) (HEDE) und bei 64 dB(A) (GJESTLAND).

Das Gutachten M8 setzt sich in Kap. 3.2, S. 56 und 57 mit der Immissionswertefindung auseinander und kommt zu der Folgerung, dass oberhalb von 65 dB(A) die erhebliche Belästigung überproportional zunimmt, unterhalb von 62 dB (A) weisen die Belastungswerte 20 % oder weniger Belästigte auf. Es wird daher in M8 empfohlen, einen Präventi-onswert für erhebliche Belästigung bei  $L_m = 62 \text{ dB(A)}$  als Kriterium für erforderliche

**Maßnahmen festzulegen und das von der Umhüllenden umschlossene Gebiet als Belastungsgebiet auszuweisen.**

...

4.10.8.0024

*Einwand „ einfache Belästigung“ von Jansen verwandt*

**Die auf Seite 53 des Gutachtens M8 dargestellten Zusammenhänge der belästigenden Wirkungen des Lärms enthalten als Gegensatz der erheblichen Belästigung eine einfache Belästigung. Durch die Kursivschrift des Begriffes "einfach" im Gutachten sollte dargestellt werden, dass es sich hierbei nicht um eine gängige Klassifizierung, sondern um eine aus der Didaktik der Darstellung abgeleitete Bezeichnung handelt, die den Gegensatz zur Erheblichkeit und zur Gefährdung darstellen soll. Während die erhebliche Belästigung schon als eine gesundheitsbeeinträchtigende Wirkung angesehen wird, ist diese sog. einfache Belästigung im Sinne des Immissionsschutzgesetzes § 3 noch nicht als schädlich anzusehen. Es ist zweifellos richtig, dass auch diese einfachen Belästigungen abwägungserheblich sind. Diese Abwägung ist jedoch nicht mehr Teil des medizinischen Gutachtens, sondern fällt in den Bereich der Umweltverträglichkeitsuntersuchung bzw. Umweltverträglichkeitsprüfung und ist im Rahmen der Planfeststellung als eine nachwissenschaftliche Zumutbarkeitssetzung aufzufassen**

4.10.8.0031

*Der zu schützende Personenkreis wird bei luftverkehrsrechtlichen Planfeststellungen in der Regel durch die Ausweisung von Lärmgrenzlinien bzw. -Schutzgebieten bestimmt. Die vorgeschlagene Festlegung des Tag-Lärmschutzbereichs folgt neueren lärmmedizinischen Erkenntnissen, nach denen der Grenzwert für die erhebliche Belästigung bei einem äquivalenten Dauerschallpegel von  $L_{eq,3} = 60 \text{ dB(A)}$  in Verbindung mit einem Maximalpegel  $L_{Amax} = 83 \text{ dB(A)}$  angegeben wird (vgl. Umweltbundesamt, FGII 2.5 Ortscheid/Wende, Fluglärm, Qualitätsziele: Schutz und Vorsorge, Oktober 1999). Der Wert von  $60 \text{ dB(A)}$  entspricht auch den Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (vgl. Leitlinie zur Beurteilung von Fluglärm, vom 14.5.1997). Auch das Mediationsverfahren Frankfurt/Main rekuriert auf*

*diesen Wert (vgl. Ergebnisbericht, Std. Jan. 2000). Der  $Leq3$  60 dB(A) wurde bei der Planfeststellung des Flughafenausbaus Erfurt im Hinblick auf die schutzwürdigen Einrichtungen ebenfalls zu Grunde gelegt (vgl. unter 11.6.2 des Planfeststellungsbeschlusses v. 22.12.1995).*

**Es ist zu unterscheiden zwischen wiss. Erkenntnisstand und Empfehlungen zur Zumutbarkeit. Erheblich belästigt ist jemand, der auf einer 10stufigen Skala sich zwischen 8-10 einordnet; wenn 30% (25%) eines Kollektivs sich so einordnen, ist dies als eine „erhebliche Belästigung“ der Bevölkerung anzusprechen. Wenn daher von Entscheidungsträgern ein Wert unter den wiss. ermittelten Immissionsgrenzwerten als Schutzmaßnahmen, als „noch zumutbar“ festgelegt wird, spricht dies nicht gegen den wiss. ermittelten Immissionsgrenzwert. Festlegung von „Zumutbarkeit“ ist immer eine nachwissenschaftliche Aufgabe.**

4.10.8.0037

*Starke Belästigungen durch Fluglärm treten nicht erst über  $Leq3Tag = 62$  dB(A) auf, sondern bereits ab 55 dB(A) (Sondergutachten vom Rat der Sachverständigen Umwelt und Gesundheit 1999 und Lärmsymposium Köpenick 1999)*

**Das Zitat ist falsch! Der SRU schreibt (Tz 405, Seite 163), Schwellwert für Belästigung 50-55 dB(A), für erhebliche Belästigung 10 dB(A) höhere Werte!**

4.10.8.40

*Auch die Belästigungswerte und "Vorsorgewerte" werden mit zweifelhafter Begründung zu hoch angesetzt:*

*Während eine EU-Studie, die in dem Lärmgutachten M 8 erwähnt wird, bei einem Dauerschallpegel von  $Leq3$  bei ca. 63 dB(A) ca. 40 % highly annoyed (HA) feststellt, geht der Gutachter erst von einem sicheren Beginn von erheblicher Belästigung ab einem "Richtwert" von ca. 65 dB(A) aus. Damit widerspricht er nicht nur dieser älteren Untersuchung sondern auch neueren Erkenntnissen. Guski führt aus:*

*"Hinsichtlich der Zumutbarkeitsgrenze habe ich bereits früher die Auffassung vertreten, dass es sozial und gesundheitlich unzumutbar ist, wenn 30 oder mehr Prozent Betroffene bei kom-*

*munikativen Funktionen oder 25 Prozent insgesamt stark gestört oder belästigt sind." Tagungsband Köpenicker Symposium, S.39 Insgesamt kommen die maßgeblichen Lärmwirkungsforscher anlässlich des Köpenicker Symposiums zu folgender Aussage: "Belastungen, bei denen sich mehr als 20 bis 25% der Betroffenen wesentlich belästigt fühlen, werden als nicht mehr akzeptabel angesehen." Tagungsband, S. 17 Kastka stellt eine Korrelation zwischen der Zahl der Überflüge und der Belästigungswirkung in mehreren wissenschaftlichen Untersuchungen her. Insbesondere vertritt er die Auffassung (im Frankfurter Mediationsverfahren), dass bei steigenden Bewegungszahlen und gleichbleibenden Leq-Mittelungspegeln die Belästigungsreaktionen signifikant ansteigen. Er stellt - allerdings zu einem Zeitpunkt, zu dem eine intensive Diskussion über den Ausbau des Flughafens geführt wird - eine Belästigungsreaktion fest, die z. T. weit über 50 % HA liegt.*

## **Stellungnahme**

Belästigung ist neben der Schlafstörung die häufigste unangenehme Auswirkung von Verkehrslärm. Für die lärmmedizinische Begutachtung spielt sie eine entscheidende Rolle.

Die Einwendungen lassen sich folgenden Problembereichen zuordnen:

- zur Beurteilung herangezogene Begrenzungswerte zur Vermeidung/Reduzierung von Belästigung
- Verwendung von Korrekturparametern der wissenschaftlich gefundenen Beziehungen zwischen Schallparametern und Belästigung
- unterschiedliche Schallkriterien als Begrenzungswerte für Belästigungseinschränkungen
- Belästigungen aus verschiedenen Verkehrschallquellen.

Im Folgenden sollen die sowohl von den Einwendern als auch in den Antworten des Antragstellers aufgeführten konkreten Auseinandersetzungen zur Berechnung nicht noch einmal aufgeführt werden.

Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) ist zwischen Belästigung und erheblicher Belästigung zu unterscheiden, wobei letztere als schädlich angesehen wird. Obwohl das BImSchG nicht für Flughäfen gilt, wird es in adäquater Weise zur Ableitung von Schutzziele auch verwandt. Es soll hier keine Diskussion zu den unterschiedlichen Begriffen der Belästigung, den differenten Methoden zur Erfassung, den Schwierigkeiten zur Aufarbeitung von Pegel-Belästigungs-Beziehungen aus unterschiedlichen Studien erfolgen. Da ist den Erwiderungen und den Gutachten M8/ M9 weitgehend zu folgen, so weit eine Auseinandersetzung damit erfolgt.

Es ist anerkannt, dass eine Null-Belästigung wie auch ein Null-Anteil an erheblichen Belästigungen in der Gesellschaft nicht zu realisieren ist. Das liegt daran, dass es bei allen erfragten Belastungsfaktoren eine bestimmte Grundgesamtheit mit negativen Angaben gibt, dass bei Fragebogenerhebungen eine Tendenz zur Mitte existiert, dass Betroffenheit in Abhängigkeit von einer Vielfalt situativer und persönlicher Einflussfaktoren eine unterschiedliche Wertigkeit hervorruft, wodurch insgesamt eine erhebliche Breite von Antworttendenzen zu verzeichnen ist. WIRTH (2004) stellt im Umfeld des Züricher Flughafens in den leisen Gegenden einen überdurchschnittlich hohen Anteil erheblich Belästigter und in den lauterer Fluglärmgegenden einen erheblichen Anteil nicht Belästigter fest. Dies wird auch damit begründet, dass es einen bestimmten Anteil erheblich Belästigter durch alle Belastungen einschließlich Lärm gibt, die Erfassungsmethoden nicht unabhängig von der Gesamtsituation nur Pegel-Belästigungs-Beziehungen erfassen, menschliches Leben einen bestimmten Schallpegelbereich braucht und erzeugt. Zum anderen hat natürlich eine Abwägung mit anderen Risiken und Konsequenzen zu erfolgen.

Bei allen Diskussionen um die Ableitung von Schallpegel-Belästigungs-Beziehungen ist nicht zu vergessen, dass wissenschaftlich durch den Pegel nur ein geringer Teil der Varianz in der Belästigung aufgeklärt wird. In der Lärmstudie 2000 um den Züricher Flughafen sind das 15 % (WIRTH 2004), d. h. 85 % der angegebenen Belästigung durch Fluglärm wird nicht durch

die Höhe des Schallpegels bestimmt. Im Allgemeinen werden die Beziehungen Belästigung - Schallpegel zwischen 9 und etwa 39 % angegeben (u.a. GUSKI1999). Das bedeutet auch, dass verschiedene wissenschaftliche Bemühungen zur Ableitung von Grenzwerten aus unterschiedlichen Studien mit einem erheblichen Fehler behaftet sein müssen. Trotzdem existieren zwischen Schallpegel und Belästigung Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die in anderen Bereichen nicht so deutlich ausgeprägt sind. Doch sind sie auf keinen Fall, wie das häufig suggeriert wird, linear.

Im lärmmedizinischen Gutachten M 8 wird vorgeschlagen, einen Grenzwert für erheblich Belästigung mit der Möglichkeit der Gesundheitsbeeinträchtigung bei Überschreitung von  $Leq = 65$  dB(A) zu verwenden. Als präventiver Wert wird 62 dB(A) empfohlen, der zu Handlungen der Schallminderung Anlass geben sollte. Von den Einwendern werden Pegel von 60 dB(A), 59 dB(A) und 55 dB(A) gefordert. JANSEN leitet seine Werte aus wissenschaftlichen Untersuchungen ab (siehe auch Beantwortung der Einwendungen durch den Antragsteller), bezieht sich jedoch auch auf den Sachverständigenrat für Umweltfragen 1999, der ebenfalls einen  $Leq$  von 65 dB(A) gegenwärtig als angemessen ansieht, jedoch mittelfristig einen Wert von  $Leq$  von 62 dB(A) anstrebt und langfristig empfiehlt zu prüfen, ob unter Abwägung auch anderer Gründe ein  $Leq$  von 55 dB(A) erreichbar ist. Im Mediationsverfahren Flughafen Frankfurt/Main wird - nicht andere Werte, wie bei den Einwendern formuliert- ein Alarmwert von 65 dB(A) im stufenweisen Schutzkonzept zur Vermeidung gesundheitlicher Schäden angegeben, der nicht überschritten werden soll. Ein Schwellenwert von 62 dB(A) sollte zur Vermeidung erheblicher Belästigungen nicht überschritten werden und ein Vorsorgewert von 60 dB(A) sollte aus Vorsorgegründen als Obergrenze angestrebt werden. Demnach weichen diese Angaben nicht erheblich von den Kriterien in den Gutachten M 8/ M 9 ab.

Die Festlegungen zu einer erheblichen Belästigung sind erst einmal ein administrativer Akt. Da diese auf der Grundlage von Fragebögen erfasst worden sind mit unterschiedlicher Skalierung, ist es nicht einfach, einen bestimmten Anteil willkürlich festzulegen. Nach ROHRMANN (1984) ist erheblich belästigt, wer auf einem Fragebogen in einer Skalierung über 78 % seine Zuordnung trifft. Das wäre auf einer Zehnerskala 8, 9 oder 10. In einer Reihe von Untersuchungen werden erhebliche Belästigungen auch bereits ab der Mitte einer Skala verwandt, was von der Definition her unzulässig ist. Das führt natürlich auch zu anderen Pegel-

Belästigungsbeziehungen, was in der Diskussion um Grenzwerte eine wesentliche Rolle spielt. Von WIRTH (2004) wurden bei den gleichen Personen Skalenwerte von 1-7 und Skalenwerte von 0-10 verwandt. Es zeigte sich, dass das hinter der Beantwortung liegende mentale Konzept unterschiedlich erfasst wird.

Eine zweite Festlegung besteht darin, welcher Anteil erheblich Belästigter zu akzeptieren ist. Dieser Anteil wird zwischen 10 und 35 % diskutiert, teilweise in Abhängigkeit von der Skalierung der Fragebögen bis zu 50 %. In den letzten Jahren hat sich ein Anteil von 25 % erheblich Belästigter, teilweise 28 % herauskristallisiert. Aufgrund der vorher genannten Probleme sind die Angaben sehr unterschiedlich bei den Beziehungen zwischen Pegeln und dieser Prozentzahl erheblich Belästigter. Seitens des Antragstellers wurde in Antwort auf das Gutachten von Prof. GUSKI eine Berechnung aus verschiedenen wissenschaftlichen Untersuchungen vorgenommen, der man folgen kann (siehe oben zu den 5 unterschiedlichen Studien). Als wesentlichen Wert für präventive Maßnahmen würde ich ebenfalls einen  $L_{eq}$  von 62 d(A) ansetzen. Der öfters genannte  $L_{eq}$  von 55 dB ist als Schwellenwert für erhebliche Belästigung anzusehen (siehe auch SRU-Gutachten). Dies heißt nicht, dass nicht unterhalb dieses Pegels Belästigungen auftreten können. In den Untersuchungen von WIRTH (2004) zeigte sich bei Verwendung des  $L_{eq}$  0:00Uhr bis 24:00 Uhr schon ab 40 dB ein Anstieg des Belästigungsgrades und der erheblichen Belästigung, der jedoch zwischen 55 und 65 dB sich nicht mehr fortsetzte, nahezu gleich blieb. Demnach wurde in diesem Bereich auch keine Dosis-Wirkungs-Beziehung gefunden. Zwischen 55 und 65 dB(A) wurde auf einer 10-stufigen Antwortskala zur Belästigung ein Durchschnittswert von 5 angegeben. Ab 70 dB(A) stieg die Belästigung wieder deutlich an. Dies spricht ebenfalls nicht gegen den verwendeten präventiven Wert von 62 dB(A).

Von einigen Einwendern wird eingewandt, dass nicht der energieäquivalente Dauerschallpegel sondern die Häufigkeit der Einzelpegel Verwendung finden sollte. Von Kastka wurde der NAT 70 eingeführt, die Anzahl der Überschreitung von 70 dB(A) am Tag oder in der Nacht. Für den Tag gilt ein Wert, bei dem eine erhebliche Belästigung beginnt, von 60 x 70 dB(A). Die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse mit diesen Kriterien sind gering, zum anderen ist bei dieser Anzahl auch der  $L_{eq}$  ein adäquates Maß. WIRTH (2004) fand zwischen Belästi-

gung und dem  $L_{eq}$ , dem NAT 70 aber auch dem LDN und LDEN nahezu eine gleiche korrelative Beziehung.

Der Einzelpegel ist auch erheblich von situativen Einflüssen abhängig, die Belästigung sollte jedoch als eine übergreifende Beeinträchtigung erfasst werden. All dies spricht für die Verwendung des  $L_{eq}$  als dem traditionellen Maß in der bisherigen wissenschaftlichen Literatur.

Von GUSKI (2003) wird in die Lärmwirkungsdiskussion eingebracht, dass sich der Anteil der Belästigten durch Fluglärm im letzten Jahrzehnt erhöht hätte, weshalb ein Abzug von den Dosis-Wirkungs-Beziehungen von zusätzlich 1,5 dB zu erfolgen hätte. Den Gegenargumenten des Antragstellers, die oben aufgeführt wurden, ist weitgehend zu folgen. Die bevölkerungsbezogenen Erhebungen zum Fluglärm, soweit sie methodisch vergleichbar sind, zeigen, dass der Anteil der erheblich Belästigten zurückgegangen und demnach der der mittelmäßig Belästigten angestiegen ist, wenn nicht andere Faktoren eine Rolle spielen. Auch WIRTH (2004) beschrieb für den Flughafen Zürich, dass bei gleichem Schallpegel ein höherer Prozentsatz der stark belästigten Personen vorhanden zu sein scheint. Die Untersuchungen liefen um das Jahr 2000 in einer Phase einer erheblichen politischen Diskussion um Änderungen der Flugrouten um den Flughafen Zürich. Es werden psychosoziale Prozesse, wie Sensibilisierung, Bedeutungszuweisungen, veränderte Erwartungen und zunehmendes Technik- und Politikmisstrauen diskutiert.

Zum anderen haben durch die Ausweitung des Flugverkehrs (nicht des Fluglärms), die Bemühungen vieler Flughäfen zum Ausbau, die Zunahme des Nachtfluges auch erhebliche Diskussionen in den Medien stattgefunden, die für diese Fragestellung stärker sensibilisiert haben. Daraus lässt sich jedoch aus meiner Sicht keine notwendige Korrektur einer Dosis-Wirkungs-Beziehung (Schallpegel zu Belästigung) ableiten.

Ein weiteres Argument des letzten Jahres von GUSKI (2003) ist das der so genannten Überschussreaktion, das auch in den Einwendungen eine Rolle spielte. Bei Veränderungen des Fluglärms kommt es - möglicherweise längerdauernd - zu Überschussreaktionen in der Bevölkerung an Belästigungen. Um dieser Überschussreaktion entgegen zu wirken, müssten ebenfalls die Dosis-Wirkungs-Beziehungen nach unten korrigiert werden. Bisherige Ergebnisse zu solchen Überschussreaktionen sind sehr widersprüchlich. GUSKI (2003) kommt

selbst zu dieser Einschätzung, dass dies eine Hypothese ist. In der Literatur gibt es nur vereinzelte Angaben, die auch noch unterschiedliche Ergebnisse geliefert haben. Es wurden keine Kontrollgruppen einbezogen. Die zur Grundlage verwendeten Belästigungswerte befanden sich teilweise im Streubereich, Aussagen zur Dauer eines Überschusseffektes sind nicht möglich. So kommt auch GUSKI (2003, S. 23) zur Feststellung, „in Ermangelung weiterer Daten zu diesem Problem erscheint es unangebracht, diese Ergebnisse bei der Prognose der in einem wesentlich geänderten Flughafen zu erwartenden Belästigung ohne Vorsichtsmaßnahmen zu berücksichtigen“. Ein wissenschaftliches Gutachten hat nicht von Möglichkeiten und Spekulationen auszugehen, sondern unter Berücksichtigung des Vorsorgeaspektes sich auf wissenschaftlich anerkannter Basis zu bewegen.

In der sogenannten Synopse (GRIEFAHN et al. 2002) wurde als kritischer Toleranzwert für erhebliche Belästigung ein  $L_{eq}$  von 65 dB(A) empfohlen. Dieser Wert zwingt zu Maßnahmen. Seitens der Autoren dieser Synopse wird ein präventiver Richtwert von 62 dB(A), der grundsätzlich einzuhalten ist, angesetzt. Dies entspricht weitgehend auch der präventiven Orientierungen im Gutachten M 8. Er sollte als solcher auch umgesetzt werden. Als ein Schwellenwert wird in der Synopse ein  $L_{eq}$  von 55 dB(A) angegeben, den man durchaus als langfristige Zielvorstellung verstehen kann. Dies heißt jedoch nicht, dass in diesem Bereich ein Schädigungscharakter entsprechend BImSchG vorhanden wäre. Konsequenzen für einen Flughafen ergeben sich daraus nicht. Mit dieser Zielvorstellung wird dem grundsätzlichen Lärminderungsgebot Rechnung getragen.

Die Argumentation der Antragsteller zu dieser Problematik widerspiegelt die gegenwärtigen Diskussionen wieder. Hinsichtlich der Ableitung von Beurteilungsgrenzen kann man ihnen folgen.

#### 1.1.1.2.2 Leistungsminderung

Neben Lästigkeitsempfindungen und Aktivitätssteigerungen tragen Kommunikationsstörungen (vgl. nächsten Abschnitt) ebenfalls zur Beeinflussung der Leistung durch Lärmbelastung

bei. Die Möglichkeiten der Leistungsminderung durch Lärm werden in den Einwendungen meist im Zusammenhang auch mit anderen negativen Wirkungen des Lärms genannt. Auch die Beantwortung des Antragstellers ist häufig eingeordnet in komplexere Fragestellungen.

Die zur Problematik Lärm und Leistung vorliegenden Untersuchungsergebnisse betreffen eine Reihe von lärmbeeinflussbaren Funktionsbereichen: Vigilanz und selektive Aufmerksamkeit, Lesen, Gedächtnis, komplexe Informationsverarbeitung, sensomotorische Steuerung u.a. (GUSKI 1997, EVANS 1998, HYGGE et al. 1998, MEIS 1998, SCHICK et al. 1999). Da jede anspruchsvolle Tätigkeit mit Konzentration auf die wesentlichen Informationsinhalte verbunden ist, bedeutet eine Störung der Konzentration sowie der Vigilanz und der selektiven Aufmerksamkeit eine Verschlechterung der Leistungen. Die mit der Arbeitsaufgabe verknüpften Wissensbestände müssen in der Regel aus dem Gedächtnis abgerufen werden, um zu einem angemessenen und fehlerfreien Resultat zu gelangen. Dies gilt für eine Vielzahl von Tätigkeiten, nicht nur im Büro oder im Unterricht.

Die Mechanismen der Leistungsbeeinflussung durch Schall sind unterschiedlich. Durch Schall werden auch Bewältigungsmechanismen ausgelöst, die dazu führen, dass das Leistungsergebnis selbst nicht ungünstiger zu sein braucht, möglicherweise der Aufwand jedoch zur Erreichung dieses Ergebnisses steigt. Zum anderen kann Schall auch durch seinen Verdeckungseffekt und damit die Ausblendung von intermittierenden Störgeräuschen zu einer Leistungsverbesserung führen.

Die DLR-Studie zu den Nachtfluglärmwirkungen (BASNER et al. 2004) beschrieb sowohl bei den Labor- als auch bei den Felduntersuchungen keine wesentlichen Wirkungen des unterschiedlichen Nachtfluglärms auf die untersuchten Leistungsbereiche am Folgetag.

Zur Frage der Leistungsminderung durch Lärm wird auch in den Abschnitten zur Kommunikation, zur Belästigung, zur Arbeit sowie zu den schutzbedürftigen Bereichen, insbesondere den Schulen und Kindergärten, eingegangen. Zusätzliche Begrenzungswerte für das spezielle Erreichen einer Leistung ergeben sich nicht, sie werden durch die anderen Begrenzungswerte abgedeckt. Das betrifft vor allem Begrenzungswerte, die zur Vermeidung erheblicher Belästigung wie auch zur Verminderung von Kommunikationsstörungen aufgestellt worden sind, außerdem werden besondere Begrenzungswerte für Schulen und Kindergärten empfohlen.

### 1.1.1.3 Soziale Lärmwirkungen

#### 1.1.1.3.1 Kommunikationsbeeinträchtigungen

Unter 4.10.6. werden die Einwendungen zur Störung der Kommunikation zusammengefasst. Auch in anderen Einwendungen wird auf die Kommunikation eingegangen. Wesentliche Aspekte der Einwendungen wie auch der Beantwortungen werden wieder der Stellungnahme vorausgeschickt.

4.10.1.034

*Ich wende ein, dass nicht deutlich wird, warum bei entspannter Konversation im Innenraum der Immissionsrichtwert für 99%ige Sprachverständlichkeit gleich dem Sprachpegel ist. Auf Seite 38, 2. Absatz wird dargelegt, " ... dass der Sprachpegel für entspannte Konversation bei annäherungsweise 55 dB(A) liegt. Hierbei ist eine 99 %ige Satzverständlichkeit garantiert.,, Im letzten Absatz auf Seite 52 wird erklärt, der Immissionsrichtwert für 99%ige Sprachverständlichkeit betrage  $L^* = 55 \text{ dB (A)}$  (Kurzzeit-Mittelungspegel).*

*Es ist in der Technik üblich, für den Abstand eines Nutzpegels von einem Störpegel einen minimalen Störabstand anzugeben, bei dem der Nutzpegel noch ausgewertet werden kann ("Störabstand,,). Bei der menschlichen Kommunikation sollte für eine ausreichende Verständlichkeit das Störgeräusch mindestens 5...10 dB (A) unter dem Sprachpegel bleiben Es ist nicht erkennbar oder begründet, warum im Gutachten der Störabstand zu Null wird, d.h. warum der Störpegel denselben Wert wie der Sprachpegel erreichen darf und dabei dennoch eine 99%ige Sprachverständlichkeit garantiert sein soll.*

**Die Findung des Kriteriums für Kommunikation mit 55dB(A) Maximalpegel ist abgeleitet aus Spreng (1994), der für akustische Kommunikation bei einem 10 Meter Abstand eine Sprechlautstärke 69dB ansetzt. Der Störpegel darf nicht mehr als 10- 20dB betragen: 69 - 15=54dB.**

## 4.10.6.002

*KOMMUNIKATIONSSTÖRUNGEN entstehen ab einem  $L_{max} = 55 \text{ dB(A)}$ , ab  $60 \text{ dB(A)}$  mit akuten Reaktionen unabhängig von der Affektlage, ab  $75 \text{ dB(A)}$  deutliche Verschiebungen der physiologischen Gleichgewichtslage (8121)*

**Die Aussagen sind ebenfalls zutreffend, bedürfen jedoch der näheren Erläuterung.**

**Kommunikationsstörungen werden ab Maximalpegeln von  $55 \text{ dB(A)}$  angenommen, weil bei diesem Wert noch eine 99-%-ige Sprach-Verständlichkeit vorliegt. Die Aussage, dass akute vegetative Reaktionen bei  $60 \text{ dB(A)}$  beginnen auch unabhängig von der Affektlage ist ebenfalls richtig. Die Aussage, dass  $75 \text{ dB(A)}$  zu einer deutlichen Verschiebung der Gleichgewichtslage führen, ist ebenfalls richtig.**

**Dies bedeutet aber nicht, dass diese Gleichgewichtslage in den pathologischen Bereich verschoben wird, sondern es ist innerhalb des Gesundheitsbereiches eine leichte Veränderung zu erkennen, die aber als deutlich bezeichnet werden muss.**

## 4.10.6.0009

***Zu 1.3:** Nach allgemeinem Erkenntnisstand wird der Schutzanspruch für Wohnräume an dem Kriterium der ungestörten Kommunikation bemessen. Störungen der Kommunikation werden weitestgehend vermieden, wenn im Raum der äquivalente Dauerschallpegel am Tage (06.00 Uhr bis 22.00 Uhr)  $L_{eq,3} = 35 \text{ dB(A)}$  und der Maximalpegel  $L_{max} = 55 \text{ dB(A)}$  nicht überschritten werden. Diese Forderung deckt sich mit den entsprechenden Angaben der DIN 4109 und der VDI2719. Die Einhaltung dieser Werte muss bei geschlossenem Fenster gesichert werden. Die Nichtüberschreitung des Innenwerts von  $L_{AMax} = 55 \text{ dB(A)}$  ist ein von der Rechtsprechung anerkannter Wert (vgl. Neubau München II, Planfeststellungsbeschluss v. 8.7.1979 - E 75, 214 und Änderungsbeschluss v. 7.6.1984; BVerwG, Urt. v. 29.1.1991 - 4 C 51.89; E 87, 332 und Flughafen ausbau Erfurt, Planfeststellungsbeschluss vom 22.12.1995; BVerwG, Urt. v. 8.7.1998 - 11A 53/97, LKV1999, S. 144; Urt. v. 27.10.1998 - 11A 1/97, NVwZ 1999, 644). Die genannten Werte gelten auch für die ungestörte Kommunikation in Wohn- und Aufenthaltsräumen in schutzbedürftigen Einrichtungen. Dies gilt sowohl für Kindertagesstätten und Schulen, in denen der Sprachpegel sich vom Grundgeräuschpegel deut-*

*lich absetzen muss, als auch in Alten- und Pflegeheimen, in denen der Grundgeräuschpegel selbst störend und kommunikationsbehindernd wirkt.*

#### 4.10.6.0010

In M8/9 wird dargestellt, dass eine 99% ige Satzverständlichkeit bei Maximalpegeln von 55 dB(A) noch garantiert seien. Nach ISO 9921 (Assesment of Speech Communication) liegen die Sprachpegel für Kommunikation in 1 m Entfernung für eine normale Sprache bei 60 dB(A), für angehobene 66 dB(A), für laute bei 72 dB(A). Auch bei SPRENG (Beeinträchtigung der Kommunikation durch Lärm) finden sich ähnliche Werte. Der Sprachpegel liegt bei ruhiger Sprechlautstärke zwischen 50 und 55 dB (A), bei normaler zwischen 55 und 63 dB(A), bei angehobener zwischen 62 und 68 dB(A). In den angegebenen Bereichen der Sprechlautstärke 50 - 68 dB (A) liegen die höchsten Terzbandpegel zwischen 250 und 630 Hz. Erst wenn die Sprechlautstärke lauter wird oder in Schreien übergeht, (70 - 78 dB(A) bzw. 80 bis 95 dB(A)) verschiebt sich der Frequenzbereich mit dem höchsten Terzbandpegel auf 630 bis 1250 Hz. Weiterhin gibt SPRENG an, dass bei Sprechlautstärken von 66 dB(A) in einem Meter Abstand die Beurteilung für die Kommunikation als gut beschrieben wird, die Differenzen zwischen Sprechlautstärke und Störschall liegen im Bereich von 6-12 dB(A). Dies bedeutet, dass insbesondere in Schulen der in M8/9 angegebene Wert von 55 dB(A) als Maximalpegel eine zentrale Bedeutung besitzt. Eine andere Überlegung sei noch angeführt: Spreng setzt in der schulischen Kommunikation für 10 m Entfernung eine angehobene bis laute Stimme mit 69 dB (A) an. Der Abstand für eine ungestörte Kommunikation zwischen Sprechlautstärke und Störgeräuschpegel soll -je nach Anforderung - bei 10 bis 20 dB (A) liegen. Daraus folgt, dass der Störschall bei dieser Situation zwischen 49 und 59 dB(A) liegen darf. Insofern ist der in M8/9 angegebene Wert von 55 dB(A) ein Wert, der für Planungszwecke gelten kann. Als Richtwerte für Schallschutzmaßnahmen in Schulen soll  $L_{max} = 55 \text{ dB (A)}$  gelten. Die von MASCHKE auf Seite 78 seiner Stellungnahme angegebenen Störgeräuschpegel (Dauerschallpegel (innen) von  $L_m = 50 \text{ dB(A)}$ ) würden bedeuten, dass geschlossene Fenster einem Außenpegel von 74 dB(A) ( $50 + 24 \text{ dB(A)}$ ), gekippte Fenster einem Außenpegel von 65 dB (A) entsprechen würden. Maßnahmen greifen aber nach den Aussagen in M8/9 bereits bei 62 dB(A), also bei Pegeln im Inneren, die 47 dB(A) ( $62 - 15$

**dB(A)) bei gekippten Fenstern betragen. Nun wird aber bei der Beurteilung der Situation in der Schule nicht der Leq zu Grunde gelegt sondern ein Lmax von 55 dB (A), wobei eine Überschreitung pro Stunde toleriert werden kann. Von Maschke et al. wird auch auf die VDI-Richtlinie 2058, Blatt 3, für mentale Tätigkeiten hingewiesen. In dieser Richtlinie wird als Richtwert für innen ein Leq von 55 dB (A) angegeben. Für Tätigkeiten mit hoher Konzentration werden als Richtwerte bis um 20 dB (A) niedrigere Werte empfohlen. Es ist aber festzustellen, dass in der revidierten Fassung 2058/3 diese geringeren Werte nicht mehr enthalten sind. In M8/9 wird nicht von Innenpegeln als Mittelungspegeln sondern von den maximalen Außenpegeln ausgegangen. Es wurde festgestellt, dass bei Überschreitung von Maximalpegeln von 70 dB (A) bei gekippten Fenstern innen ein Pegel von 55 dB (A) nicht mehr garantiert ist, so dass hier Schallschutzmaßnahmen greifen. Aus dieser Sachlage geht hervor, dass die in M8 angegebenen Maximalpegel von 70 dB(A) (außen) für ein gekipptes Fenster und 80 dB(A) für ein geschlossenes Fenster sehr wohl mit den Schutzziele für einen ungestörten Unterricht Verwendung finden können.**

4.10.6.0023

#### *Störung der Kommunikation*

*Maßgebliche Lärmwirkungsforscher beschrieben anlässlich des Köpenicker Symposiums Aspekte der Lärmwirkungsforschung. Umweltkapazität von Verkehrsflughäfen, Schutzmaßnahmen und Schutzziele" die Notwendigkeit ungestörter Kommunikation. „ Störgeräusche sollen während der Kommunikation 40 dB(A) nicht überschreiten. Die Arbeitsgruppe verweist darauf, dass für schwerhörige Personen und Kleinkinder höhere Anforderungen an die akustischen Bedingungen zu stellen Sind, um eine gute Sprachverständlichkeit zu erreichen." Köpenicker Symposium, Tagungsband 3/2000, S. 14, Gottlob,UBA*

## Stellungnahme

Die Einwendungen zu den Kommunikationsstörungen hängen sehr eng mit der Problematik Belästigung wie auch der der schutzbedürftigen Bereiche, insbesondere Schulen, zusammen. Auch die Antworten des Antragstellers sind hier deutlich überschneidend.

Die Einwendungen für Kommunikation beziehen sich

- auf Kriterien zur Bewertung der Kommunikation
- auf Grenz- und Beurteilungswerte
- auf die Kommunikation in bestimmten Bereichen.

Letzteres wird bei den schutzbedürftigen Bereichen abgehandelt werden.

Kommunikationsbeeinträchtigungen betreffen das Hören und Verstehen, das Sprechen und auch den Spracherwerb. Störungen der Kommunikation können zu Informationsverlusten, Fehlinformationen, Verlängerung der Kommunikationsdauer, Zunahme der Hör- und Sprechanstrengung führen. Die Güte einer Kommunikation ist abhängig von den Eigenschaften der Kommunizierenden und den Bedingungen, unter denen Kommunikation abläuft. Zu den Eigenschaften der Kommunizierenden gehören neben dem Hörvermögen u.a. der Sprachpegel, die Sprachfrequenz, die Sprachverständlichkeit (Mutter- oder Fremdsprache). Beeinflussende Bedingungen sind z. B. die Raumbeschaffenheit, der Sprecher-Hörer-Abstand, Pegel sowie Frequenz und Zeitcharakteristik eines Störgeräusches. Die Sprechpegel richten sich nach Situation und Bedingungen.

Es werden, gemessen in 1 m Abstand, folgende Werte des durchschnittlichen Sprechpegels erreicht (zitiert bei SPRENG 1994):

ruhig, Privatbereich 48 dB(A), ruhig, normal Privatbereich 54 dB(A), normal 60 dB(A), angehoben 66 dB(A), laut 72 dB(A), sehr laut 78 dB(A), Schreien 84 dB(A), maximales Schreien 90 dB(A).

In diesen verschiedenen Situationen verhalten sich die Kommunikationspartner den jeweiligen Umgebungsbedingungen angepasst.

Wenn die Sprache angehoben wird und Schreien mit Pegelwerten oberhalb von 70 - 80 dB(A) erforderlich ist, findet man bei einer Analyse auch im Frequenzspektrum eine Verschiebung sowie ein Abflachen der Sprachmelodie und der Sprachdynamik. Dadurch kommt es zu verzerrter Sprache mit Einschränkungen für die Sprachverständlichkeit. Diese reduziert sich bei Anstieg des Sprechpegels um 10 dB(A) um etwa 15 - 40 %. Zur Kompensation des Abstandes zwischen Signal (Sprechen) und Störgeräusch müsste das Signal (Sprechen) noch um etwa 5 dB(A) lauter sein, damit diese extrem laute Sprache mit gleicher Sprachverständlichkeit aufgenommen und wie die normal gesprochene Sprache verstanden wird. Ebenso ist in solchen Situationen ein Absinken der Sprechgeschwindigkeit um etwa 20 % zu bemerken, wodurch zwar bei geringen und mittleren Sprechlautstärken bessere Erkennung möglich ist, jedoch bei lauter Sprache durch Veränderung der zeitlichen Wortstruktur und in Folge der Artikulationsänderungen die Unterscheidungsmöglichkeit im allgemeinen negativ beeinflusst wird. Solche Störungen sind besonders bedeutsam für Hörgestörte oder Hörgeräteträger.

Die Ableitung von empfohlenen Begrenzungswerten gegen Störungen der Kommunikation resultiert aus experimentellen wie auch Felduntersuchungen. Experimentelle Untersuchungen haben den Nachteil, dass sie nicht die üblicherweise vorhandene Lebenssituation simulieren können, in der auch die für die Kommunikation notwendigen Anpassungsvorgänge ablaufen oder abgelaufen sind. Der Vorteil ist, dass die Bedingungen standardisiert verändert werden können. Felduntersuchungen, meist Befragungen, in den wenigsten Fällen Verhaltens- und Handlungsanalysen, erfassen neben Kommunikationsbeeinträchtigungen häufig auch andere Störungen und Belästigungen.

Die Störwirkung durch Fluglärm wird gegenüber Straßenlärm als höher eingeschätzt. Das liegt vor allem an dem intermittierenden Charakter und psychischen Bewertungen. Für das Schutzziel Kommunikation wird zwischen Innen- und Außenpegel unterschieden. Für Außenwohnbereiche können die für den Innenraum geltenden kritischen Toleranzwerte oder präventive Richtwerte nicht herangezogen werden, weil hier Freifeldbedingungen herrschen,

die im Inneren nicht gegeben sind. Auch kann an die Sprachqualität im Außenbereich nicht der strenge Maßstab angelegt werden, der für den Innenbereich notwendig ist. Von SPRENG (1994) werden verschiedene tolerable Innengeräuschpegel für gutes bis sehr gutes Sprachverstehen aufgestellt. Es wird dabei unterschieden zwischen enger Kommunikation (1 m Abstand) mit einem Kommunikationspegel von 57 dB(A), eine familiäre Kommunikation in 4 m Abstand mit Normal-/angehobener Stimme und einem Kommunikationspegel von 63 dB(A) sowie eine schulische Kommunikation im 10-Meter-Abstand mit angehobener Stimme bei einem Kommunikationspegel von 69 dB(A). SPRENG gibt für diese Kommunikationsformen Signalstörverhältnissbereiche an. Diese liegen je nach der Art von Personengruppen zwischen 6 und 31 dB. Deshalb wird auch empfohlen, für die unterschiedlichen Personengruppen (siehe unten) auch unterschiedliche mittlere tolerable Innengeräuschpegel anzusetzen. GRIEFAHN et al (2001) schließen aus Feldstudien an Flughäfen, die in verschiedenen Ländern von 1980 bis 1998 durchgeführt werden, auf einen Tagesmittlungspegel von  $L_{eq} = 60,2$  dB(A), bei dem etwa 30 % der Betroffenen stark gestört sind. Fluglärm ist im Allgemeinen im Gegensatz zu Straßenlärm intermittierend. Das hat für die Kommunikation bestimmte Vorteile, es können jedoch auch erheblich höhere Pegel bei sehr lauten Flugzeugen auftreten. Deshalb ist auch die Frage der Rolle der Maximalpegel zu diskutieren. In experimentellen Untersuchungen wurde ihre Bedeutung für Kommunikationsstörungen untersucht. Epidemiologische Untersuchungen zu Maximalpegeln und ihren bleibenden Störeffekten liegen dagegen weitgehend nicht vor. Störeffekte für Radio/TV beschrieben RYLANDER et al. (1980) bei  $L_{max} = 75$  dB(A) und für das Telefonieren bei  $L_{max} = 78,5$  dB(A). Bei Sprachpegeln über 20 dB ist bei gewohnter Sprache eine 50%-ige Sprachverständlichkeit gegeben, wenn die gesprochenen Sätze 8 dB unter dem Störgeräuschpegel betragen. Um eine achtzig- bis neunzigprozentige Satzverständlichkeit zu gewährleisten, ist das Signal-/Störgeräusch-Verhältnis mindestens bei 0 bis plus 3 dB anzusetzen (SPRENG 1994). Bei schwierigen Texten, Fremdsprachen, ungewohnten Sprachpartnern verringert sich die Verständlichkeit deutlich auf 50 bis 70 %. Die DIN 33410 für den Arbeitsbereich nimmt eine Sprachverständlichkeit an, wenn in Innenräumen ein Maximalpegel von 60 dB(A) bzw. 54 dB(A) für Abstände von 1 bis 4 Metern gegeben ist. In diesem Abstand wäre eine ruhignormale Sprache mit einem Sprechpegel von 57 dB(A) und eine angehobene Sprache von 63 dB(A) möglich. Die Effekte von Maximalpegeln sind jedoch erheblich von situativen Effek-

ten abhängig, so dass im Allgemeinen bei der Umsetzung dieses Schutzzieles auf die energie-äquivalenten Dauerschallpegel zurückgegriffen werden sollte.

Als Außenwert für befriedigende bis ausreichende Kommunikation bietet sich aufgrund der vorhandenen Untersuchungsergebnisse für den Tag als kritischer Toleranzwert ein  $L_m$  von 62 dB(A) an. Für den Innenraum lassen sich Mittelungspegel von 45 dB(A) als kritische Toleranzwerte angeben. Der Außenwert entspricht dem präventiven Wert für die Einschränkung der erheblichen Belästigung. Störpegel für den Außenbereich zu einer noch tolerierbaren Nutzung liegen bei etwa 68 dB(A) (LAZARUS 1990, SPRENG 1994). Bei vier Meter Sprechabstand liegt dies etwa bei 56 dB(A). Daraus kann man ableiten, dass als kritischer Wert für eine befriedigende und ausreichende Kommunikation ein Störpegel von 62 dB(A) anzunehmen ist.

Es sollte jedoch, um den Forderungen des SRU nach deutlicher Unterschreitung dieser kritischer Toleranzwerte zu genügen, ein präventiver Tages-Richtwert (außen) für befriedigende Kommunikation von 59 dB(A) am Tage und ein präventiver Richtwert von 40 dB(A) innen (für gute Kommunikation) eingehalten werden. Auch der Arbeitskreis für Lärmwirkungsforschung beim Umweltbundesamt empfahl bereits 1985 einen Innengeräuschpegel von 40 dB(A) für gutes bis sehr gutes Sprachverständnis bei familiärer Kommunikation. Die Bedingungen für eine sehr gute bis gute Kommunikation im Innenraum lassen sich individuell natürlich besser beeinflussen als im Außenfeld. Nach den oben genannten Dämmmaßen sind sie sowohl bei Spaltlüftung, aber insbesondere auch bei geschlossenem Fenster möglich. Für den Zeitraum mit hohen Anforderungen an die Kommunikationsgüte ist dies durchaus zumutbar. Der präventiv angegebene Wert von 59 dB(A) im Außenbereich für eine akzeptable Kommunikation liegt zwischen dem für den familiären Bereich oben angegebenen Störpegelwert von 56 dB(A) und dem kritischen Wert von 62 dB(A). Damit wird er den Forderungen des SRU nach deutlicher Unterschreitung kritischer Werte gerecht. Unter dem Aspekt der Anpassbarkeit der Kommunikationsentfernungen ist dies vertretbar.

Besonders betroffen durch schlechte Kommunikationsbedingungen sind *Hörgeräteträger*. Gerade bei ihnen ist der Signal-Störgeräusch-Abstand besonders relevant, da durch das Hörgerät sowohl Sprach- als auch Störschall verstärkt werden, wodurch die Sprachverständlich-

keit erheblich absinkt. Ebenfalls Altersschwerhörige und Schwerhörige werden durch einen geringen Signal-Störgeräusch-Abstand stärker beeinträchtigt. Auch Säuglinge und Kleinstkinder sollen besonders störanfällig sein. Kleinkinder und Schulkinder werden bei den schutzbedürftigen Bereichen nochmals behandelt. Die präventiv orientierten Richtwerte beinhalten auch teilweise die besondere Betroffenheit, sie können natürlich nicht, da sie auf Bevölkerungsgruppen ausgerichtet sind, alle Einzelfälle berücksichtigen.

Den Antworten des Antragsstellers auf diese Problematik ist weitgehend zu folgen, doch sollte der Wert stärker auf den Leq entsprechend der Synopse gelegt werden.

### 1.1.1.3.2 Beeinträchtigung der Erholungsfunktion

Im Gliederungspunkt 4.10.7. sind alle Einwendungen zur Beeinträchtigung der Erholung durch Lärm zusammengefasst. Wie bei den bisherigen Schutzbereichen, finden sich auch in anderen Einwendungen Hinweise auf Störungen der Erholung. Da Erholung mit Kommunikation und Erhalt der Gesundheit gesehen wird, ergeben sich auch hier Überschneidungen.

4.10.023 *In der Folge stehen u.a. zu befürchten:*

- *Verzicht auf den Aufenthalt im Freien,*
- *Verlagerung von Freizeitaktivitäten in weniger lärmbelastete Bereiche,*
- *Verlagerung des Tourismus in andere Randbereiche Berlins,*
- *nachteiliger Strukturwandel durch Wegzug wirtschaftlich besser gestellter Personen als Eigentümer, Mieter oder Pächter (VerSLUMung der Region),*
- *Beeinträchtigung der Erholungsfunktion durch Versiegelung.*

**Lärmbedingte Auswirkungen auf die Erholungsfunktion der Landschaft werden in der UVS in Kapitel 5.5 beschrieben und dargestellt. Der Einschätzung des Lärmmedizinischen Gutachtens (M 8 und M 9) folgend wurde die Schwelle der Beurteilung für die Erheblichkeit der Auswirkungen bei 62 dB(A) angesetzt. Bereiche mit einer hohen Er-**

holungsfunktion, die innerhalb der 62 dB (A)-Schallisophone liegen, wurden demnach als erheblich beeinträchtigt bewertet und festgestellte Funktionsverluste im Landschaftspflegerischen Begleitplan durch geeignete Maßnahmen kompensiert. Die Erholungsgebiete in Köpenick und Grünau liegen teilweise innerhalb der 55 dB(A)-Schallisophone und damit in dem Bereich, für den eine einfache Belästigung durch Lärm festgestellt wurde. Mit einer erheblichen Belastung und den daraus resultierenden Folgen ist hier demnach nicht zu rechnen.

Eine durch den Ausbau des Flughafens Schönefeld verursachte Versiegelung und damit verbundene Einschränkung der Erholungsfunktion ist in diesem Bereich nicht vorgesehen. Nach den Ergebnissen der Gutachten sowie der Umweltverträglichkeitsstudie und den Erfahrungen an anderen deutschen Flughäfen muß durch den Ausbau des Flughafens Schönefeld grundsätzlich

- weder auf den Aufenthalt im Freien verzichtet werden,
- brauchen Freizeitaktivitäten nicht in weniger lärmbelastete Bereiche verlagert zu werden,
- steht eine Verlagerung des Tourismus in andere Randbereiche Berlins nicht zu befürchten,
- ist auch die Befürchtung des Wegzugs wirtschaftlich besser gestellter Personen unbegründet,
- wird die Erholungsfunktion nicht durch Versiegelung beeinträchtigt (Versiegelungen finden nur im Bereich der neu zu errichtenden Verkehrswege statt) und
- gibt es nach den gutachterlichen Aussagen keinerlei Besorgnis, dass die Gesundheit von Kindern durch ihren Aufenthalt bei Spiel und Sport im Freien unter den Auswirkungen des Flugverkehrs leidet.

#### 4.10.-1.004

Es war Aufgabe des medizinischen Gutachtens nach Kriterien für Gesundheitsbeeinträchtigungen zu suchen. Dass Ruhe und Entspannung sowie die Möglichkeit der Re-creation durch Lärm, insbesondere Fluglärm erheblich beeinträchtigt werden, war der ursprüngliche Auslöser dafür, dass eine so breite Lärmwirkungsforschung sich erst

entwickeln konnte. Wenn daher im Gutachten aufgezeigt wird, dass bei bedeutungsarmen und informationsarmen Geräuschen unterhalb von 50 dB (A) (Mittelungspegel) und unterhalb von Einzelschallpegeln von 65 dB(A) keine physiologischen und psychologischen Reaktionen unter gesundheitsbeeinträchtigenden Gesichtspunkten auftreten, dann dürfte dies auch im Hinblick auf die Erholungsmöglichkeit für den Organismus Gültigkeit haben.

#### 4.10.1.105

In M8 ist auf die komplexe Lage der Verarbeitung von Lärmreizen zu unterschiedlichen Tageszeiten eingegangen worden (S. 46). Es wird ausgeführt, dass die unterschiedlichen Eigenrhythmen des Menschen sowie seine Anpassungen z. B. an Schichtarbeit oder an sonstige Verhaltensweisen zwangsläufig unterschiedliche Reaktionsantworten auf die Schallreize hervorrufen, d.h. dass der eine Mensch gerade dann sein Leistungshoch aufweist, wenn der andere Freizeit oder Pause hat. Die Tatsache, dass ca. 12 % der arbeitenden Bevölkerung Nachtschichten ableistet, hat zur Folge, dass in Zeiten, in denen Nachtschichtler schlafen müssen, andere ihr Leistungshoch aufweisen, z.B. in den Morgen- und Nachmittagsstunden. Das heißt, eine realitätsgerechte und allen Belangen entsprechende Gewichtung einzelner Tages- oder Nachtabschnitte ist unmöglich und physiologisch nicht allgemein gültig zu begründen.

In einigen Regelwerken hat man unterschiedliche Beurteilungen und Bewertungen etwa der Abend- und Morgenstunden vorgenommen (vgl. VDI2058, Blatt I und DIN 45643). Diese Regelungen sind jedoch nicht medizinisch begründet, sondern haben eine verhaltenssoziologische Grundlage. Auch der SRU vertritt eine ähnliche Einstellung. Er führt in Tz. 467 (Seite 184) aus, dass für den Erhalt von Gesundheit und Wohlbefinden Erholungsphasen notwendig sind. Die klassischen Ruhezeiten nach der Arbeit, während der Nacht und an den Wochenenden sollten verstärkt berücksichtigt werden. Die Erweiterung der zumindest beim Verkehr herangezogenen Beurteilungszeiten Tag /Nacht durch die Beurteilungszeit Abend kommt dem Bedürfnis nach Ruhe entgegen und sollte verstärkt bei Lärminderungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

M8 sagt dementsprechend nicht aus, dass die Abendzeiten unberücksichtigt bleiben sollen, sondern nur, dass aus medizinischer Sicht eine Begründung durch Besonderheiten

**physiologischer Funktionen zu den Abendzeiten nicht gegeben werden kann. Das grundsätzliche Bedürfnis nach Ruhe und Erholung ist Ausgangspunkt aller Untersuchungen, die zur Erfassung von Störungen dieses Bedürfnisses durchgeführt werden = Lärmwirkungsforschungen. Als geeignetes Maß dürfen die in M8/9 beschriebenen Kriterien in Form von Lm herangezogen werden.**

4.10.7.005

*Einschränkungen bei der Erholungsnutzung des Flughafenumfeldes (Freizeitaktivitäten/ Naherholung) werden- insbesondere wegen der großflächigen Verlärmung - befürchtet in bezug auf:*

- *Spaziergehen, Wandern, Inline-Skating*
- *Fahrradfahren*
- *Pilze sammeln (genutzte Flächen werden überbaut und Pilze werden kontaminiert)*
- *ungestörte Naturbeobachtung*
- *Reiten (befürchtet werden auch vermehrte Reitunfälle infolge eines Erschreckens der Pferde beim Überflug)*
- *Angeln (geringerer Fischbestand und schlechtere Qualität)*
- *Wassersport (Segeln, Surfen, Rudern, Paddeln); betrifft auch die entsprechenden Vereine mit ihren Jugendgruppen (z.B. Norwegischer Ruderverein mit 70 Mitgliedern (3889), Köpenicker Sportclub e.V. Abt. Kanu (2093); Wassersportverein 1921 e.V., (4816), Segelverein Aegir Müggelheim, VSW), die sich z.T. in ihrem Bestand, z.T. im Leistungssporttraining und der Förderung bedroht sehen.*
- *Die Badestellen des Großen und des Kleinen Müggelsees können nur noch eingeschränkt genutzt werden. Auch eine Seerundfahrt rund um Köpenick mit der Berliner Kreisschiffahrt wird unzumutbar.*
- *Die Badestellen Strandbad Grünau, Strandbad Wendenschloß, Bammelecke, Strandbad Schmöckwitz und Strandbad Zeuthen werden so verlärmert sein, dass sie unbenutzbar werden. (12595)*
- *Fußball (8549), z.B. Fußballverein "Blau-Weiß-Dahlewitz", "SG Schulzendorf" (Sportplatz an der August-Bebel-Straße)*
- *Hundesport*

*- Befürchtet wird eine Beeinträchtigung der Orientierung zu Wasser, Steuerung von Wettkämpfen des Wassersports mit akustischen Signalen (die in ihren Pegeln unter den zu erwartenden Lärmereignissen des Flugverkehrs von  $\geq 72$  dB(A) liegen) ist durch Fluglärm gefährdet.*

*- Bestand des Segelvereines Aegir in Müggelheim gefährdet (5924)*

**Lärmbedingte Auswirkungen auf die Erholungsfunktion der Landschaft werden in der UVS in Kapitel 5.5 beschrieben und dargestellt. Der Einschätzung des Lärmmedizinischen Gutachtens (M 8 und M 9) folgend wurde die Schwelle der Beurteilung für die Erheblichkeit der Auswirkungen bei 62 dB(A) angesetzt. Bereiche mit einer hohen Erholungsfunktion, die innerhalb der 62 dB(A)-Schallisophone liegen, wurden demnach als erheblich beeinträchtigt bewertet und festgestellte Funktionsverluste im Landschaftspflegerischen Begleitplan durch geeignete Maßnahmen kompensiert. Für Erholungsgebiete innerhalb der 55 dB(A)-Schallisophone wurde eine einfache Belästigung durch Lärm festgestellt. Mit erheblichen Auswirkungen und den daraus resultierenden Folgen ist hier nicht zu rechnen. Insbesondere innerhalb der 55 dB(A)-Isophone kann von einer Gewöhnung der zur Freizeitgestaltung genutzten Tiere (Hunde, Pferde) an Schalimmissionen und Überflüge ausgegangen werden. Dabei ist auch zu beachten, dass der genutzte Bereich keinen störungsarmen, unbelasteten Raum darstellt und auch derzeit vom Flugbetrieb gekennzeichnet ist.**

**Die für den Wassersport genutzten Gewässer sowie die genannten Badestellen liegen außerhalb der 62 dB(A)-Schallisophone und damit außerhalb des Bereiches einer erheblichen Belästigung durch Schall.**

**Einige der genannten Erholungsbereiche, beispielsweise der Große und Kleine Müggelsee liegen darüber hinaus sogar außerhalb der 55 dB(A)-Schallisophone und damit außerhalb des Bereiches für den eine einfache Belästigung zu erwarten ist. Eine Einschränkung der Erholungsfunktion durch den Ausbau des Flughafens Schönefeld kann für diese Bereiche demnach nicht festgestellt werden.**

Ebenso liegen die von den genannten Fußballvereinen genutzten Sportflächen außerhalb des Bereiches für den eine erhebliche Belästigung durch Schall zu erwarten ist. Wie den Gutachten M 10 und M 11 zu entnehmen ist, wird es nur in unmittelbarer Umgebung des Flughafens zu einer Erhöhung von Luftschadstoffen kommen, die den Genuß von gesammelten Waldpilzen einschränken könnte. In den Waldbereichen, die von Pilzsammlern genutzt werden, ist lediglich mit einem Anstieg der NO<sub>x</sub>-Belastung zu rechnen, die jedoch für den Verzehr von Waldpilzen nicht relevant ist. Durch den Ausbau des Flughafens Schönefeld verursachte Auswirkungen auf den Fischbestand oder dessen Qualität sind in den von der Dahme durchflossenen Gewässern südlich Berlins nicht zu erwarten.

Hinweis: dieses Einwanderargument (Auswirkungen auf den Fischbestand) kann nicht abschließend beantwortet werden, da nicht bekannt ist, auf welche Gewässer es sich konkret bezieht.

Die für Wettkämpfe genutzten Gewässer liegen alle außerhalb der 62 dB(A)-Schallisophone und überwiegend außerhalb der 55 dB(A)-Schallisophone und damit außerhalb des Bereiches, in dem eine Beeinträchtigung durch Schall zu erwarten ist. Eine Störung der Orientierung sowie der Steuerung von Wettkämpfen kann daher ausgeschlossen werden.

Die für den Segelsport genutzten Gewässer liegen überwiegend außerhalb der 55 dB(A)-Schallisophone und damit außerhalb des Bereiches, in dem eine Beeinträchtigung durch Schall zu erwarten ist. Eine Störung und Gefährdung des Segelvereins kann daher ausgeschlossen werden. "

Joggen, Tennis spielen, Reiten und Camping sind Freizeitaktivitäten, die auch nach dem Flughafenausbau im Umfeld des Flughafens Schönefeld möglich sind. Dies belegen entsprechende Freizeitnutzungen im Umfeld anderer Flughäfen (u.a. auch Berlin-Tegel).

Eine Beeinträchtigung des Reitsports und der Tiere ist z.B. nach den Erfahrungen am Flughafen Köln-Bonn nicht zu befürchten (vgl. Kap. 5.5.1.2.2 der UVS).

Ebenso zeigen Campingplätze in der Nähe von Flughäfen (oder Autobahnen), dass

**Camping/Zelten nach wie vor grundsätzlich möglich ist, wenn nicht eine erhebliche Lärmbelastung vorliegt. Dies ist im Bereich des Flughafens Schönefeld nicht der Fall.**

**Die Siedlung Müggelheim liegt nicht innerhalb der im Planfeststellungsantrag ausgewiesenen 62 dB(A)-Isophone, die den Bereich der erheblichen Lärmbelastung umschließt. Die Befürchtung des Tennisclubs SC Müggelheim, aufgrund der Flugzeuggeräusche könnten Mitglieder den Verein verlassen und der Verein würde in seiner Existenz gefährdet werden, kann vor dem Hintergrund der Lärmbelastung nicht nachvollzogen werden.**

**Abhängig von der Lage im Bereich der erheblichen Lärmbelastung (62 dB(A)-Isophone) kann sich jedoch eine erhebliche Belastung ergeben. Die Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH hat die Lärmauswirkungen des Ausbauvorhabens lärmphysikalisch ermitteln und bewerten lassen. Auf die mit dem Antrag vorgelegten Gutachten wird verwiesen. Die Planfeststellungsbehörde hat darüber zu entscheiden, ob einem eventuellen Planfeststellungsbeschluß Auflagen auf der Grundlage von §9 Abs. 2 LuftVG zum Schutze der Flughafenumgebung hinzugefügt werden. Dies ist dann der Fall, wenn in der Umgebung des Verkehrsflughafens Berlin-Schönefeld durch das Ausbauvorhaben unzumutbare Lärmbeeinträchtigungen eintreten. Dies wäre etwa nach dem Ergebnis des lärmmedizinischen Gutachtens dann der Fall, wenn an Wohngrundstücken bzw. öffentlichen Einrichtungen des tags ein Dauerschallpegel von 62 dB(A) überschritten würde.**

4.10.7.030

*Zur Beurteilung der Verlärmung von Erholungsgebieten sind deshalb auch weitere Planungs-, Grenz- und Orientierungswerte heranzuziehen. So sieht z.B. die DIN18005 für die städtebauliche Planung für Park-, Friedhofs- und Kleingartenanlagen einen Orientierungswert von 55 dB(A) vor. Dieser Wert entspricht auch dem gutachterlich empfohlenen Richtwert für Erholungszonen in Berlin (IVU: Studie zur ökologischen und stadtverträglichen Belastbarkeit der Berliner Innenstadt durch den Kfz-Verkehr, Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz 1991) sowie dem Immissionsgrenzwert der Schweizer Lärmschutzverordnung für Erholungszonen und wurde auch in anderen Planfeststellungsverfahren (z.B. für die Magnetschwebebahn) herangezogen. Die Einstufung des Köpenicker*

*Naherholungsgebietes als durch Lärmbelastung mit nur geringer Auswirkung betroffenes Gebiet lässt sich aber auch bei der Zugrundelegung der in der UVS gewählten Methode der ökologischen Risikoanalyse nicht nachvollziehen. Entsprechend der Bewertungskriterien der Tabelle 5.1.1-3 ist das Gebiet als Erholungsgebiet ohne erhebliche Lärmvorbelastung einzustufen. Dies entspricht, wie es auch in der Karte Bestand und Bestandsbewertung dargestellt ist, der Wertstufe 5 (sehr hohe funktionale Bedeutung/ Empfindlichkeit). Die Wirkintensität der Verlärmung ist nach Tabelle 5.1.2-2 für die mit 55 dB(A) verlärmten Bereiche mit der Stufe 3 (mittel - für einfache Belästigung) einzustufen. Entsprechend der Matrix in Tabelle 4.2.3-2, die hier ebenso wie bei den anderen Schutzgütern anzuwenden ist, sind die Auswirkungen mit „hoch“ und damit als erheblich einzustufen.*

**Die DIN18005 ist auf Fluglärm nicht anwendbar. Soweit es keine gesetzgeberisch festgelegten Grenzwerte gibt, richtet sich die Beurteilung nach dem „allgemeinen Kenntnisstand“ und den „allgemein anerkannten Prüfungsmethoden“, wie in § 6 Abs. 3 Nr. 4 UVPG für die Umweltverträglichkeitsprüfung bestimmt, auf den auch § 8 Abs. 9 BNatSchG verweist. Auch insoweit verbleibt es demzufolge bei den Bewertungen und Ergebnissen des vom Vorhabenträger gemäß § 40, Abs. 1, Nr. 10 a LuftVZO mit dem Planfeststellungsantrag vorgelegten lärmmedizinischen Gutachten. Eine flächengenaue Berechnung des Kompensationsbedarfs für den Konflikt „sehr hohe Beeinträchtigung der Erholungsfunktion durch Schall“ ist aufgrund der Unmöglichkeit der Quantifizierbarkeit des Eingriffs nicht erfolgt. Gleichwohl wird der Konflikt im LBP beschrieben (FA 300) und werden Maßnahmen für die Kompensation vorgesehen**

4.10.7.035

*Der Schwellenwert für die Störung der Erholung liegt nach MASCHKE zwischen  $Leq3 = 53$  und 67 dB(A). Bei einer hohen Anzahl von über 20 stündlichen Überflügen sind nach MASCHKE keine ausreichenden Erholungsphasen zwischen einzelnen Fluglärmereignissen gegeben.*

## Stellungnahme

Die Einwendungen richten sich vor allem auf folgende Problembereiche:

- die lärmbedingte Störung der Erholung an sich, im Wohnumfeld, Terrassen und Gärten,
- die lärmbedingte Einschränkung der Nutzung von Erholungsgebieten,
- die lärmbedingte Einschränkung und Beeinträchtigung von speziellen Erholungsaktivitäten, Vereinsaktivitäten u. a.,
- die Festlegung von Grenz- und Orientierungswerten gegen die negativen Einflüsse von Fluglärm auf die Erholung.

In den lärmmedizinischen Gutachten M 8 und M 9 wird der Erholung und Rekreation ein besonderes Kapitel gewidmet, es finden sich weiterhin Aussagen dazu sowohl hinsichtlich der Gesundheit, des Schlafes, der Circadianrhythmik wie auch der schutzbedürftigen Bereiche.

Dass Schall, insbesondere unerwünschter Lärm, die Erholung beeinträchtigen kann, ist selbstverständlich. Zum anderen werden gerade in der Erholung lärmintensive Bereiche und Aktivitäten gesucht, so dass es nicht um den Schallpegel an sich geht, sondern die Erholungsaktivitäten im Zusammenhang mit einer Situation zu sehen sind.

Insgesamt sind Untersuchungen unter dem Aspekt der Festlegung von Grenz- oder Schwellenwerte bei Fluglärm gegen Erholungsbeeinträchtigungen sehr selten. Die Störungen von Ruhe und Erholung korrelieren mit dem Lärmpegel geringer, als das für die Belästigung und Kommunikationsstörung zutrifft. Das liegt u. a. daran, dass die Erholungszeiten sich auf bestimmte Tagesabschnitte konzentrieren und der Mittelungspegel die Schallbelastung am gesamten Tag widerspiegelt. Werden nur die Mittelungspegel in den Abendstunden verwandt, so ergeben sich engere Beziehungen zur Erholungsstörung, insbesondere in den Wohngebieten (GUSKI1991). Auch KASTKA (1999) berichtet, dass die Störungen in der Erholung in den Abendstunden am häufigsten sind. Deshalb hat die Europäische Union als Beurteilungspegel den sogenannten LDEN empfohlen, der die Abendstunden mit 5

dB(A) Aufschlag besonders hervorhebt. Es soll an dieser Stelle nicht auf die Problematik des LDN und LDEN eingegangen werden.

Auch unter dem Gesichtspunkt der Erholung ist eine getrennte Betrachtung der Tag- und Nachtbelastung zu bevorzugen. Ein über 24 Stunden errechneter Mittelungspegel, der auch eine unterschiedliche tageszeitliche Wertung hat, wie der LDN lässt eine realitätsgerechte Beurteilung der Lärmwirkung nicht zu. Außerdem widerspiegelt er dann nicht die tatsächliche Belastung über diesen Zeitraum. Bisherige Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung beruhen überwiegend auf anderen Belastungsgrößen.

Schutzziele, wie Vermeidung von Krankheiten, Belästigung, Schlafstörungen, beinhalten stets eine Aussage zu längerfristigen Wirkungen, Forschungsergebnisse widerspiegeln die im allgemeinen vorhandenen Beziehungen zu Lärmpegeln. Bei der Interpretation zur Ableitung von Begrenzungswerten wird davon ausgegangen, dass die Betroffenen ständig in solchen Bereichen leben. Bei der Nutzung von Erholungsgebieten sowie von Erholungsaktivitäten ist die Situation jedoch anders. Sie werden zeitweilig aufgesucht bzw. durchgeführt. Deshalb ist ein Schluss auf die Störung dieser Erholungsbetrachtung z. B. zur Gesundheit nicht möglich. Wissenschaftliche Erkenntnisse liegen nicht vor. Ebenso gibt es nahezu keine Erkenntnisse zur Beeinträchtigung von bestimmten Erholungsaktivitäten durch Fluglärm. Die empfundene Störung der Erholung in Erholungsgebieten und bei Erholungsaktivitäten hängt erheblich von der Art der Aktivitäten ab, zeigt auch Unterschiede bei gleichen Pegeln in

unterschiedlichen Bereichen (ANDERSON et al. 1993). Dosis-Wirkungs-Beziehungen lassen sich schwierig nachweisen (FIDELL et al. 1996). GJESTLAND et al. (1990) finden bei Befragungen u. a. zur Störung der Erholung bei Tagespegeln zwischen 50 und 55 dB(A) etwa 10 % Gestörter. Bei etwa 60 dB sind es 20 %, bei 65 dB etwa 30 %.

Trotz dieser sehr ungünstigen wissenschaftlichen Datenlage sollte auch das Schutzziel Erholung in die Betrachtung einbezogen werden. Hierfür kommen nur energieäquivalente Dauerschallpegel und keine Maximalpegel in Frage. Maximalpegel in ihrer Störung sind erheblich von den situativen Gegebenheiten und der ausgeübten Aktivität abhängig. Deswegen lassen sich keine pauschalen Orientierungen ableiten. Erholungsaktivitäten im Innenraum werden durch die Begrenzungswerte für die Reduzierung erheblicher Belästigung und der Realisie-

zung einer guten Kommunikation berücksichtigt. Deshalb sollten nur für den Außenraum zusätzliche Begrenzungswerte vor allem in erholungsbezogenen Gebieten zur Bewertung herangezogen werden.

Erholungsaktivitäten sind deutlich eingeschränkt, wenn die energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{eq}$  am Tag über 16 Stunden 64 dB(A) überschreiten. Dann sind etwa 25 bis 30 % in den Erholungsaktivitäten gestört. Erstrebenswert unter präventiven Gesichtspunkten wäre für die spezielle Problematik der Erholung ein  $L_{eq}$  von 57 dB(A). Dies wäre insbesondere für spezielle Erholungsgebiete zu empfehlen. Hier können etwa 10 bis 15 % von Personen angenommen werden, die eine Erholungsstörung angeben bei Befragungen. Bei solchen Pegeln ist auch die Verhältnismäßigkeit gewahrt gegenüber anderen Schalleinflüssen während einer Erholungstätigkeit. Dabei ist die Erholung gegenüber dem Schutz vor erheblicher Belästigung nachgeordnet.

Den Antworten des Antragstellers auf die oben genannten konkreten Einwendungen hinsichtlich der Erholungsbeeinträchtigung ist weitgehend zu folgen.

### 1.1.1.3.3 Beeinträchtigung der Berufsausübung

Einwendungen zur Beeinträchtigung der Berufsausübung finden sich ebenfalls unter verschiedenen Klassifizierungsnummern. Beispielgebend sind folgende ausgewählt worden mit den entsprechenden Antworten des Antragstellers.

4.1.0027

*Nach dem Flughafenusbau bedeutet eine Berufsausübung im Freien:  
eine vermehrte tägliche Lärm- und Luftschadstoffbelastung bis zu 8 Stunden  
Ängste wegen des erhöhten Unfallrisiko  
langfristige Gesundheitsschäden, vornehmlich Gehör- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen  
ab Lärmpegeln über 50 dB(A) eine gegenüber dem Normalbürger um das mehrfache gesteigerte*

*gerten Erkrankungsgefahr*

*langfristig aus arbeitsmedizinischer Sicht eine Gefährdung der Berufsausübung*

*Es wird beantragt*

*die Belastungen und daraus resultierende gesundheitliche Gefahren für die einzelnen Arbeitsstätten im Detail darzustellen*

*notwendige Aufwendungen für künftig benötigte Schallschutzmittel (Gehörschutz) auszugleichen. (Muster M8 / B 76)*

In der Einwendung wird ausgesagt, dass die Berufsausübung im Freien zu vermehrten Lärmbelastungen führt. Dies ist zweifellos richtig. Es müssten jedoch die Arbeitsplätze im Freien bezeichnet werden, so dass dann auch die Belastung durch Fluglärm ermittelt und anschließend die Beurteilung, ob hier Gesundheitsgefährdungen vorliegen, gemacht werden kann. Weiterhin wird ausgeführt, dass Ängste wegen des erhöhten Unfallrisikos bestehen. Auch hier ist zu fragen, um welche Arbeitsplätze es sich handelt und welches Unfallrisiko gemeint ist. Handelt es sich hierbei um mögliche Flugzeugabstürze oder durch den Lärm bedingte Unfallrisiken, die beim Führen von landwirtschaftlichen Maschinen möglich wären. Es kann aus medizinischer Sicht hierzu bei dieser unklaren Vorgabe nicht Stellung genommen werden. Zur Frage der langfristigen Gesundheitsschäden - vornehmlich im Gehör- und Herz-Kreislauf-Bereich, ist im Gutachten M8 und auch M9 ausreichend Stellung genommen worden. Die Feststellung, dass Schallpegel über 50 dB(A) eine gesteigerte Erkrankungsgefahr am Arbeitsplatz bewirken, kann in dieser Form nicht akzeptiert werden. Danach wären fast alle Industriearbeitsplätze gesundheitsschädlich. Bekannt ist aber, dass erst oberhalb von 85 dB (A) bei 8-stündiger täglicher Einwirkung nach 10 Jahren erst Zeichen einer Lärmschwerhörigkeit auftreten und dass bei Einzelschallpegeln von 99 dB (A) eine mögliche Gefahr der Übersteuerung vegetativer Funktionen besteht. Insofern kann der Schlussfolgerung, dass langfristig aus arbeitsmedizinischer Sicht eine Gefährdung der Berufsausübung vorliegt, nicht gefolgt werden. Der Antrag, die Belastungen und daraus resultierende gesundheitliche Gefahren für die einzelnen Arbeitsstätten im Detail darzustellen ist vernünftig und wurde be-

**reits schon vorgeschlagen. Danach würden sich auch die Maßnahmen, zum Beispiel Tragen von Gehörschutz, zu richten haben**

#### 4.10.11.0

*-NACHTEILIGE AUSWIRKUNGEN des Vorhabens, insbesondere Konzentrationsstörungen und nachlassende Leistungsfähigkeit aufgrund von Fluglärm, werden sich vor allem für Personen ergeben, die geistig-schöpferischen Tätigkeiten mit einem hohen Anteil an Heimarbeit nachgehen, z.B.:*

- Hausfrau und Mutter (10415)*
- Lehrer (u.a. Musiklehrer), Hochschullehrer (z.T. Vorlesungsvorbereitung im Garten)*
- Softwareentwickler*
- Künstler*
- Regisseur, Autor und Veranstalter (8533)*
- Musiker, z. B. Kammervirtuos (7938)*
- Dirigent (8878)*
- Journalisten, Schriftsteller, selbständiger Verlagskaufmann*
- freiberuflicher Ingenieur, Bauingenieur (Projektleiter: ständige Weiterbildung und Studium von fachlichen Unterlagen zu Hause erforderlich)*
- Unternehmensberater*
- Geschäftsführerin einer gemeinnützigen Künstlervereinigung (8694)*
- Übersetzerin (8918)*
- Richter*
- Heimarbeiterin (aus Müggelheim, o.n.E.), befürchtet unzumutbare Verschlechterung ihrer Arbeitsbedingungen. (7431)*

#### 4.10.4.0013

*Berufstätige, welche überwiegend im Freien arbeiten, werden dem durch den Flughafenaustrau bewirkten Lärm ohne Schalldämmung täglich bis zu 8 Stunden ausgesetzt sein. Arbeitsmedizinische Forschungen beweisen, dass Lärmeinwirkungen am Arbeitsplatz langfristig Gesundheitsschäden, vornehmlich Gehör- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, bewirken.*

**Lärmwirkungen am Arbeitsplatz - und dies würde auch für Berufstätige gelten, die beim Flughafenaustrau Lärmbelastungen ausgesetzt sind - sind im Sinne von Er-**

krankungen bzw. Gesundheitsgefährdungen immer dann anzunehmen, wenn die entsprechenden Pegel überschritten sind. Dies bedeutet, dass bei Mittelungspegeln oberhalb von 80 dB (A) zunehmend eine Gehörschädigung zu erwarten ist und bei Maximalpegeln von oberhalb 99 dB(A) auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht mehr ausgeschlossen werden können.

#### 4.10.0012

*Kritik, dass Berufsbelastungen als Kriterien für Umweltbewertungen verwendet wurden.*

Es ist nicht zutreffend, dass nur von der beruflichen Lärmbelastung während einer 8-stündigen Schicht ausgegangen worden ist und davon ausgehend Beurteilungen durchgeführt wurden. Vielmehr sind zusätzlich zu den Erkenntnissen aus der Arbeitslärmbelastung vor allen Dingen die epidemiologischen Gutachten an Flughäfen entscheidend für die Aussagen in M8 gewesen. Darüber hinaus liegt ein umfangreiches, experimentelles und epidemiologisches Material vor, welches sich eindeutig auf Fluglärm bezieht, so dass die Aussagen in M8 als fluglärmspezifisch anzusehen sind.

#### 2. Anstrich

Die Aussagen im Gutachten M8 sind nicht ausschließlich aus Ergebnissen von Lärmbelastungen im Berufsleben oder bei der Arbeit gewonnen worden. Vielmehr liegen der Beurteilung und der Ableitung von Kriterien sowohl experimentelle als auch epidemiologische Untersuchungen bei Fluglärmbelastungen zugrunde, wobei nicht nur auf die eigenen Untersuchungen des Gutachters, sondern auf die allgemeine Literatur, insbesondere auf die neueste Literatur Bezug genommen worden ist. Gerade aus der Differenz zwischen äquivalenten Dauerschallpegeln und den in ihnen vorkommenden Maximalpegeln ist die Notwendigkeit der Maximalpegelbeurteilung neben der Mittelungspegelbeurteilung notwendig geworden. Die Beobachtungsdauer in den epidemiologischen Untersuchungen beschränken sich nicht nur auf eine 10-Jahres-Periode, sondern berücksichtigen die vielseitigen epidemiologischen Untersuchungen an Flughäfen im Hinblick auf Lästigkeit und Gesundheitsbeeinträchtigung. Gerade, weil die Bevölkerung

**nicht wie der Arbeitnehmer eine Arbeit sich nur noch eingeschränkt aussuchen kann, war ein solches Vorgehen notwendig. Insofern ist die Einwendung irrelevant.**

## **Stellungnahme**

Die Einwendungen zur Beeinträchtigung der Arbeitstätigkeit durch Fluglärm konzentrieren sich auf

- die Beeinträchtigung von Arbeitstätigkeiten im Freien,
- die Beeinträchtigung der Heimarbeit,
- die Beeinträchtigung bestimmter Arbeitsfunktionen durch erhöhten Schall,
- die Gefährdungen innerhalb der Arbeitstätigkeit, die mit dem Fluglärm im Zusammenhang stehen können,
- die zusätzlichen gesundheitlichen Schäden durch den Fluglärm.

Auswirkungen von Schall auf psychische Funktionen sind im Labor vielfältig untersucht worden. Es kann zu Verschlechterungen des Kurzzeitgedächtnisses, der Bevorzugung einfacher Verarbeitungsstrategien und bestimmter Routinen, der Veränderung von Bewältigungsstrategien, der Minderung der Selbstkontrolle und der Reduktion der Leistungsmotivation kommen. Außerdem wird die Anstrengung zur Erreichung eines Zieles möglicherweise erhöht. Dabei hängen die Lärmwirkungen von der Art des Anforderungsprofils ab. Die negativen Auswirkungen von Schalleinwirkungen sind insbesondere bei Tätigkeiten vorhanden, die einen geringen Routineanteil haben und bei Personen mit geringerer Übung oder bei Neueinarbeitungen. Führt Lärm zu Misserfolgen, kann auch die Arbeitszufriedenheit eingeschränkt sein.

Die lärmmedizinischen Gutachten nach Luftverkehrs-Zulassungsordnung bei wesentlichen Änderungen von Flughäfen haben bisher ausschließlich die Auswirkungen auf die Wohnbevölkerung bewertet. Eine Einschätzung der Wirkungen sowohl auf Beschäftigte im Bereich des Flughafens als auch auf Beschäftigte außerhalb des Flughafens erfolgte nicht. So spielen

auch im Gutachten M 8/ M 9 nur die arbeitsbezogenen Wirkungen auf das Ohr und indirekt die lärmbedingten Kommunikationsstörungen eine Rolle.

Kriterien für die Beurteilung von Fluglärmwirkungen in der und auf die Arbeitstätigkeit gibt es nicht. Auch die Synopse (GRIEFAHN et al. 2002) nimmt eine solche Bewertung nicht vor. Einige für die Reduzierung von Umweltlärm relevante Verordnungen legen unterschiedliche Immissionsgrenzwerte nach Art der zu schützenden Nutzung fest, wobei auch Gewerbe-/Industriegebiete einbezogen werden, so etwa die Verkehrslärm-Schutzverordnung (16. BImSchV, die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) wie auch Verordnungen zum Schutz vor Sport- und Freizeitlärm). Nach TA Lärm und den Verordnungen zum Schutz vor Freizeitlärm wird zwischen Gewerbegebieten und Industriegebieten unterschieden, wobei bei Letzteren höhere Immissionswerte zulässig sind. Diese Regelungen für Umweltlärm dienen vordergründig der Vermeidung von Störungen der Arbeitstätigkeit durch externe Einflüsse. Sie gelten aber nicht für den Fluglärm.

Die Zielrichtungen für Vorschriften zur Minderung von Schallpegeln in der Arbeitstätigkeit sind unterschiedlich. So ist die UW Lärm (BGV B3) gegen Gefährdungen durch Lärm gerichtet: Beeinträchtigung der Gesundheit, insbesondere im Sinne einer Gehörgefährdung' oder Lärm, der 'zu einer erhöhten Unfallgefahr führt' (§ 2). Beurteilungspegel in diesem Sinne sind ein  $L_{eq3}$  von 85 dB(A) für 8 Stunden sowie Maximalpegel von 140 dB (130 dB(A) bei anderer Berechnung). Hier wird davon ausgegangen, dass neben der Vermeidung der Gehörgefährdung auch andere gesundheitliche Beeinträchtigungen vermieden werden (VDI 2058, Bl. 3).

Die zweite Zielrichtung von Begrenzungen der Schalleinwirkung in der Arbeitstätigkeit ist die Wahrnehmung akustischer Signale, Warnrufe oder Gefahr ankündigender Geräusche (§ 12 UW Lärm), wobei hier nur festgelegt ist, dass der Arbeitgeber diese Wahrnehmung 'in ausreichendem Maße' sichern muss. Entsprechende konkrete Hinweise sind in der DIN EN 457 'Sicherheit von Maschinen, akustische Gefahrensignale' und DIN 33404 'Gefahrensignale für Arbeitsstätten', Teil 3 zu finden.

Eine dritte Zielrichtung der Lärminderungsverpflichtung des Arbeitgebers ist in der Arbeitsstättenverordnung § 15 aufgeführt. Neben dem Gesundheitsschutz mit dem gleichen Beurteilungspegel von 85 dB(A), der bis zu 5 dB(A) überschritten werden kann, wird zusätzlich die

Tätigkeitserfüllung in den Mittelpunkt von Beurteilungskriterien gestellt. Es wird bei 'einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten' ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) und bei 'überwiegend geistigen Tätigkeiten' von 55 dB(A) angegeben. Beschreibungen dieser Tätigkeiten und Beispiele erfolgen in der VDI2058, Bl. 3. Eine vierte Zielrichtung der Beurteilung von Lärm ist ebenfalls im § 15 der Arbeitsstättenverordnung aufgeführt: In *Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitätsräumen* darf der Beurteilungspegel höchstens 55 dB(A) betragen.

Insgesamt gelten diese Beurteilungspegel sowohl für den intern erzeugten Lärm durch Betriebseinrichtungen als auch für den von außen einwirkenden Schall, jedoch nicht unmittelbar für den durch die Mitarbeiter erzeugten Lärm.

Der Arbeitgeber hat nach der Arbeitsstättenverordnung auch die „von außen einwirkenden Geräusche“ zu berücksichtigen.

Prinzipiell kann man von der Vorstellung ausgehen, dass Fluglärm die Beurteilungspegel, die nach UW(BGV B3) und Arbeitsstättenverordnung genannt werden, nicht überschreitet. Bei der Betrachtung der Wirkungen von Fluglärm auf Beschäftigte ergeben sich jedoch einige Schwierigkeiten.

- Der äquivalente Dauerschallpegel in der Arbeitstätigkeit gilt für 8 Stunden ohne Tag-Nacht-Unterschiede, die Beurteilungskriterien für Fluglärm werden für 16 Stunden am Tage und 8 Stunden in der Nacht berechnet.
- Relevante Maximalpegelbeurteilungen in der Arbeitstätigkeit spielen keine Rolle, 140 dB werden durch Fluglärm nicht erreicht. Bei anderen Verkehrslärmverordnungen wird für den Einzelpegel eine seltene Überschreitung um 30 dB(A) bzw. 20 dB(A) als zulässig angesehen. Dies wäre auch für die Beurteilung von Fluglärm heranzuziehen.
- Die Beurteilungskriterien für die Arbeit betreffen den unmittelbaren *Arbeitsplatz*, der Fluglärm wird pauschal außen berechnet. Relevant für die Beurteilung sind bei den zu erwartenden Fluglärmpegeln insbesondere geistige Tätigkeiten bzw. einfache mechanisierte Bürotätigkeiten oder vergleichbare Tätigkeiten, die nahezu ausschließlich in Innenräumen stattfinden, so dass für die Beurteilung auch der Innenraumpegel herangezogen wird.

Für Arbeiten im Innenraum lassen sich demnach indirekt Beurteilungskriterien für die Einwirkung von Fluglärm ableiten.

Für den Außenraum ist die Situation etwas anders, die Beurteilungspegel der Arbeitsstättenverordnung legen nicht fest, wo die entsprechende Arbeitstätigkeit durchzuführen ist. Es ist nur anzunehmen, dass Tätigkeiten mit überwiegend geistiger Arbeit üblicherweise in der Erwerbsarbeit nicht im Freien vorgenommen werden, Beurteilungspegel 70 dB(A) vordergründig für „einfache oder überwiegend mechanisierte Bürotätigkeiten und vergleichbare Tätigkeiten“ gilt, was demnach auch nicht im Freien zu erwarten ist. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass ein kritischer Toleranzwert von 65 dB(A) im Außenbereich und ein anzustrebender präventiver Richtwert von 62 dB(A) die sowohl unter dem Gesichtspunkt der Gesundheitsbeeinträchtigung als auch der Reduzierung erheblicher Belästigung Anwendung finden sollten, ebenfalls eine weitgehend ungestörte Arbeit im Außenbereich ermöglichen. Zunehmend spielt in unserer Wirtschaft Heimarbeit eine Rolle, wie auch in den Einwendungen angemahnt. Für die Heimarbeit sind Innenpegel anzusetzen. Der zur Reduzierung erheblicher Belästigung als kritischer Toleranzwert angesetzte  $L_{eq}$  von 65 dB(A) würde in Analogie zur Arbeitsstättenverordnung eine überwiegend geistige Arbeit ermöglichen, da bei einer Dämmwirkung von 15 dB(A) bei angekipptem Fenster im Innenraum 50 dB(A) im Durchschnitt vorhanden wären. Damit wäre der Beurteilungspegel bereits unterschritten. Da empfohlen wird, einen präventiven Richtwert für den Außenbereich von 62 dB(A) zu verwenden, ist im Innenbereich für die Erfüllung der Arbeitstätigkeit keine Störung zu erwarten. Für den Sonderfall, dass Heimarbeit überwiegend geistiger Art im Freien an einzelnen Tagen des Jahres angestrebt wird, gibt es aus Sicht des Gutachters nicht die Notwendigkeit, hier eine zusätzliche Regelung zu schaffen.

Für Maximalpegelbegrenzungen aufgrund der Art der Arbeitstätigkeit gibt es keine Verordnungen. In VDI 2058 sind lediglich auf den Mittelungspegel bezogene Spitzenpegel genannt. Wenn diese den Mittelungspegel am Tage um 30 und in der Nacht um 20 dB(A) überschreiten, bedarf diese akustische Belastung einer besonderen Beurteilung. Die Anstiegssteilheit und die Maximalpegel von Zivilflugzeugen ist nicht so, dass Schreckreaktionen zu erwarten sind, auch im Außenbereich trifft das zu.

Seitens der EU wurde kürzlich - wie bereits erwähnt - eine neue Lärmschutzrichtlinie für den Arbeitsbereich herausgegeben (EU Lärm 86/188/EWG 2003). Sie orientiert die präventiven Maßnahmen am Schutz des Gehörs. Hinsichtlich anderer Erkrankungen heißt es: „Der derzeitige wissenschaftliche Erkenntnisstand über etwaige Folgen von Lärm für die Gesundheit und die Sicherheit reicht nicht aus, um exakte, jegliche Gefährdung ... erfassende Expositionsgrenzen festzulegen, insb. hinsichtlich der extraauralen Lärm-Wirkungen“. Es wird eine untere Auslöseschwelle formuliert, die bei  $L_{eq} = 80 \text{ dB(A)}$  liegt. Die umweltmedizinischen Beurteilungskriterien, die von mir in diesem Gutachten angewandt werden, liegen deutlich darunter, so dass es auch für den Außenbereich keine negative Beeinträchtigung gibt. Insgesamt ist festzustellen, dass die Kriterien anderer Schutzziele, die insbesondere für die Wohnbevölkerung ausgerichtet sind, auch negative Beeinträchtigungen der Arbeitstätigkeit bei Einhaltung nicht erwarten lassen.

Seitens des Antragstellers sind in den Gutachten M8/ M9 wenig Aussagen zur Beeinträchtigung der Berufsausübung erfolgt, was den bisherigen Gepflogenheiten bei lärmmedizinischen Gutachten entspricht.

#### 1.1.1.3.4 Beeinträchtigung der Nutzung von Außenbereichen

Auf die Beeinträchtigung der Nutzung von Außenbereichen wurde bereits bei der Stellungnahme zur Erholung wie auch zur Arbeit Bezug genommen. Zusätzliche Aspekte ergeben sich aus Sicht des Gutachters nicht.

#### 1.1.1.3.5 Beeinträchtigungen bei der Nutzung besonderer Einrichtungen

## 4.10.1.151

*Weiterhin sind bei der lärmmedizinischen Beurteilung zu berücksichtigen: -- die psychosoziale Struktur der betroffenen Gemeinden, die Lebensgewohnheiten ihrer Bewohner (Schlafen bei offenem Fenster, Wohnnutzung des Außenbereichs)*

Das lärmmedizinische Gutachten M8 und M9 ist nicht für konkrete individuelle Betroffenheiten, sondern unter sozialmedizinischem Aspekt für Bevölkerungsgruppen angefertigt worden, daher ist es nicht möglich, die unterschiedlichen Lärmempfindlichkeiten verschiedener Menschen oder eines Menschen zu verschiedenen Zeiten zu berücksichtigen. Es können nur die allgemeinen Erkenntnisse der medizinischen und psychologischen Lärmwirkungsforschung zur Anwendung kommen, wie dies in den Gutachten auch ausgeführt worden ist. Lärmpsychologische Effekte sind gemäß den Erkenntnissen der medizinischen und psychologischen Lärmforschung in die Ableitung der Kriterien eingearbeitet worden. Die psychosoziale Struktur kann ebenfalls nicht erschöpfend und für jeden konkreten Einzelfall dargestellt werden. Es ist von normativen Vorstellungen auszugehen, so beispielsweise, dass prinzipiell von einem gekippten Fenster auszugehen ist.

## 4.10.10.012

*Gottesdienst*

Die Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH hat die Auswirkungen des Ausbavorhabens lärmphysikalisch ermittelt und lärmmedizinisch bewerten lassen. Die entsprechenden Gutachten gemäß § 40 Abs. 1 Nr. 10 LuftVZO sind mit dem Planfeststellungsantrag vorgelegt worden. Nach Maßgabe der lärmmedizinischen Beurteilung liegt dann eine unzumutbare Lärmbeeinträchtigung vor, wenn tagsüber an Wohnanwesen ein äquivalenter Dauerschallpegel von 62 dB(A) überschritten wird. Sollten derartige Lärmbelastungen vorliegen, wird die Planfeststellungsbehörde auf der Grundlage von § 9 Abs. 2 LuftVG im Planfeststellungsbeschluß der Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH aufgeben, an den zu schützenden Anwesen Schutzvorkehrungen auf Kosten des Vorhabensbetreibers anzubringen. Die lärmphysikalischen und lärmmedizinischen Untersuchungen,

welche die Vorhabensträgerin mit ihrem Planfeststellungsantrag vorgelegt hat, beziehen sich neben den Wohnanwesen auch auf Kindertagesstätten, Schulen, Krankenhäuser und sonstige öffentliche Einrichtungen. Ob und inwieweit für die von der Stellungnahme genannten Einrichtungen Schallschutz auf Kosten des Vorhabensträgers zu leisten ist, unterliegt der Entscheidung der Planfeststellungsbehörde. Soweit technischer Schallschutz an den zu schützenden Anwesen nicht möglich oder untunlich ist, wandelt sich der Anspruch auf Schallschutzvorkehrungen in einen Entschädigungsanspruch, § 74 Abs. 2 BbgVwVfG. Eine Entschädigung für die eingeschränkte Nutzbarkeit von Außenwohnbereichen (etwa Balkone/Terrassen) steht dem Betroffenen nach der Rechtsprechung dann zur Seite, wenn ihr Grundstück einem äquivalenten Dauerschallpegel von mehr als 65 dB(A) ausgesetzt ist. Über einen derartigen Entschädigungsanspruch hat (zumindest dem Grunde nach) die Planfeststellungsbehörde in ihrem Planfeststellungsbeschluss zu befinden. Im übrigen erlaubt sich die Vorhabensträgerin einen Hinweis auf § 5 des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm. Dort hat der Gesetzgeber die besonders lärmempfindlichen öffentlichen Einrichtungen genannt. Den in § 5 des Fluglärmgesetzes genannten Einrichtungen ist gemein, dass sich in ihnen konstitutionell besonders lärmempfindliche Menschen über lange Zeiträume aufhalten (Wohnen, Arbeiten etc.), was bei religiösen Handlungen in der Regel nicht der Fall ist. So finden zwar Begräbnishandlungen auf Friedhöfen im Freien statt und sind daher passiven Schallschutzmaßnahmen nicht zugänglich. Aufgrund der kurzen Verweildauer der Teilnehmer sind jedoch die anfallenden Geräuscheignisse zumutbar. So ist es z.B. auch grundsätzlich (ohne Schallschutzvorkehrung) hinzunehmen, wenn an einem Friedhof eine verkehrsreiche Straße vorbeiführt und damit eine entsprechende Geräuschkulisse besteht.

Abs. 5 geht weiter

Eine Verletzung des Grundrechts auf ungestörte Ausübung der Religion i. S. v. Art 4 Abs. 2 GG ist nicht erkennbar.

Dieses Grundrecht ist sowohl ein klassisches Abwehrrecht der Religionsgesellschaften bzw. des Individuums gegen den Staat als auch ein Grundelement objektiver demokratischer und rechtsstaatlicher Ordnung, mit dem die Neutralität des Staates in u.a. Glaubensfragen gewährleistet wird. Es garantiert die freie Ausübung der nach dem Selbst-

Verständnis der jeweiligen Religionsgesellschaft mit der Religion verbundenen Kult-handlungen und Gebräuche. In keiner der genannten Funktionen ist das Grundrecht beeinträchtigt oder gar verletzt.

Die auch von den Kirchengemeinden vorgetragenen Befürchtungen, ihre religiösen Aktivitäten würden durch Lärmimmissionen des zukünftig ausgebauten Flughafens beeinträchtigt, entbehren jeglicher sachlichen Fundierung. Aufgrund der von der Vorhabens-trägerin beigebrachten Gutachten kann nicht davon ausgegangen werden, dass seelsor-gerische und liturgische Handlungen sowie Konfirmanden- und Religionsunterricht, welche in geschlossenen Räumen stattfinden, durch Fluglärm nennenswert behindert oder gar verhindert würden.

Dies wäre aber Mindestvoraussetzung für das Eingreifen des Art. 4 Abs. 1 GG, wenn man die Möglichkeit der Verletzung des Schutzbereichs bei nicht gezielter, indirekter Beeinflussung überhaupt annehmen wollte, was jedoch nicht statthaft ist. Art. 4 GG dient, wie bereits dargestellt, der Garantie der staatlichen Neutralität gegenüber den Religionsgesellschaften, so dass mittelbare Auswirkungen - darüber hinaus mit geringer Intensität - keine staatlichen Verletzungshandlungen darstellen können. Es besteht kein allgemeiner Anspruch der Religionsgesellschaften auf Unterlassung von Emissionen von notwendigen Infrastruktureinrichtungen. Auch die Ausübung der Religion unterliegt grundsätzlich den selben rechtlichen und tatsächlichen Rahmenbedingungen wie die anderen grundgesetzlich verbürgten Freiheiten.

Soweit im Einzelfall die im Rauminnen auftretenden Lärmbelastungen Kommunika-tionsstörungen hervorrufen können, die geeignet wären, die religiösen Handlungen zu behindern, kann dem durch entsprechend aufzuerlegende Schallschutzvorrichtungen gem. § 9 Abs. 2 LuftVG i. V. m. § 74 Abs. 2 Satz 2 BbgVwVfG abgeholfen werden. Gem. Art. 140 GG i. V. m. Art. 139 WRV sind Sonntage und staatlich anerkannte Feiertage geschützt.

Die Einwendung geht jedoch in der Annahme fehl, die staatlichen Stellen hätten deshalb dafür zu sorgen, dass an den bewussten Tagen weniger oder andersartiger Flugverkehr auf dem zukünftigen Flughafen BBI stattzufinden habe.

Art. 139 WRV besagt: „Der Sonntag und die staatlich anerkannten Feiertage bleiben als Tage der Arbeitsruhe und der seelischen Erhebung gesetzlich geschützt“. Schon der

Wortlaut dieser Vorschrift macht deutlich, dass damit kein subjektives Recht des Einzelnen verbunden ist. Art. 139 WRV stellt allein eine „Institutsgarantie“ dar, deren Zweck darin liegt, Sonntage und die traditionell überkommenen - meist kirchlichen - Feiertage in ihrem Bestand zu schützen (Seifert/Hömig, Grundgesetz, Kommentar, 6. Auflage, Art. 140 Rn. 16; Jarass/Pieroth,) Die in der Einwendung vorgetragenen Beschränkungen des Flugverkehrs, namentlich das Verbot des Frachtverkehrs und die starke Beschränkung des Personenverkehrs wären nicht mehr verhältnismäßig, da sie zu unzuträglichen wirtschaftlichen Einbußen des Flughafenunternehmers und von Anderen Anbietern von Luftverkehrsdienstleistungen führen würden. Hinzu kämen Eingriffe in die allgemeine Betriebspflicht des Flughafenunternehmers gem. § 45 LuftVZO, die ihn zwingt, den Flughafen grundsätzlich jederzeit für jedermann offen zu halten und Sicherheitsprobleme durch den Ausschluss von Einweisungs-, Ausbildungs- und ähnlichen Flügen.

Darüber hinaus wären derartige Beschränkungen nicht mit dem „Widmungszweck“ des erweiterten Flughafens SXF vereinbar. Die Erfordernisse des nationalen und internationalen Luftverkehrs erlauben es nicht, bestimmte Arten von Flügen (z.B. Linienflugdienstleistungen, die ebenfalls einer Betriebspflicht unterliegen; Frachtflüge, die bei bestimmten Versorgungsgütern und verderblichen Waren nicht aufgeschoben werden können), tageweise ganz zu untersagen. Dem gemäß hat das Bundesverwaltungsgericht in seinem Urteil vom 29.01.1991 zum Flughafen München II (NVwZ 92,166) festgestellt, dass es rechtlich nicht zu beanstanden ist, wenn die Planfeststellungsbehörde für das Wochenende und für Feiertage keine zusätzlichen Lärmschutzmaßnahmen vorsieht; dies entspreche den Erfordernissen eines internationalen Großflughafens. Der Hinweis auf das Brandenburgische Gesetz über die Sonn - und Feiertage kann das Anliegen des Einwenders ebenfalls nicht begründen. So besagt schon § 4 Abs. 1 Nr. 2 des Feiertagesgesetzes, dass u. a. Tätigkeiten öffentlicher und privater Unternehmen des Verkehrs von dem im übrigen bestehenden grundsätzlichen Arbeitsverbot ausgenommen sind. Damit ist klar gestellt, dass auch nach brandenburgischem Landesrecht das Betreiben eines Verkehrsflughafens an Sonn - und Feiertagen ohne Beschränkungen zulässig ist.

## **Stellungnahme**

Die Beeinträchtigung durch Fluglärm bei der Nutzung besonderer Einrichtungen spielte bereits bei der Stellungnahme zur Beeinträchtigung der Erholungsfunktion, der Beeinträchtigung der Berufsausübung wie auch der Beeinträchtigung der Kommunikation eine Rolle. Im Folgenden wird auch auf die lärmbedingte Beeinträchtigung besonderer Personengruppen und empfindlicher Einrichtungen eingegangen. Deshalb kann zu den unter diesem Punkt aufgeführten Einwendungen wenig Zusätzliches gesagt werden. Untersuchungen zur Beeinträchtigung speziell religiöser Handlungen sowie der Anwesenheit auf Friedhöfen gibt es nicht. Deshalb sind indirekt Schlussfolgerungen aus den Beurteilungswerten für Kommunikation und Erholung zu ziehen. Die Beantwortung dieser Fragen durch den Antragsteller im vorhergehenden Teil beziehen sich weniger auf Wirkungsfragen, sondern stärker auf rechtliche Probleme, zu denen der Gutachter keine Stellung bezieht.

Diese Problematik ist nicht vordergründig aus der Wirkungssicht zu beantworten. Deshalb ist die Beantwortung - so weit es der Gutachter beurteilen kann - adäquat.

### **1.1.1.4 Besondere Personengruppen**

4.10.9. der Klassifizierung der Einwendungen beschäftigt sich speziell mit Einwänden zum Schutz besonderer Personengruppen vor Fluglärm.

In der Bevölkerung gibt es besonders schutzbedürftige Gruppen von Menschen, Kranke, Kinder und Ältere, woraus sich eine Reihe besonders schutzbedürftiger Bereiche ergibt. Hierzu zählen Kindergärten, Schulen, Altenheime, besonders Altenpflegeheime und Krankenhäuser. Einige Untersuchungen über Lärmwirkung in diesen Gruppen liegen vor, so dass es gerechtfertigt ist, Begrenzungswerte für Fluglärmbelastungen in diesen Bereichen zu empfehlen.

In den Empfehlungen für die Begrenzungswerte in diesen Bereichen sind in der so genannten Synopse (GRIEFAHN et al. 2002) differenzierte Schutzziele angegeben. Es wird besonders vermerkt, dass diese Immissionskennwerte immer unter präventiven Gesichtspunkten zu erstellen sind, d.h. sie liegen deutlich unterhalb der Gefährdungswerte. Die für Fluglärm geltenden Begrenzungswerte und Immissionskennwerte unterscheiden sich von anderen Kennwerten, die in den Vorschriften zur Begrenzung des Verkehrslärms oder anderer Lärmquellen vorgegeben sind. Die lärmphysikalischen oder lärmmedizinischen Besonderheiten und auch die Schutzmaßnahmen bei Fluglärm sind gegenüber anderen Verkehrslärmquellen und Industrielärmquellen unterschiedlich.

Da es sich jedoch bei diesen sensiblen Bereichen um Einzelobjekte handelt, sollten *keine* flächenmäßig definierten Schutzzonen errechnet werden, weder für Mittelungs- noch für Maximalpegel, sondern es sollten *Einzelpunktberechnungen* durchgeführt werden, wenn die einzelnen Objekte außerhalb der Umhüllenden der Isokonturen für die Normalbevölkerung liegen. Wenn die dabei ermittelten Belastungen die für Kindergärten, Schulen, Alten- und Pflegeheime sowie Krankenhäuser angegebenen Immissionskennwerte überschreiten, so sind Maßnahmen erforderlich. Liegen die schutzbedürftigen Objekte noch innerhalb einer Schutzzone für die durchschnittliche Bevölkerung so ist zu prüfen, ob die für durchschnittliche Belastungen vorgesehenen oder schon durchgeführten Lärminderungsmaßnahmen den Schutzziele für sensible Bereiche entsprechen, die oben aufgestellt wurden.

#### 1.1.1.4.1 Kranke

4.10.4.0051

*Besonders betroffen sind Menschen mit einer DISPOSITION zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Magen-Darm-Krankheiten, Krebserkrankungen, Allergien und sonstigen psychosomatischen oder psychischen Krankheitsbildern, sowie Kinder, die in der Entwicklung ihres Organismus mit Kompensations- und Anpassungsleistungen auf Beeinträchtigungen reagieren müssen. - -Ferner wird die Befürchtung abgeleitet, dass ein erhöhtes Krankheitsrisiko (spez. Krebsrisiko) bei familiärer Prädisposition vorliegt (111108).*

**Die Zusammenhänge zwischen Magen-Darm-Krankheit und Lärm sind noch schwächer als die bei Lärm und Blutdruck. Für Krebserkrankungen, Allergien und sonstige Krankheitsbilder liegen keine relevanten Ergebnisse vor.**

**Die zentrale Aufgabenstellung des medizinischen Gutachtens bestand darin, zu den verschiedenen Gesundheitsbeeinträchtigungen, Gesundheitsgefährdungen und Gesundheitsschäden Stellung zu nehmen, insbesondere für den Bereich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Dies ist durch die Darstellung wesentlicher Erkenntnisse geschehen. Ein erhöhtes Krebsrisiko bei Fluglärmbelastungen ist bisher noch nicht beobachtet worden.**

4.10.9.001

*Im Planantrag wird nicht auf die vorübergehend erhöhte Lärmsensibilität während der Schwangerschaft eingegangen.*

## **Stellungnahme**

Die Einwendungen zur Anmahnung eines besonderen Schutzes von Kranken sind u. a. in dem Abschnitt 4.10.9 zusammengefasst, werden aber auch z. B. bei 4.10.0061/0065, 4.10.1.0153/0156/0172 aufgeführt.

In den letzten zwei Jahrzehnten gab es kaum wissenschaftliche Untersuchungen, die sich mit der Wirkung von Fluglärm auf Kranke oder auf Bereiche mit überwiegend Kranken beziehen. Im Vordergrund standen epidemiologische Untersuchungen zur Belästigung oder zur Rolle von kausalen Faktoren in der Entstehung von Krankheiten. Die Ableitung von Begrenzungswerten erfolgt daher häufig aus Analogieschlüssen.

Untersuchungen zur besonderen Belästigung von Kranken gibt es kaum, auf die stärkeren Einschränkungen von Schwerhörigen und Hörgeräteträgern wurde im Kommunikationskapitel hingewiesen.

Im Vordergrund der folgenden Betrachtungen stehen bei den Kranken die Verhinderung von Verschlechterungen einer Erkrankung sowie die Beeinträchtigung der Heilungs- und Regenerationsprozesse durch Fluglärm. Bei Erkrankten liegen regelwidrige pathophysiologische

Zustände und Behandlungsbedürftigkeiten vor. Die Anpassungsfähigkeit an Umweltbelastungen und veränderte Umweltbedingungen ist eingeschränkt. Kranke in Krankenhäusern sind häufig an einen Platz gebunden und haben damit keine Ausweichmöglichkeiten. Bei leichteren Erkrankungen ist diese Empfindlichkeit deutlich niedriger. Da in Krankenhäusern Leicht-bis-Schwerstkranke aufgenommen sind, sollte man die Schwerstkranken zum Bezugspunkt nehmen.

Nach den Untersuchungen von GRIEFAHN (1882) weisen Schwerstkranke gegenüber Gesunden eine um 30, Schwerkranke um etwa 21-24 dB(A) erhöhte Empfindlichkeit auf. Geht man von einem Maximalpegelkriterium für Gesunde am Tage von 25 x 90 dB(A) aus, so könnte ein zulässiger Außenpegel von 60 dB(A) angenommen werden. Bei gekipptem Fenster erhält man einen Tagesmaximalpegel von 45 dB(A) innen. Als Häufigkeitskriterium sollte 25 x 45 dB(A) eingehalten werden. Für nächtlichen Fluglärm sollten die für die „Normalbevölkerung“ geltenden präventiven Richtwerte von 13 x 53 dB(A) auf 13 x 40 dB(A) innen herabgesetzt und durch geeignete Maßnahmen eingehalten werden.

In Krankenhäusern sind Mittelungspegel natürlich auch zu reduzieren. Es werden  $L_{eq}$  innen von 36 dB(A) am Tage und 30 dB(A) in der Nacht vorgeschlagen.

Krankenhäuser sollten stets als Einzelimmissionsort geprüft werden. Da in Krankenhäusern alle drei Kategorien der Schwere von Erkrankungen öfters gleichzeitig zu finden sind, sollte erst einmal bei Krankenhäusern der Immissionswert für Schwerstkranke als Kriterium für Lärminderungsmaßnahmen herangezogen werden, außer es ist offenkundig eine andere Belegung. Schwerstkranke sind heute häufig auf Intensivstationen mit Klimaanlage, so dass ein geöffnetes oder gekipptes Fenster nicht in Frage kommt. BERGLUND und LINDVALL (1995) schlagen für jeglichen Schutz Richtwerte von  $L_{eq} = 30$  dB(A) und  $L_{max} = 45$  dB(A) vor, dem wird auch mit diesen Beurteilungswerten Rechnung getragen. Ansonsten muss nochmals betont werden, dass die Datenlage aus wissenschaftlichen Untersuchungen äußerst rar ist.

### 1.1.1.4.2 Kinder

4.10.9.007

*Die besondere Schutzbedürftigkeit von Kindern wird in dem Lärmgutachten M8 nicht anerkannt und sogar zu deren Nachteil ausgelegt. Kinderlärm ist nicht mit Fluglärm gleichzusetzen.*

**Hierzu ist dagegen festzustellen, dass im Kapitel 2.4 in M8 " Lärmwirkungen bei besonderen Gruppen, insbesondere bei Kindern" eine eingehende Diskussion auf den Seiten 35 - 42 stattgefunden hat, wobei besonders die Lärmeinwirkung auf Kinder und besondere Altersgruppen für verschiedene Belastungsbereiche beschrieben worden ist. Es muss allerdings auf die Aufgabenstellung für das medizinische Gutachten hingewiesen werden. Danach liegt der Schwerpunkt der angeführten Untersuchungen im medizinischen Bereich. In diesem Zusammenhang wurde auch über Lärmwirkungen bei Schwangeren, bei Säuglingen und Kleinkindern (vgl. hierzu auch S. 36 in M8) berichtet. Aber auch Auswirkungen auf Kindergarten- und Schulkinder wurden ausführlich dargestellt. Besonders sorgfältig wurde dabei geprüft, inwieweit Störungen durch Fluglärm im hormonellen und vegetativen Gebiet bisher nachzuweisen sind. Auf S. 42 ff in M8 finden sich die auf psychologischem und soziologischem Gebiet erzielten Untersuchungsergebnisse. Hier befassen sich die gutachterlichen Aussagen mit den Ergebnissen der kognitiven und motivationalen Leistungen, die kritisch beurteilt werden, wobei Langzeitgedächtnis und Lesetest eine besondere Beachtung fanden. In diesem Zusammenhang soll an dieser Stelle auf eine andere in M8/9 nicht erwähnte Untersuchung von M. BULLINGER (1997) "Zum Einfluss wahrgenommener Umweltbedingungen auf die subjektive Gesundheit" verwiesen werden. Bullinger stellt fest, dass bei ihren Ermittlungen die Einschätzungen der befragten Mütter und Kinder zur subjektiven Gesundheitsbeeinträchtigung wesentlich geringer ausgefallen sind, als ursprünglich angenommen wurde. Auf Grund der Methodik der Untersuchungen war es der Autorin nicht möglich, Personen zu identifizieren, die in nächster Nähe einer Flugroute beim neuen Flughafen München II lebten. Nur dann wäre festzustellen gewesen, ob sich dort andere Beziehungen zwischen erlebter Umwelt und subjektiv erlebter Gesundheit zeigen. Wört-**

lich schreibt Frau Bullinger in der o. a. Arbeit: "Bei Kindern, denen generelle Robustheit im Bereich "Befinden und Funktionsfähigkeit" attestiert wird, ist noch nicht klar, ob die berichtete geringe Einwirkung und geringe Einschränkung durch spezifisch ländliche Konzepte zu Gesundheit und Krankheit oder durch eine mangelnde Zuverlässigkeit der Kinderangaben bedingt sein könnten". Im weiteren Verlauf ihrer Veröffentlichung kommt Frau Bullinger zu der Erkenntnis, dass in der Diskussion um Effekte der Umwelt auf die Lebensqualität der Prozentsatz der massiv beeinträchtigten Personen möglicherweise geringer ist als vermutet bzw. dass die übrigen Umweltbedingungen am Wohnort zwischen den einzelnen Regionen schwanken. MEIS (1997) stellt in seiner umfangreichen, methodisch sehr sorgfältigen Untersuchung abschließend fest, dass sowohl im Längsschnitt als auch im Querschnitt durch die Exposition chronischen Fluglärms keine Nachwirkungen auf die Leistung des Arbeitsgedächtnisses aufgetreten sind. In der gleichen Arbeit berichtet Meis, dass diskontinuierlicher Lärm dagegen kognitive Ressourcen bindet, die sich mit denen zur Bearbeitung von Gedächtnisaufgaben überschneiden und somit zu Defiziten in den Behaltensleistungen führen. Mit anderen Worten heißt dies, dass das Langzeitgedächtnis negativ beeinflusst wird. Sinngemäß enthält die in M8 dargestellte Problematik des Lärmeinflusses auf Kinder auch diesen Aspekt. Es ist jedoch in M8 schwerpunktmäßig darauf hingewiesen worden, dass der Sinn eines medizinischen Gutachtens - wie oben schon einmal ausgeführt - darin besteht, die negativen Auswirkungen in gesundheitlicher Hinsicht zu beschreiben, die auf Grund von Belastungen, insbesondere überkritischen Belastungen zu erwarten sind. Die Behauptung, dass sehr viele Kinder durch gesundheitsgefährdenden Lärm betroffen sind, wird dadurch stark relativiert, dass in M8 Schutzgebiete ausgewiesen werden, die den Außenpegel von  $L_{eq3} = 62 \text{ dB (A)}$  zum Kriterium haben. Sie geben Anlass, bei Überschreitungen Maßnahmen zu ergreifen, wobei die Maßnahmen dahingehend zu treffen sind, dass als Zielgröße die Innenpegel von  $L_{A_{max}} = 55 \text{ dB(A)}$  nicht überschritten werden.

4.10.10.025

*Ich wende ein, dass im Zusammenhang mit der Beurteilung von Lärmwirkungen in der Schule Behauptungen aufgestellt werden, die weder durch Quellen belegt, noch begründet werden und somit lediglich postuliert erscheinen.*

*Der Sprachpegel bei entspannter Konversation mit einem Meter Abstand beträgt etwa 55 dB(A). Der höchste Störgeräuschpegel sollte für eine ausreichende Verständlichkeit wenigstens 5 ... 10 dB(A) unter diesem Wert liegen ("Störabstand,."). Auf diese Weise kommt offenbar der im 4. Absatz genannte Richtwert von  $L_{max} = 50$  dB(A) im Rauminnen zustande, ohne dass das dort ausdrücklich steht.*

*Es ist jedoch grob fehlerhaft, wenn in diesem Zusammenhang die Schallpegeldifferenz außen/ innen bei einem gekippten Fenster mit 15 dB(A) angenommen wird. Dieser Wert liegt in den meisten Fällen für normale Wohnraumfenster zwischen 6 und 15 dB(A) und hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Dies sind zum Beispiel die Fenstergröße, das Verhältnis Wand-/Fensterfläche, die Lage der Wand bezüglich der Schallquelle, die spektralen Eigenschaften der Schallquelle oder mögliche Schallreflexionen und -dämpfungen. Wenn im Einzelfall die Schalldifferenz für ein Fenster nicht ermittelt wurde, so ist von einem mittleren Wert von 10 dB(A) auszugehen [12]. Dieser Wert wird von verschiedenen Fachleuten vorgeschlagen und ist erst kürzlich wieder im Mediationsverfahren zum Ausbau des Flughafens Frankfurt/Main bestätigt worden[13] Im Übrigen ist bei einem Klassenzimmer typischerweise mit einer im Vergleich zu einem Wohnraum deutlich größeren Fensterfläche pro Raumgrundfläche zu rechnen und damit derselbe Ansatz wie dort ohnehin unkorrekt.*

Gruppe 4.10.10.

**In M8/9 wird dargestellt, dass eine 99% ige Satzverständlichkeit bei Maximalpegeln von 55 dB(A) noch garantiert seien. Nach ISO 9921 (Assesment of Speech Communication) liegen die Sprachpegel für Kommunikation in 1 m Entfernung für eine normale Sprache bei 60 dB(A), für angehobene 66 dB(A), für laute bei 72 dB(A). Auch bei SPRENG (Beinträchtigung der Kommunikation durch Lärm) finden sich ähnliche Werte. Der Sprachpegel liegt bei ruhiger Sprechlautstärke zwischen 50 und 55 dB(A), bei normaler zwischen 55 und 63 dB(A), bei angehobener zwischen 62 und 68 dB(A). In den angegebenen Bereichen der Sprechlautstärke 50 - 68 dB(A) liegen die höchsten Terzbandpegel zwischen 250 und 630 Hz. Erst wenn die Sprechlautstärke lauter wird oder in Schreien übergeht, (70 - 78 dB(A) bzw. 80 bis 95 dB(A)) verschiebt sich der Frequenzbereich mit**

dem höchsten Terzbandpegel auf 630 bis 1250 Hz. Weiterhin gibt SPRENG an, dass bei Sprechlautstärken von 66 dB(A) in einem Meter Abstand die Beurteilung für die Kommunikation als gut beschrieben wird, die Differenzen zwischen Sprechlautstärke und Störschall liegen im Bereich von 6-12 dB(A). Dies bedeutet, dass insbesondere in Schulen der in M8/9 angegebene Wert von 55 dB (A) als Maximalpegel eine zentrale Bedeutung besitzt. Eine andere Überlegung sei noch angeführt: Spreng setzt in der schulischen Kommunikation für 10 m Entfernung eine angehobene bis laute Stimme mit 69 dB(A) an. Der Abstand für eine ungestörte Kommunikation zwischen Sprechlautstärke und Störgeräuschpegel soll -je nach Anforderung - bei 10 bis 20 dB (A) liegen. Daraus folgt, dass der Störschall bei dieser Situation zwischen 49 und 59 dB (A) liegen darf. Insofern ist der in M8/9 angegebene Wert von 55 dB(A) ein Wert, der für Planungszwecke gelten kann. Als Richtwerte für Schallschutzmaßnahmen in Schulen soll  $L_{max} = 55$  dB (A) gelten. Die von Maschke auf Seite 78 seiner Stellungnahme (Senatsverwaltung für Arbeit Soziales und Frauen) angegebenen Störgeräuschpegel (Dauerschallpegel (innen) von  $L_m = 50$  dB(A)) würden bedeuten, dass geschlossene Fenster einem Außenpegel von 74 dB(A) ( $50 + 24$  dB(A)), gekippte Fenster einem Außenpegel von 65 dB(A) entsprechen würden. Maßnahmen greifen aber nach den Aussagen in M8/9 bereits bei 62 dB(A), also bei Pegeln im Inneren, die 47 dB(A) ( $62 - 15$  dB(A)) bei gekippten Fenstern betragen. Nun wird aber bei der Beurteilung der Situation in der Schule nicht der  $L_{eq}$  zu Grunde gelegt sondern ein  $L_{max}$  von 55 dB(A), wobei eine Überschreitung pro Stunde toleriert werden kann.

Von MASCHKE et al. wird auch auf die VDI-Richtlinie 2058, Blatt 3, für mentale Tätigkeiten hingewiesen. In dieser Richtlinie wird als Richtwert für innen ein  $L_{eq}$  von 55 dB (A) angegeben. Für Tätigkeiten mit hoher Konzentration werden als Richtwerte bis um 20 dB(A) niedrigere Werte empfohlen. Es ist aber festzustellen, dass in der revidierten Fassung 2058/3 diese geringeren Werte nicht mehr enthalten sind. In M8/9 wird nicht von Innenpegeln als Mittelungspegeln sondern von den maximalen Außenpegeln ausgegangen. Es wurde festgestellt, dass bei Überschreitung von Maximalpegeln von 70 dB(A) bei gekippten Fenstern innen ein Pegel von 55 dB(A) nicht mehr garantiert ist, so dass hier Schallschutzmaßnahmen greifen.

**Aus dieser Sachlage geht hervor, dass die in M8 angegebenen Maximalpegel von 70 dB (A) (außen) für ein gekipptes Fenster und 80 dB (A) für ein geschlossenes Fenster sehrwohl mit den Schutzziele für einen ungestörten Unterricht Verwendung finden können.**

4.10.10.52

*Da sich in den Klassenräumen während des Unterrichts eine große Zahl von Schülern aufhält und die meisten Zimmer große Fensterflächen aufweisen, muss aus hygienischen Gründen und zur Temperaturregulierung im Sommer für eine ausreichende Belüftung der Räume gesorgt werden. Damit ist aber zu bestimmten Zeiten ein ausreichender Schallschutz nicht mehr möglich. Dieser Aspekt fehlt bei der Darstellung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen für lärmempfindliche Einrichtungen.*

*Die fehlende Erörterung dieser Problematik in den Antragsunterlagen ist ein Versäumnis des Gutachters. Es ist unzulässig, die Entscheidung über die notwendigen Schallschutzmaßnahmen allein den Behörden zu überlassen, ohne auf die besonderen Probleme hinzuweisen und einzugehen.*

**Reihe von Einwänden, Antwort:**

**Der Vorhabensträger wird die vom lärmmedizinischen Sachverständigen ermittelten lärmempfindlichen Einrichtungen (Schulen, Kindergärten und -tagesstätten, Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime) mit dem von dem lärmmedizinischen Gutachter für erforderlich gehaltenen Lärmschutz versehen, falls dies der vom Vorhabensträger nachgesuchte Planfeststellungsbeschluss festsetzt (§ 9 Abs. 2 LuftVG, Seite 73 ff. des lärmmedizinischen Gutachtens M 8). Der von § 9 Abs. 2 LuftVG vorgesehene Schutz bezieht sich zunächst auf den technischen Schallschutz. Dies bedingt gegebenenfalls den Einbau von Schallschutzfenstern (nebst Belüftungseinrichtungen), möglicherweise aber auch technischen Schallschutz an Dächern und an Umfassungsbauteilen, wenn nur hierdurch ein fluglärmbedingter Innenpegel (Einzelpegel) von 55 dB (A) gewährleistet werden kann. Diese Maßnahmen erfolgen gerade im Hinblick darauf mögliche negative Umweltauswirkungen zu vermeiden. Geplante Einrichtungen sind ggf. mit dem entsprechenden Schallschutz zu realisieren.**

#### 4.10.10.0116

*Im lärmmedizinischen Gutachten werden auch lärmempfindliche Einrichtungen berücksichtigt, für welche geringere Maximalpegel und energieäquivalente Dauerschallpegel gelten. Das Pflegeheim in Erkner als auch die Reha-Klinik in Grünheide weisen Belastungen auf, die Schallschutzmaßnahmen notwendig machen, da der Maximalpegel (innen) von 45 dB(A) in der Nacht in beiden Einrichtungen überschritten ist (um ca. 2 dB(A)). Diese Überschreitung tritt jedoch nicht erst in der letzten Ausbaustufe 20XX auf, sondern besteht schon zum heutigen Zeitpunkt. Hier sind demzufolge zwingend Schallschutzmaßnahmen erforderlich. Aber auch andere sensible Einrichtungen, wie z.B. Schulen und Kitas sind zu berücksichtigen. Im Gutachten M 8 wird für Schulen ein Richtwert (innen) von  $Leq3 = 55 \text{ dB(A)}$ , bei Tätigkeiten, die eine hohe Konzentration erfordern, ein  $Leq3 = 35 \text{ dB(A)}$  angegeben. Weiterhin ist ein Maximalpegel von 55 dB (A) einzuhalten, welcher 1 x pro Unterrichtsstunde überschritten werden darf. Andere Lärmwirkungsforscher geben jedoch nach neueren Erkenntnissen einen deutlich geringeren Maximalpegel von 40 bis 45 dB(A) an. So ist Herr Prof. Jansen bei seinen Berechnungen von einem Schüler-Lehrer-Abstand von 1 Meter ausgegangen. Andere Lärmwirkungsforscher nehmen jedoch als Abstand eine Entfernung von ca. 6 Metern an, was aus unserer Sicht mehr den Tatsachen entsprechen würde. Die im Gutachten M 8 angegebenen Maximalpegel von 60 dB in Kitas werden nach Meinung anderer Lärmexperten als deutlich zu hoch eingeschätzt. Aufgrund der Lerntätigkeit bereits in den Vorschulgruppen der Kitas sind auch für diese Einrichtungen gleiche Pegel wie in den Schulen anzusetzen. Zu berücksichtigen ist fernerhin, dass diese Kinder auch tagsüber einen erhöhten Ruhebedarf haben, so dass auch am Tage Ruhezeiten eingeräumt werden müssen.*

**Die für Schulen und normale Kommunikation ermittelten Kriterien sind selbstverständlich auch auf Kitas anzuwenden. Der für Ruhe- und Schlafräume angegebene Pegel von 60 dB(A) (Maximalpegel) ist ein Wert, der in jedem Fall eingehalten werden muß, da er ein Kriterium für Gesundheitsbeeinträchtigung ist. Sofern der Maximalpegel von 55 dB(A) eingehalten werden kann, wird dieser gesundheitsgefährdende Wert mit Sicherheit unterschritten.**

## Stellungnahme

Die Einwendungen zu Kindergärten und Schulen lassen sich zuordnen den Problemen

- einer Einschränkung der Entwicklung der Kinder durch Lärm,
- der Verwendung von Maximalpegeln oder/und äquivalenten Dauerschallpegeln als Schutzkriterium für diese Bereiche,
- der verwendeten Beurteilungspegel.

In einer Reihe von Untersuchungen werden Beeinflussungen der Entwicklung von Kindern hinsichtlich des Leistungsverhaltens, zum Beispiel in der Schule, beschrieben. Dabei werden Berichte vorgelegt, in denen Verschlechterungen der kognitiven Leistungen, des Langzeitgedächtnisses, des Lernens, der Sprachwahrnehmung und des Spracherwerbs gefunden wurden (BULLINGER und BAHNER 1997, HYGGE et al. 1998). In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen in der Umgebung des neuen, 1992 eröffneten Flughafens München und des alten, stillgelegten Flughafens München-Riem zu erwähnen, auf die auch in dem Gutachten M8 eingegangen wurde. Es wurde gezeigt, dass in der Umgebung des neuen Flughafens die Leistungen von Schulkindern sich allmählich verschlechterten (die Untersuchungen fanden vor, 6 Monate nach und 18 Monate nach der Eröffnung statt), wobei unterschiedliche Leistungsbereiche betroffen waren und die Ergebnisse auch nicht konsistent waren. Darüber hinaus deuteten sich auch Motivationsänderungen und Störungen der kognitiven Bewältigungsstrategien an. Obwohl aus diesen Untersuchungsergebnissen noch keine Schlussfolgerungen für Allgemeingültigkeit gezogen werden können, halten die Untersuchungsergebnisse dazu an, gerade in diesen Bereichen dafür zu sorgen, dass sich eine durch Lärm *ungestörte Entwicklung* der Kinder vollziehen kann.

In diesem Zusammenhang sind auch die Feststellungen von BULLINGER und BAHNER (1997) beachtenswert, auf die schon in der Antwort des Antragstellers oben hingewiesen wurde. Sie stellten zum Einfluss wahrgenommener Umweltbedingungen auf die subjektive Gesundheit fest, dass die Effekte der Lärmwirkung in Bezug auf die subjektive Gesundheit bei Kindern geringer ausgefallen sind als ursprünglich angenommen wurde. Die Kinder gaben weniger Störungen durch negative Umwelteinwirkungen einschließlich Fluglärm als Erwach-

sene an. Die Lebensqualität der Kinder war in den Dimensionen allgemeine Gesundheit, Vitalität und Lebenszufriedenheit mehr zwischen Stadt und Land verschieden als in unterschiedlich lärmexponierten Gebieten.

Eine sehr detaillierte Analyse der Erinnerungsleistungen fluglärmexponierter Kinder hat MEIS (1998) im Rahmen einer medizinisch-psychologischen Längsschnittstudie in München vorgelegt. Er kommt zu der Auffassung, dass sowohl im Längsschnitt als auch im Querschnitt die Expositionen mit chronischem Fluglärm keine Nachwirkungen auf die Leistungen des *Arbeitsgedächtnisses* haben, weder in der erhöhten Arbeitsgeschwindigkeit noch in einer geringen Gesamtspeicherkapazität, geringe Auswirkungen fanden sich in anderen Bereichen. Nach Untersuchungen von SMITH und JONES (1992) ergab sich, dass einfache und monotone Routineaufgaben selbst bei Maximalpegeln von 95 dB(A) nicht behindert werden. Bei komplexen Aufgaben mit Sprachverarbeitungsprozessen im Arbeitsgedächtnis sind aber Beeinträchtigungen bereits bei Maximalpegeln von 70 - 80 dB(A) zu verzeichnen, wobei diese Untersuchungen nicht nur im Kinderbereich durchgeführt wurden. Das Kurzzeitgedächtnis ist bei sprachhaltigen Hintergrundgeräuschen besonders stark störfähig. Das zeigt sich schon bei 45 dB(A) (SCHICK 1999). Überhaupt spielt der Informationsgehalt eine bedeutsame Rolle, während ein kontinuierlicher Dauerschall sehr viel weniger Störungen hervorruft, auch weniger Störungen als ein intermittierender Schall. Ein Dauerschall kann unter Umständen aufgrund seines Maskierungseffekts sogar die Leistung verbessern. Bei Fluglärm handelt es sich jedoch immer um intermittierenden Lärm, so dass er hinsichtlich der Leistungsbeeinflussung negativer einzuschätzen ist als der kontinuierliche Schall.

Die selbst erzeugten Schallpegel in Schulen und Kindergärten sind erheblich. Seitens der Einwender wurde die Angabe im Gutachten M 8 von HOUCHE (1996) über Kindergärtenmitteilungspegel von 69 bis 74 dB(A) kritisiert. Diese Werte entsprechen auch unseren Messerfahrungen sowie SCHICK et al. (1999). Auch seitens der Unfallkasse wurden teilweise noch höhere Werte in Kindergärten gemessen. In Pausen in Schulen oder während der Spiele in Kindergärten werden Einzelereignisse bis weit über 90 dB(A) gefunden. Für Kindergärtnerinnen wird sogar das berufsbedingte Risiko einer Lärmschwerhörigkeit diskutiert. Während des Unterrichts lagen die Schallpegel oft zwischen 50 und 65 dB(A) (KNOTHE et al. 1988).

Es ist bekannt, dass Kindergarten-, Schulkinder und auch Jugendliche im Vergleich zu anderen Bevölkerungsgruppen erheblich lärmzeugend sind und auch Lärm weniger negativ bewerten (siehe oben). Auch die physiologischen Reaktionen auf Lärm sind in diesen Altersbereichen nicht stärker ausgeprägt als bei Erwachsenen.

Ungeachtet dieser hohen selbst erzeugten Schallpegel sind Bedingungen für eine ungestörte Entwicklung der Kinder zu realisieren. Dabei ist in den Ganztageskindergärten auch zu berücksichtigen, dass eine Mittagsruhe realisiert werden kann. Außerdem sind die Angaben der Lärmpegel Mittelungspegel über eine bestimmte Zeit, während der es auch deutlich leiser sein kann, was für die Arbeit mit den Kindern zu berücksichtigen ist.

Ein kritischer Schwellenwert lässt sich für die Beeinflussung von Leistungsminderungen im mentalen Bereich nicht ableiten. Insofern besteht noch Forschungsbedarf. Erste Anhaltspunkte liefern u. a. die oben erwähnten Feldstudien zu den Auswirkungen von Fluglärm auf das mentale Leistungsniveau von Schulkindern. Diese Studien lassen bei Mittelungspegeln zwischen 62 und 68 dB(A) außen Leistungsminderungen in mehreren Funktionsbereichen nicht ausschließen. Teilweise ergeben sich signifikante Ergebnisse. Bei Schulen und Kindergärten sollte das Vorsorgeprinzip besonders gelten, auch wenn unsere wissenschaftlichen Erkenntnisse hier noch sehr lückenhaft sind. Deshalb werden hier nur präventive Richtwerte angewandt, wobei die Besonderheiten des intermittierenden Flugverkehrs gegenüber anderen Verkehrslärmvorschriften zu berücksichtigen sind. Es wird deshalb vorgeschlagen, einen äquivalenten Dauerschallpegel  $L_{eq} = 40$  dB(A) für den Innenraum in Schulen als Beurteilungskriterium anzusetzen. Maximalpegel spielen, wie bereits in dem Kommunikationskapitel angeführt, eine geringere Rolle, da sie erheblich von situativen Bedingungen abhängen. Sollten jedoch in besonderen Fällen (Fremdsprachenunterricht u. a.) Maximalpegelkriterien festzulegen sein, wäre ein  $L_{max} = 55$  dB(A) zu empfehlen, bei dem in der Regel eine 99 %ige Satzverständlichkeit zu erwarten ist. Auch während des normalen Unterrichtes treten mehrfach Maximalpegel über diesen Bereich durch die Lehraktivitäten auf.

Bei den Kindergärten sollten unter präventiven Gesichtspunkten Mittelungspegel von 36 dB(A) eingehalten werden. Dieser Pegel gilt für Ganztageskindergärten, wo die Kinder mittags ruhen sollen. Wegen der situativen und individuellen Einflussfaktoren wird auch hier davon

abgesehen, Maximalpegel zu benennen. Ebenso erübrigen sich die Angaben von Nachtwerten. In den übrigen Kindergärten sind die Werte für Schulen anzuwenden.

Den Argumentationen und Darstellungen der Literaturergebnisse durch den Antragsteller kann weitgehend gefolgt werden, unter präventiven Gesichtspunkten werden jedoch für Schulen und Kindergärten andere Beurteilungskriterien herangezogen.

#### 1.1.1.4.3 Alte Menschen und lärmsensible Personen (Überschrift geändert)

4.10.1-153

*Weiterhin sind bei der lärmmedizinischen Beurteilung zu berücksichtigen:*

*— die unterschiedliche Lärmempfindlichkeit verschiedener Menschen und eines Menschen zu verschiedenen Zeiten.*

**Das lärmmedizinische Gutachten M8 und M9 ist nicht für konkrete individuelle Betroffenen, sondern unter sozialmedizinischem Aspekt für Bevölkerungsgruppen angefertigt worden, daher ist es nicht möglich, die unterschiedlichen Lärmempfindlichkeiten verschiedener Menschen oder eines Menschen zu verschiedenen Zeiten zu berücksichtigen. Es können nur die allgemeinen Erkenntnisse der medizinischen und psychologischen Lärmwirkungsforschung zur Anwendung kommen, wie dies in den Gutachten auch ausgeführt worden ist. Lärmpsychologische Effekte sind gemäß den Erkenntnissen der medizinischen und psychologischen Lärmforschung in die Ableitung der Kriterien eingearbeitet worden. Die psychosoziale Struktur kann ebenfalls nicht erschöpfend und für jeden konkreten Einzelfall dargestellt werden. Es ist von normativen Vorstellungen auszugehen, so beispielsweise, dass prinzipiell von einem gekippten Fenster auszugehen ist. Die Berücksichtigung der deutschen Normung in Form von Impuls- und Tonzuschlägen entfällt, weil für Fluglärm derartige Zuschläge nicht in den DIN-Normen ent-**

**halten sind. Dies mag für Hubschraubereinsätze anders sein, die sind jedoch gemäß Aufgabenstellung nicht zu behandeln gewesen.**

4.10.9.005

*Wegen der höheren Lärmempfindlichkeit von kranken und alten Menschen wird der Empfehlung aus dem Sondergutachten (SVRU[10], Nr. 443) für den LAeq von 25 dB und für den LMax von 40 dB (SVRU[10], Nr. 443) gefolgt. Ein äquivalenter Dauerschallpegel von 25 dB innen korrespondiert auch - bei angekipptem Fenster - mit dem LAeq von 35 dB außen, der in Sondergebieten entsprechender Nutzung nach Beiblatt 1 zu DIN18005, Teil 1 [22] verlangt wird bzw. mit der Forderung des MASGF von 40 dB für außen (bei Annahme Schalldämmung von 15 dB für ein gekipptes Fenster).*

*Ebenso wird das Schutzniveau für Pflegeeinrichtungen und betreute Seniorenwohnheime zu niedrig angesetzt.*

4.10.9.007

*5.5 Lärmempfindliche Personen*

*Auch der Rat von Sachverständigen weist in seinem Gutachten auf folgendes hin: "Es gibt aber Personengruppen in der Bevölkerung, die bei Lärmbelastungen besonders sensibel reagieren.... Schutzwürdige Gruppen sind im Hinblick auf die Lärmbelastung (wie auch in anderen Umweltbereichen) Schwangere, Kinder, alte Menschen, Kranke (hier insbesondere Hypertoniker und blutdrucklabile Patienten) und die Gruppe der besonders lärmempfindlichen Personen, deren Anteil in der Bevölkerung auf 10% bis 15% geschätzt wird."*

4.10.9.24

*BLINDE sind in besondere Weise auf akustische Kommunikation angewiesen und daher auch in besonderer Weise von Fluglärm betroffen: Orientierung auf den Wegen (wenn Fluglärm den Straßenlärm übertönt können Blinde eine Straße nicht überqueren); Störung des Lernens und Arbeitens (Bücher werden eingescannt und über eine Sprachausgabe vorgelesen); Ununterbrochener Lärm verursacht mehr Streß als bei Gesunden; gestörter Nachtschlaf beeinträchtigt ausgeprägte Sehschwäche. (5324)*

**Auch hier ist festzustellen, dass die besondere Lage von Blinden einer besonderen Einschätzung bedarf, die über den Rahmen des medizinischen Gutachtens für die Allgemeinbevölkerung weit hinausgeht.**

## **Stellungnahme**

Die Einwendungen beziehen sich auf besondere Schutzbedürftigkeit von Älteren sowie die Berücksichtigung von Lärmsensiblen bei der Festlegung von Beurteilungsgrenzen.

Spezielle Untersuchungen zur Fluglärmwirkung bei Älteren über 60 Jahre liegen kaum vor. Aufgrund von anderen Belastungsuntersuchungen ist auf eine Veränderung der physiologischen Reaktivität insbesondere im Kreislaufbereich, aber auch im hormonellen Bereich zu schließen. Im Allgemeinen reagiert der Ältere nicht so stark auf Belastungen mit Veränderungen des Blutdrucks oder der Herzfrequenz, wenn keine pathologische Störung vorliegt. Dies ist jedoch bei den Älteren häufiger der Fall. Zum anderen kommt es zur Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane, u. a. auch des Hörorgans und der Hörfähigkeit vor allem für hohe Töne. Meist werden im Innen- wie im Außenraum Fluggeräusche weniger wahrgenommen. Zum anderen stören mehrere gleichzeitige Schallquellen den Älteren und insbesondere den Hörgeschädigten viel stärker in der Kommunikation als den Jüngeren und Hörgesunden.

Bei den bisherigen wissenschaftlichen Lärmwirkungsuntersuchungen u. a. zur Festlegung von Beurteilungsgrenzen werden auch Ältere mit einbezogen (die „Durchschnittsbevölkerung“ einer Wohngegend, wobei der Anteil Jüngerer meist unterrepräsentiert ist, da das Interesse an solchen Wirkungsuntersuchungen meist sehr gering ist), so dass die Ergebnisse für Wohngegenden auch auf deren Angaben mit beruhen, so dass für Wohngegenden unter Berücksichtigung der übrigen Umweltregelungen keine besondere Betrachtung erforderlich ist und in einem solchen Gutachten sein kann.

Einer differenzierteren Beurteilung bedürfen dagegen Altenheime. Hierbei ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen den Bereichen, in denen Ältere konzentriert wohnen, z. B. in Se-

niorenwohntentren, und Pflegeheimen. In den Seniorenwohntentren ist damit zu rechnen, dass überwiegend gesunde, ältere Menschen leben, die wenig Unterschiede in den Lärmwirkungen gegenüber dem Erwachsenenalter zeigen. Für diese Art von Altenheimen sind die in der Synopse angegebenen Mittelungspegel für Regeneration und Erholung von 57 dB(A) außen und 42 dB(A) innen angemessen, um unter präventiven Gesichtspunkten der Variabilität des Gesundheitszustandes Rechnung zu tragen.

Anders sind die Pflegeheime zu beurteilen, in denen kranke oder teilweise sich in der Rekonvaleszenz befindende Patienten aufhalten. Hier wären in Anlehnung an Krankenhäuser am Tage die Mittelungspegel von 36 dB(A) (innen) und in der Nacht von 32 dB(A) (innen) als angemessene Präventionswerte zu betrachten. In dem Kapitel zu Krankenhäusern wurde auf eine Untersuchung von GRIEFAHN (1982) hinsichtlich der Reaktion im Herz-Kreislauf-Bereich bei unterschiedlichen Krankheitsgruppen verwiesen. Pflegeheime sollten in dem Bereich der Schwerkranken eingeordnet werden, die Empfindlichkeit ist etwa um 24 dB(A) höher, so dass bei Berücksichtigung eines gekippten Fensters Maximalpegel von 51 dB(A) zu empfehlen sind. Als Häufigkeit sollte, wie bei dem Präventivkriterium 25 x 90 für Gesunde ein Pegelhäufigkeitskriterium von 25 x 51 am Tag und entsprechend dieser Ableitung ebenfalls unter präventiven Gesichtspunkten ein Pegel von 13 x 45 in der Nacht verwendet werden.

Insgesamt ist jedoch festzustellen, dass die wissenschaftliche Basis dieser Ableitungen nicht sehr sicher ist. Dies liegt nicht nur an den fehlenden Untersuchungsergebnissen, sondern auch an der Vielfältigkeit der Störungen bei Patienten in Pflegeheimen. Sollten lebensunterstützende und überwachende Geräte eingesetzt werden, so ist —wie in den Krankenhäusern - ein teilweise höherer äquivalenter Dauerschallpegel im Raum zu erwarten, als er hier zur Reduzierung von Fluglärmwirkungen vorgeschlagen wird.

Im Gutachten M 8 wird aufgeführt, dass frühere Schätzungen davon ausgehen, dass 10 bis 15 % der Bevölkerung als lärmempfindlich zu bezeichnen sind. Es werden Untersuchungen von JANSEN et al. (1996) zur physiologischen Lärmempfindlichkeit zitiert, nach denen 6,25 % der Untersuchten lärmempfindlich waren.

Es gibt keine genaue Definition für Lärmempfindlichkeit. Wie im Gutachten M 8 aufgeführt, kann man eine physiologische Lärmempfindlichkeit aufgrund der besonderen Reagibilität physiologischer Parameter bewerten. Zusätzlich ist jedoch auch eine psychische Lärmempfindlichkeit anzunehmen. Bei allen Untersuchungsergebnissen zu Lärmwirkungen, zur Ableitung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen generell, werden auch Lärmempfindliche mit einbezogen. In einigen Untersuchungen ist der Anteil der Lärmempfindlichen sogar überrepräsentiert, häufig bei den physiologischen Untersuchungen. Es wird auch angenommen, dass Lärmempfindliche sich eher an Befragungsuntersuchungen beteiligen. Deshalb werden Lärmempfindliche auch in den aus diesen Untersuchungen abgeleiteten Beurteilungsgrenzen berücksichtigt. Zu Lärmempfindlichen gehören auch kranke und alte Menschen, für die besondere Beurteilungsgrenzen gelten, wie vorher dargestellt. Eine zusätzliche Berücksichtigung von Lärmempfindlichen ist aus Sicht des Gutachters nicht möglich.

Es wird empfohlen, den Beurteilungskriterien der Synopse den Vorzug zu geben. Herangehensweisen des Autors von M8/ M9 sind hier eingeflossen.

#### 1.1.1.5 Empfindliche Einrichtungen

Bei der Stellungnahme zu Kranken, Kindern und alten Menschen wurden auch die entsprechenden empfindlichen Einrichtungen betrachtet. Zusätzliche Argumentationen ergeben sich aus der Sicht des Gutachters nicht.

#### 1.1.1.6 Neueste Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung

Bei der Stellungnahme zu den einzelnen Problembereichen wurden die jeweiligen Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung der letzten Jahre einbezogen. Dabei wurden auch neueste Ergebnisse von 2004 mit berücksichtigt, die dem Gutachter aufgrund seiner Tätigkeit in bestimmten

Gremien bzw. im Rahmen von Verfahren bei anderen Flughäfen zur Kenntnis kamen. Weitere Erörterungen sollten konkret abgefragt werden.

## 1.1.2. Lärmberechnung und -ermittlung

### 1.1.2.1. Methodik

#### 1.1.2.1.1. Äquivalenter Dauerschallpegel nach Fluglärmgesetz

#### 1.1.2.1.2 Berechnungsverfahren nach AzB DLR

Es wurde die Frage aufgeworfen, ob Konzentrationen von Flugbewegungen und damit besondere Lärmbelastungen innerhalb von ein bis zwei Wochen oder auch länger mit den meist über sechs Monate gemittelten Beurteilungskriterien aus Wirkungssicht relevant erfasst werden.

Den auch international gebräuchlichen Beurteilungskriterien liegen jeweils Durchschnittswerte zu Grunde, entweder Mittelungspegel oder Maximalpegelhäufigkeiten in einem bestimmten Zeitraum, in der BRD in den sechs verkehrsreichsten Monaten. Diese können an einzelnen Tagen oder auch konzentriert über Wochen teilweise deutlich überschritten werden. Es besteht die Befürchtung, dass dadurch gesundheitliche oder andere lang dauernde Beeinträchtigungen auftreten können. Dies führte auch zur Forderung, dass in unterschiedlichen Flugrichtungen die 100 : 100 % Berechnung erfolgen soll. Damit wird eine gewollte Überschätzung des tatsächlich vorhandenen Risikos vorgenommen. Dem ist aus Lärmwirkungssicht nicht zu widersprechen, obwohl es keinerlei wissenschaftliche Daten zur Untermauerung dieser These gibt und es durchaus durch die Übervorteilung von bestimmten Gebieten hinsichtlich Lärmschutz und Lärmmaßnahmen zu Komplikationen und zusätzlichen Belastungsfaktoren in anderen Bereichen kommen kann. Deshalb bevorzuge ich die Realverteilung plus die entsprechenden Standardabweichungen bei bestehenden Flughäfen oder einem Sicherheitszuschlag bei noch nicht bestehenden Flugplätzen. Durch die Bewertung der sechs verkehrsreichsten Monate wird ja bereits ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor eingebaut.

Auch aus Wirkungssicht lässt sich aus einer solchen kurz dauernden (über zwei bis vier Wochen gehenden) Belastung unterhalb der kritischen Toleranzwerte mit Wahrscheinlichkeit eine besondere gesundheitliche Gefährdung nicht ableiten, obwohl - und das muss nochmals betont werden - wissenschaftliche Ergebnisse dazu nicht vorliegen. Die Beurteilungswerte aus Lärmwirkungssicht resultieren teilweise aus Laboruntersuchungen. Diese Laboruntersuchungen stellen für den Einzelnen eine solche konzentrierte Belastungszeit dar. Im Feld sind, wie die DLR-Studie (SAMEL et al. 2004) zeigte, deutlich niedrigere Effekte zu erwarten. Demnach überschätzen die laborbezogenen Begrenzungswerte die im Feld tatsächlich auftretenden Reaktionen. Die bereits genannte DLR-Studie zeigt sowohl im Labor als auch im Feld, dass auch während der Belastungsphasen und Belastungskonzentrationen Gewöhnungseffekte auftreten, die sich zum Beispiel in der Verlängerung bestimmter, für die Erholung notwendiger Schlafphasen im EEG zeigen. Außerdem zeigen alle Untersuchungen zu körperlichen Reaktionen, vegetativen und hormonellen Veränderungen, dass die lärmbedingten Auslenkungen nicht in dem Ausmaß vor sich gehen, dass eine Kompensation über eine bestimmte Zeit nicht möglich wäre. Eine pathologische „Schwelle“ wird nahezu nicht erreicht. Auch ein bestimmtes Kompensationsverhalten ist in einer beschränkten Zeit einer Sonderbelastung zumutbar, z. B. die Nutzung der Stoßlüftung. Die körperlichen Veränderungen werden wesentlich stärker durch andere Aktivitäten bestimmt, z. B. dem Wochenrhythmus (MASCHKE et al. 1995), als durch solche Lärmkonzentrationen.

Die länger dauernden wissenschaftlichen Feld- und Laboruntersuchungen zeigen außerdem, dass am Ende solcher Untersuchungsabschnitte bei einzelnen Personen meist psychische Effekte die Schallwirkungen überlagern (SAMEL et al. 2004, MASCHKE et al. 1995). Der „Untersuchungseffekt“ ist zu Beginn und bei länger dauernden Untersuchungen nach einer bestimmten Zeit besonders ausgeprägt. Eine Reihe von Probanden wollen dann auch nicht mehr. Die psychischen Effekte auch unter Feldbedingungen sind um so geringer, je überschaubarer und absehbarer das Ende ist und je informierter die Personen sind. Eine kurz dauernde Phase mit einem definierten Abschluss führt zu deutlich geringeren Wirkungen als eine unklare Situation.

Auch aus anderen Bereichen ist zu schließen, dass kurz dauernde Belastungsphasen durchaus zumutbar sind, wenn entsprechende Kompensationsmöglichkeiten folgen. Dies trifft auf den Sport, aber auch auf die Arbeitstätigkeit zu. So können nach dem Arbeitszeitgesetz Überschreitungen der üblichen Arbeitszeiten erfolgen, wenn sie in einem bestimmten Zeitraum, meist sechs Wochen, wieder den Durchschnittsbereich der Belastung (durchschnittliche Arbeitszeit) erreichen.

#### 1.1.2.1.3 Berechnungsverfahren des Rollverkehrs

#### 1.1.2.1.4 Taglärm/Nachtlärm (**Gliederung geändert**)

##### 1.1.2.1.4.1 Kritischer Toleranzwert, Präventiver Richtwert, Schwellenwert (**Überschrift geändert**)

Abschließend soll nochmals zusammenhängend auf die Kriterien eingegangen werden, die seitens des Gutachters bei der Beurteilung der Einwendungen und ihrer Beantwortung durch den Antragsteller zu Grunde gelegt wurden. Sie weichen teilweise von den in den Gutachten M 8 und M 9 angewandten Kriterien ab. Sie beruhen auf dem bereits eingangs genannten Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/ Flugplätzen, was 2002 durch GRIEFAHN, JANSEN, SCHEUCH und SPRENG erarbeitet wurde (Z. f. Lärmbekämpfung 49 (2202) 5, 171-175).

Mit einer abgestuften Wertung von Beurteilungsgrenzen sollte mehr Klarheit in die unterschiedliche Terminologie von diskutierten Begrenzungswerten von Flughäfen gebracht werden und zum anderen mehr Klarheit bei der Risikobeurteilung von Fluglärm auf wissenschaftlicher Basis erreicht werden.

Grundsätzlich wird in diesem Konzept von dem Minimierungsauftrag umweltbedingter Lärmeinflüsse ausgegangen. 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. Es wird von einer Hierarchie der *Begrenzungswerte* ausgegangen:

**Kritischer Toleranzwert:**

Gesundheitsgefährdungen und/ oder -beeinträchtigungen sind nicht mehr auszuschließen. Die wissenschaftliche Begründung der Lärmwirkung ist vorhanden, oder es 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.

Der Deutsche Bundestag forderte in seinem Beschluss vom 02.09.1998 die Festlegung von Zumutbarkeitsgrenzen, Schutzzonen, Eingriffsschwellen. MASCHKE (1997) spricht von „Effektschwellen“. In der Rechtsprechung werden teilweise durch die Lärmwirkungsforschung vorgeschlagene Begrenzungswerte als „Handlungsschwellen“ oder „Eingriffsschwellen“ bezeichnet.

Der Umweltrat empfiehlt in seinem Sondergutachten von 1999 kurzfristig, mittelfristig und langfristig anzuwendende Immissionsbegrenzungswerte. Die kurzfristigen sind einzuhalten, bei den mittelfristigen soll unter Vorsorgeaspekten dieses Ziel angestrebt werden und langfristig soll unter Berücksichtigung des technisch Machbaren und wirtschaftlich Tragbaren eine Lärminderung entsprechend dieser Immissionswerte geprüft werden. In seinem Gutachten von 2002 verließ der Umweltrat jedoch diese Linie und übernahm die Vorschläge von ORTSCHEID und WENDE (2000). Diese gehen von „Belastungsbereichen“ aus, „die aus der Sicht der Lärmwirkungsforschung im Sinne von Schwellenbereichen besonders beachtet werden müssen“ (S.31). Dann werden jedoch keine Bereiche sondern einzelne dB(A)-Pegel als Begrenzungswerte angegeben. Diese scheinbar als Schwellenwerte gedachten Pegel werden für die erhebliche Belästigung, für Gesundheitsbeeinträchtigungen, die nicht mehr auszuschließen sind, und für Gesundheitsbeeinträchtigungen in Form von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die zu erwarten sind, formuliert (S.31, Zusammenfassende Bewertung...: Qualitätsziele). Verwirrend ist, dass in der Zusammenfassung dieser Schrift bei den nicht auszuschließenden Gesundheitsbeeinträchtigungen noch der Zusatz „aus präventivmedizinischer Sicht“ erscheint. Ist ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor berücksichtigt? Auf alle Fälle ist die Verwendung des Begriffes „Schwelle“ nicht definiert.

Insbesondere in der nichtmedizinischen Lärmwirkungsforschung, aber auch in der Bevölkerungsdiskussion werden häufig physiologische oder psychologische Veränderungen unter Lärmeinwirkung als relevant interpretiert, ohne nach ihrer biologischen oder psychologischen Bedeutung zu fragen. Allein das statistische Merkmal einer Signifikanz, in den meisten Fällen der Ergebnisse von Studien zu gesundheitsrelevanten Folgen jedoch nur ein Trend, wird als pathophysiologisch und pathopsychologisch relevant eingestuft. Das führt nicht nur zu Missverständnissen, sondern zu grundlegend unterschiedlichen Betrachtungsweisen in der Lärm-

Wirkungsforschung. Um dies in die richtige Relation zu bringen, werden in der Synopse **Schwellenwerte** angegeben.

Aus den Schwellenwerten ergibt sich entsprechend der oben genannten Definition kein unmittelbarer Handlungsbedarf für Flughäfen/ Flugplätze. Sie sind für aktuelle Entscheidungsprozesse nicht relevant und haben demnach aus der Lärmwirkungssicht auch keine juristische Bedeutung.

In den Bereich zwischen Schwellenwerten und Präventiven Richtwerten können Begrenzungswerte für schutzbedürftige Bereiche eingeordnet werden.

In der Wirkung von Belastungen und Anforderungen einschließlich von Lärm auf den Menschen ist ein Kontinuum zu beschreiben von

1. keine beobachtbaren Effekte
2. kompensierbare Effekte ohne gesundheitliche Konsequenzen
3. frühe Effekte unklarer Bedeutung ohne gesundheitliche Konsequenzen
4. frühe gesundheitliche Beeinträchtigungen.
5. offensichtliche Erkrankungen (Scientific Expert Group der USA, 1994).

Der Umschlag von 3 nach 4 bedeutet negative, d. h. *adverse Effekte*. Belastungseffekte sind demnach von adversen Effekten zu trennen. Als adverse Effekte sollten nur solche belastungsbezogenen Veränderungen angesehen werden, die nach Umfang, Anzahl, Stärke und Art als nicht mehr tolerabler Verlust an Leistungsfähigkeit oder als nicht mehr tolerable Verschlechterung des Befindens anzusehen sind oder als nicht mehr kompensierbare organismische Veränderungen zu verstehen sind. Der Übergang von Belastungseffekten, also wertfreien Reaktionen auf Anforderungen, zu adversen Effekten ist fließend. Im Umweltrecht, z.B. dem Bundesimmissionsschutzgesetz, geht man von Handlungsnotwendigkeit bei adversen Effekten aus. In der Veröffentlichung von ORTSCHIED und WENDE (2000) oder auch in dem Maschke-Gutachten für diesen Flughafen scheint dies nicht berücksichtigt zu sein.

In unserem abgestuften System sind die Kritischen Toleranzwerte bei 4, der Präventive Richtwert bei 3 und der Schwellenwert bei 2 anzusiedeln.

„Unklare Bedeutung“ (siehe Punkt 3. oben) heißt, dass in besonderen Fällen diese Reaktionen einen Beitrag zu möglichen negativen Konsequenzen leisten können, jedoch wahrscheinlich nicht als alleinige Ursache.

Im Bereich des Schwellenwertes ordnet sich Lärm in das normale Risiko menschlichen Lebens ein.

Unser Grundverständnis von Schwellenwerten geht von der Normalität von Wirkungen in diesem Bereich aus. Zur Bewältigung von Anforderungen und zur eigenen Entwicklung stehen dem Lebewesen physiologische und psychologische Anpassungskapazitäten und Anpassungsmechanismen zur Verfügung. Diese werden durch das vegetative Nervensystem, das endokrine, motorische und immunologische System realisiert, was auch kognitive sowie emotionale Prozesse einschließt. Bei Anforderungen und Belastungen, die ein bestimmtes individuelles Maß übersteigen, kommt es zur Aktivierung solcher Prozesse, die erst einmal dazu führen, dass das Gleichgewicht körperlicher Funktionen gestört wird, um zielgerichtet und unspezifisch, d.h. unabhängig von der Art der Belastung, eine Reaktionsbereitschaft des Organismus zu schaffen. Auch die psychischen Funktionen führen zu einer Konzentration auf die entsprechenden auslösenden Anforderungen bzw. Belastungen. Das ist ein normaler psychophysiologischer Prozess, der durch die anschließende Kompensation dieser Veränderungen wieder zur Normalität, d. h. zum Gleichgewicht, zurückkehrt.

Ohne die Störungen dieses Gleichgewichtes gäbe es keine Entwicklung. Die Entwicklung eines Lebewesens wird durch die Auslenkung des körperlichen, psychischen und sozialen Gleichgewichtes und die daraufhin erfolgende Kompensation realisiert, um wiederum ein Gleichgewicht als Voraussetzung für eine funktionelle Optimalität zu erreichen. Das führt natürlich zu messbaren Veränderungen auch unter Lärm.

Schwellen gibt es nicht nur für medizinisch relevante Schutzziele auf der Grundlage von somatischen Anpassungsvorgängen. Auch hinsichtlich der subjektiven Widerspiegelung von

Schall, der Belästigung wie auch der Relevanz von Kommunikationsstörungen sind solche Schwellen festzulegen. In der von uns verwendeten Auffassung von Gesundheit kann man sich belästigt fühlen ohne dass die Fähigkeit beeinträchtigt ist, seine Umweltanforderungen zu bewältigen und sich selbst zu entwickeln. Belästigung kann als Auslöser zum Aneignen von Bewältigungsformen werden. Belästigung stellt ein eigenständiges Kriterium für Lärmschutz dar und ist nicht nur über eine mögliche Gesundheitsschädigung relevant. Von der einfachen Belästigung, die nach dem für Flugplätze nicht anwendbaren Bundesimmissionsschutzgesetz, § 3, noch nicht als schädlich anzusehen ist, sind die „erheblichen Belästigungen“ zu trennen. Während die Gefährdung im Wesentlichen einen medizinischen, d. h. pathophysiologischen Charakter hat, ist die erhebliche Belästigung dadurch gekennzeichnet, dass unerwünscht geräuschbedingte starke Beeinflussungen menschlicher Verhaltensweisen auftreten. Die Betroffenen sind an den für sie wichtigen Aktivitäten häufig gehindert und die Wirkungen können nicht durch mittelbare oder unmittelbare Zusatzanstrengungen kompensiert werden.

Während für physiologische Anpassungsvorgänge gegenüber Lärm die Normalität und Zielgerichtetheit dieser physiologischen Vorgänge der Maßstab ist, bestimmt durch die Wirksamkeit der Gegenregulationsmechanismen im Organismus, lässt sich dies nicht einfach auf die Belästigung übertragen. Bei der Belästigung ist es die Wirksamkeit der ausgelösten Bewältigungsmechanismen. In nahezu allen Belästigungsuntersuchungen bei Verkehrslärm wird nach der Ausprägung der Belästigung gefragt, jedoch nicht nach den dadurch ausgelösten Bewältigungsvorgängen und ihren Erfolgen/Misserfolgen. Deshalb wird die Schwelle bei erheblicher Belästigung letztendlich nur durch Übereinkunft zu treffen sein, welches Ausmaß von Belästigung seitens der Wissenschaft und der Politik für eine Population als Schwellenwert ertragbar erscheint. Dies ist nicht der Übergang von Belästigung zu erheblicher Belästigung, sondern die erhebliche Belästigung für eine bestimmte Populationsgröße.

Auch hinsichtlich der Kommunikation ist ein solches Vorgehen relevant. Schwellenwerte für Kommunikationsstörungen sind solche, bei denen Beeinträchtigungen der Kommunikationsgüte auftreten können, die jedoch mit einem vertretbaren Aufwand (u.a. stimmlich, zeitliche Verzögerung) kompensierbar sind.

Auch für das Schutzziel „Vermeidung der Störung des Nachtschlafes“ gelten Schwellenwerte. Sie bedeuten, dass in der Einzelnacht keine nicht kompensierbaren Effekte durch Fluglärm bei diesen Pegeln auftreten und/oder eine Gewöhnung an diesen Fluglärm möglich ist.

Mit „Schwellenwerten“ in der aufgeführten Bedeutung soll verdeutlicht werden, dass nicht jede somatische Veränderung durch Lärm eine Gesundheitsbeeinträchtigung oder eine Gefährdung der Gesundheit ist, nicht jedes Lästigkeitsempfinden ist Ausdruck einer gestörten Gesundheit, nicht jede Kommunikationsstörung schränkt die Handlungsmöglichkeiten dauerhaft ein.

Diese Reaktionen sind vollkommen normale Reaktionen, *ebenso wie die Reaktion auf alle anderen Arten von Umweltrisiken*, sie haben nichts mit einer Schädigung zu tun. Schwellenwerte stellen demnach auch eine Einordnung der Lärmwirkungen in andere Belastungseffekte des Menschen dar. Da Lärm vordergründig unspezifische Wirkungen aufweist, müssen auch die anderen Belastungsfaktoren, die zum Leben dazugehören, in ihren Wirkungen berücksichtigt werden. Es gibt keine physiologische oder psychologische Begründung, dass bei Lärm anders verfahren werden muss.

Auch unterhalb der definierten Schwellen können physiologische und psychologische Reaktionen auftreten, z.B. aufgrund der individuellen Bedeutsamkeit des Schallereignisses, durch Richtungshören u.a..

In der Synopse wird davon ausgegangen, dass prinzipiell seitens der Lärmwirkungsforschung der Auftrag zur Lärminderung bei unserem gegenwärtigen Erkenntnisstand resultiert. Deshalb sind die Schwellenwerte als langfristige Zielorientierung genannt, nicht wegen eines Risikos, sondern für eine quantitative und vernunftbasierte Zielstellung. Zum anderen wissen wir, dass es nahezu keinen Schallpegel gibt, bei dem es nicht zu individuellen Reaktionen kommen kann. Auch zur Minimierung des Einzelrisikos für besonders schutzbedürftige Personen stellen diese Schwellenwerte nur eine Zielvorstellung dar. Deshalb wurde in der Synopse aufgeführt, dass Schwellenwerte unter dem Minimierungsgebot langfristig angestrebt werden sollen.

Im Folgenden werden nochmals die verwendeten Kriterien für ein Schutzkonzept bei der Berücksichtigung unterschiedlicher Schutzziele aus der sogenannten Synopse dargestellt.

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: Vermeidung von 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: Vermeidung erheblicher Belästigung (außen\*)**

äquivalenter Dauerschallpegel

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

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

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

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: Vermeidung relevanter Kommunikationsstörungen**

äquivalenter Dauerschallpegel

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

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 *guten 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: Vermeidung von Störungen der Erholung/Rekreation (außen\*)**

	äquivalenter Dauerschallpegel
Kritischer Toleranzwert:	$L_{\text{eq}, 16\text{h}} = 64 \text{ dB(A)}$
Präventiver Richtwert:	$L_{\text{eq}, 16\text{h}} = 57 \text{ dB(A)}$
Schwellenwert:	$L_{\text{eq}, 16\text{h}} = 50 \text{ dB(A)}$

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: Vermeidung relevanter Störungen des Schlafes (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:	$L_{\text{max}, 22-6\text{h}} = 6 \times 60 \text{ dB(A)}^*$
Präventiver Richtwert:	$L_{\text{max}, 22-1\text{h}} = 8 \times 56 \text{ dB(A)}$
	$L_{\text{max}, 1-6\text{h}} = 5 \times 53 \text{ dB(A)}$
Schwellenwert:	$L_{\text{max}, 22-6\text{h}} = 23 \times 40 \text{ dB(A)}$

\*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 Dauerschallpegel

Kritischer Toleranzwert:	$L_{eq,22-6h} = 40 \text{ dB(A)}$
Präventiver Richtwert:	$L_{eq,22-1h} = 35 \text{ dB(A)}$
	$L_{eq,1-6h} = 32 \text{ dB(A)}$
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 in Frage die

Ungewichtete Verteilung des Flugverkehrs über die gesamte Nacht

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

#### Maximalpegel

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 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:  $L_{eq} = 36 \text{ dB(A)}$   $L_{max} = 25 \times 45 \text{ dB(A)}$   
 Nachts:  $L_{eq} = 30 \text{ dB(A)}$   $L_{max} = 13 \times 40 \text{ dB(A)}$

Für Krankenhäuser gelten Innenraumpegel.

**Altenheime:** Tags:  $L_{eq} = 36 \text{ dB(A)}$   $L_{max} = 25 \times 51 \text{ dB(A)}$   
 Nachts:  $L_{eq} = 32 \text{ dB(A)}$   $L_{max} = 13 \times 45 \text{ dB(A)}$

Für Altenheime gelten Innenraumpegel.

Auch aus juristischer Sicht wird dieses Schutzkonzept unterstützt und als handhabbar eingeschätzt (DOLDE 2003).

## 1.5. Gesamtlärm

Eine Reihe von Einwänden befasst sich mit der Problematik des Gesamtlärms. Dabei wird vordergründig auf Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm hingewiesen und eine gemein-

same Wirkungsbetrachtung gefordert. Dies wird untersetzt durch konkrete Angaben zu bestimmten Ortslagen oder betroffenen Häusern.

#### **Antwort 4.10.0040**

**Es ist unzutreffend, wenn gesagt wird, dass ein wesentliches Defizit des Gutachtens M8/9 darin besteht, dass eine Gesamtbetrachtung des Lärms in der Kombination aller Quellen nicht vorgenommen wurde. In M9 ist auf den Seiten 27 und 28 zur Problematik der Gesamtlärmbelastung aus medizinischer Sicht Stellung genommen worden. In diesen Ausführungen wird darauf hingewiesen, dass die Betrachtung der Störwirkung durch Straßen- und Fluglärm zu dem Ergebnis führt, dass es die besondere Charakteristik eines jeweiligen Geräusches ist, die eine spezifische, wie auch immer geartete Lästigkeit hervorruft. Dementsprechend sind durch die akustischen Charakteristika des Straßen- und Fluglärms jeweils spezifische Belästigungen zu erwarten, wie dies auch in den Untersuchungen von OLIVA (1998) und in der Zusammenstellung von Untersuchungen durch MIEDEMA und VOS (1998) nachgewiesen wurde. Die Beurteilung einer Gesamtlärmwirkung durch einen Einzahlwert bei Zusammenfassung aller Lärmquellen ist deshalb psychologisch und medizinisch nicht begründbar. Vielmehr ist eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Lärmquellen und der hierfür festgelegten Immissionsrichtwerte vorzunehmen. Es wird aber weiterhin in M8 ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anfertigung und Aufstellung von Einzahl-Immissionswerten für die Gesamtlärmbelastung durchaus sinnvoll ist, weil sie unter dem Gesichtspunkt der Priorität informativ ist und planerisch ihre Berechtigung erfährt. Eine Gegenüberstellung der Gesamtlärmbelastung im Gutachten M4.0 zu den Größenordnungen der einzelnen Lärmquellen an 111 ausgewählten repräsentativen Immissionsorten zeigt, welche der Lärmquellen im Vordergrund steht und für die Entstehung von Lästigkeitsgefühlen wesentlich verantwortlich ist und welche Lärmquellen im Rahmen prioritärer Betrachtungen nachrangig zu behandeln sind. Auch der Rat von Sachverständigen nimmt zur Frage der Geräusche aus verschiedenen Quellen Stellung. Er weist auf die sehr komplexe Lage hin, erkennt aber an, dass die inhaltliche Ausgestaltung eines so genannten Gesamtlärmbelastungswertes sehr problematisch und wirkungsmäßig nicht vertretbar ist; er kommt daher zu der Auffassung (Tz. 505, Seite 205), dass beim Umgang mit Geräu-**

sehen aus verschiedenen Quellen die Fragen der Bewertung von denen der Zurechnung zu trennen sind. Nur wenn gleichartige Geräusche vorhanden sind, ist es nach SRU berechtigt, eine summative Betrachtungsweise durchzuführen. Sie ist auch bei ungleichartigen Geräuschen nicht völlig ausgeschlossen. Die unterschiedlichen Kennwerte sind nach Auffassung des Sachverständigenrates daraufhin zu prüfen, welche Gesundheitsgefährdungen vorliegen bzw. durch welche Lärmart diese Gesundheitsgefährdungen hervorgerufen werden. Schließlich stellt der SRU fest, dass mangels ausreichender Bewertungsansätze für eine Gesamtlärmbelastung eine Einzelfallprüfung auf jeden Fall vorzugswürdig zu sein hat. Die abschließende Forderung des SRU, dass die Lärmwirkungsforschung in besonderem Maß gefordert sei, als Grundlage für eine zukunftsorientierte Lärmstrategie wissenschaftlich abgesicherte Kriterien für die Lärmbeurteilung der unterschiedlichen Geräuscharten zu entwickeln, dürfte in der Praxis schwierig umzusetzen sein angesichts der finanziellen Restriktionen gerade auch im Bereich der Forschung.

4.10.0079

#### **Zu Summenwirkung**

Diese Aussage ist pauschal. Die komplexe Betrachtung des Gesamtlärms ist vielmehr in Form einer Differenzierung derart erfolgt, dass nur für die von Flugzeugen hervorgerufenen Belastungen beim Roll- und Taxiverkehr die Gesundheits- und Erheblichkeitskriterien für Fluglärm angewandt worden sind. Die übrigen Geräusche (Triebwerksläufe, Verkehr durch andere Fahrzeuge, Kraftwerksgeräusche u.a.) sind nach den jeweils einschlägigen Vorschriften beurteilt worden (16. BImSchVO, TA Lärm). In diesem Zusammenhang wurde in M9 geprüft, ob die in den Richtlinien und Normen enthaltenen Kriterien mit denen für Gesundheitsbeeinträchtigung bei vorgegebenen Lärmbelastungen übereinstimmen bzw. darunter liegen. Dies wurde in M9 bejaht. Die in den angeführten Regelwerken enthaltenen Richtwerte richten sich nicht ausschließlich nach den Kriterien für Gesundheitsgefährdungen im medizinischen Sinne oder nach den Erheblichkeitsparametern für Lästigkeit und Kommunikation oder nach sonstigen Kriterien. Sie sind unter dem Gesichtspunkt der Konvention für allgemein zumutbare Belastungen erstellt worden.

**Es ist unzutreffend, wenn moniert wird, dass ein wesentliches Defizit des Gutachtens M8/9 darin besteht, dass eine Gesamtbetrachtung des Lärms in der Kombination aller Quellen nicht vorgenommen wurde. In M9 ist auf den Seiten 27 und 28 zur Problematik der Gesamtlärmbelastung aus medizinischer Sicht Stellung genommen worden.**

#### **4.10.2.001 Antwort**

**Im Gutachten M3 - Fluglärmgutachten nach AzB - wurde die Belastung durch Fluglärm für die verschiedenen Zeithorizonte und Szenarien auf Grundlage des Fluglärmgesetzes unter Anwendung der Anlage zum § 3 dieses Gesetzes ermittelt. Es wurde von einem Pistensystem, d. h. gleichzeitigen Betrieb beider Start- und Landebahnen sowie einer 50:50-Verteilung ausgegangen. Die Ausgangsdaten sind im Gutachten M2 - Datengrundlagen für Fluglärmgutachten dargestellt Die Beurteilung der Lärmsituation beim Zusammenwirken verschiedener Schallquellen erfolgte durch den lärmmedizinischen Gutachter. Grundlage der Beurteilung bildete das Gutachten M4.0 - Gesamtlärmbelastung. Hier sind für verschiedene Einzelpunkte die Beurteilungspegel (M 6, M 7) bzw. der energieäquivalente Dauerschallpegel (M 4, M 5) verursacht durch die verschiedenen Schallemittenten getrennt für jede Quellenart ermittelt und tabellarisch dargestellt. Aufgrund der verschiedenen Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Immissionspegel wurde auf eine "Überlagerung" dieser Pegel verzichtet. Die Beurteilung der Gesamt-Lärmsituation wurde durch den Lärmmedizinischen Gutachter jeweils für jeden Einzelpunkt anhand der tabellarisch zusammengestellten Berechnungsergebnisse vorgenommen (vgl. Gutachten M9).**

#### **4.10.2.003**

**Abs.27**

*5.12 Bundesimmissionsschutzgesetz und Vergleich mit anderen Lärmarten. Würde sich der Lärmgutachter ernsthaft mit Vorsorgewerten auseinandersetzen, müsste auch Bezug auf das Optimierungsgebot des § 50 BImSchG genommen werden.*

*Dass gerade bei der Neuplanung und der Wesentlichen Änderung von Verkehrswegen und Flughäfen (wie in diesem Fall gegeben) die Anwendung von echten Vorsorgewerten zwingend erforderlich ist, wird im Sondergutachten ausgeführt. (Ziffer 96, Sondergutachten).*

*Diese Betrachtung unterbleibt im Lärmgutachten anscheinend auch deshalb, weil eine Auseinandersetzung und ein Vergleich mit anderen Lärmarten und mit in anderen Regelwerken festgelegten Grenzwerten dem Gutachter nicht opportun erscheint.*

*Verschwiegen wird, dass die Belästigungswirkung von Fluglärm höher als die von Straßenverkehrslärm liegt und insofern die angegebenen Richtwerte keinesfalls zu halten sind. "Im Bereich höherer Belastungsstufen liegen die Belästigungsbefunde im allgemeinen bei... Fluglärm (insbesondere militärischem Fluglärm) vergleichsweise höher als bei Straßenverkehrslärm gleichen Mittelungspegels." Interdisziplinärer AK s.o.*

*"Die Dosis-Wirkungskurven zeigen im Vergleich der Verkehrslärmarten, dass bei gleichen energieäquivalenten Dauerschallpegeln Fluglärm mehr belästigt als Straßenverkehrslärm und dieser mehr als Schienenverkehrslärm." Mit Diagramm in Köpenicker Symposium, Tagungsband S. 13, Gottlob, UBA*

**In M8 Kap. 3, Seiten 55-61, werden grundsätzliche Ausführungen zur Kausalität von Lärmwirkungen gemacht sowie wesentliche Aspekte des Vorsorge- und Verursacherprinzips dargestellt. In M9 (Kap. 7, Seiten 23-25) werden Aspekte der Kausalität und Prävention von Lärm und Lärmwirkungen gemacht. Auch werden die in den einzelnen Regelwerken Immissionswerte med. und psychol. beurteilt (Kap. 8.1 und 83, Seiten 26-37). Statt eines „Fluglärm-Malus“ findet Oliva neuerdings einen „Fluglärm-Bonus“.**

*Abs.124 4.1.0021*

*2. Die größten Umweltbelastungen des Flughafenausbaus werden durch die Lärmbeeinträchtigungen erwartet. Neben dem Fluglärm betrifft dies den durch die zusätzliche Verkehrerschließung mit Straße und Schiene und die technischen Anlagen auf dem Flughafen einschließlich des durch den anlagenbedingten Verkehr entstehenden Lärm.*

## **Stellungnahme**

Im lärmmedizinischen Gutachten M 9 wird kurz auf die Gesamtlärmbelastungsbewertung eingegangen.

Nicht selten sind Anwohner von Flughäfen weiteren Schallquellen ausgesetzt. Außer dem Fluglärm wirken auch noch Schallbelastungen vom Straßen- oder Schienenverkehr oder von Industrieanlagen ein. Es ist daher die Frage zu beantworten, ob und wie Kombinationswirkungen dieser verschiedenen Quellen prognostizierbar bzw. bewertbar sind. Es wäre sehr einfach, wenn man eine Gesamtlärmbelastung durch einen Einzahlwert kennzeichnen könnte, z.B. durch ein logarithmisches Zusammenziehen der unterschiedlichen Pegel, denn für all diese Quellen dient das logarithmische Schallpegelmaß als Grundlage. Dies setzt aber voraus, dass einer Gesamtlärmbelastung auch eine Gesamtlärmwirkung entsprechen würde. Und das ist nicht der Fall. Dies liegt zum einen an den unterschiedlichen Belästigungswirkungen der verschiedenen Schallquellen bei gleichen Pegeln. Durch Untersuchungen von OLIVA (1998), OLIVA und HÜTTENMOSE (2000), STANSFELD et al. (2000) wurde zum anderen darauf hingewiesen, dass sich die verschiedenen Lärmquellen in ihrer Frequenzzusammensetzung und ihrem zeitlichen Auftreten erheblich unterscheiden, wodurch natürlich auch die Wirkungsweisen different sind. MIEDEMA (1993) hat in einer Reanalyse einiger großer Feldstudien detaillierte Zahlenangaben zu den Belästigungsreaktionen bei den unterschiedlichen Schallquellen und unterschiedlichen Schallpegeln durchgeführt. Er fand heraus, dass der Fluglärm bei gleichen Schallpegeln als lästiger erlebt wird als Straßenverkehrslärm, während Schienenverkehrslärm einen so genannten Bonus erfährt. Neuerdings ist von OLIVA (1998) mitgeteilt worden, dass aus seinen Untersuchungen für den Fluglärm ein Bonus von 2-3 dB(A) anzusetzen wäre. Dies ist jedoch erheblich umstritten. Ein weiterer Grund gegen ein einfaches Zusammenziehen besteht darin, dass nicht selten die Berechnungen unterschiedlich erfolgen. In nicht wenigen, vor allem epidemiologischen Untersuchungen werden Wirkungsbeziehungen auf solchen, mit Korrekturfaktoren versehenen Pegeln vorgenommen. Gemeinsame Wirkungsanalysen unterschiedlicher Verkehrsträger gibt es kaum.

Aus den genannten Gründen ist man in der Lärmwirkungsforschung gegenwärtig der Auffassung, dass die einzelnen Lärmquellen einzeln betrachtet werden sollten. Dies kommt auch

dem Verursacherprinzip als Handlungsgrundlage im Umweltschutz entgegen. Forderungen zu einer Gesamtlärbetrachtung werden immer wieder aufgeworfen.

In neuerer Zeit beschäftigt sich TEGEDER (2001) mit der Summation von Schallpegeln verschiedener Geräuscharten. TEGEDER schreibt, dass mit seinem Verfahren für die ganzheitliche Lärmbeurteilung angenommen wird, dass sich in den unterschiedlichen Immissionswerten die unterschiedlichen Belästigungsgrade der Geräuscharten widerspiegeln. Gerade diese Annahme wird jedoch von den meisten Lärmwirkungsforschern nicht geteilt. Sehr viel differenzierter gehen ORTSCHIED und WENDE (2001) vor, in dem sie die verfügbaren Forschungsergebnisse kritisch durchsehen und glauben, dass doch eine Interaktion verschiedener Wirkungseffekte auf unterschiedlichen Ebenen unterstellt werden kann. Sie sprechen von Summationseffekten dann, wenn beide Quellen gemeinsam, aber nicht zwangsläufig in gleichem Umfang, einen erheblichen Teil der Gesamtbelästigungsreaktion determinieren. Es wird von den Autoren gefordert, dieser Frage weiter nachzugehen. Auch die nächtlichen Belastungen sind bei den verschiedenen Lärmarten unterschiedlich zu bewerten, wenn man das Aufwachverhalten als Kriterium heranzieht. Beim Straßenverkehrslärm liegt die Aufweckschwelle niedriger als beim Fluglärm (IAKLW 1982). Vor allem aber sind die kognitive Verarbeitung und die davon stark beeinflusste Störwirkung von Straßen-, Schienen- und Fluglärm unterschiedlich stark.

Die Malus- oder Bonusproblematik bei den unterschiedlichen Lärmarten ist aus Sicht des Gutachters heute noch nicht zu beantworten, insbesondere nicht für den Fluglärm. Es sollte an der bisherigen Trennung von Regelungen zu Straßenverkehrslärm, Fluglärm, Baulärm, Industrielärm und anderen Lärmarten festgehalten werden. Das lässt auch sinnvolles Handeln zu.

Es kann jedoch sinnvoll sein, wenn man eine physikalisch-akustische Gesamtlärmbelastung verschiedener Pegel unterschiedlicher Lärmquellen unter dem Gesichtspunkt der Ableitung von Handlungsprioritäten durchführt. Dabei ist -wie oben ausgeführt- zu berücksichtigen, dass die zeitliche Verteilung, die Struktur der Geräusche und die Pegel teilweise unterschiedlich berechnet werden, so dass eine energetische oder sonstige Zusammenfassung zwar möglich ist, aber nicht der tatsächlichen Wirkung entspricht. Deshalb sollte an Problemimmissi-

onsorten eine beschreibende Wirkungsanalyse unter Betrachtung der einzelnen Schallquellen erfolgen.

Vom Autor wurde in Zusammenarbeit mit den Gutachtern für den Flughafen Frankfurt/Main ein Bewertungssystem für einzelne Immissionsorte entwickelt.

An relevanten *Immissionsorten* sind die ermittelten Belastungen daraufhin zu überprüfen, ob bei ihnen aufgrund der 'Gesamtlärmbelastung' Konfliktsituationen vorliegen. Dabei sind in einem ersten Schritt die *Kriterien zur Auswahl von Konfliktorten* aufgrund unterschiedlicher Schallquellen - getrennt für den Tag und für die Nacht - zu definieren und die entsprechend betroffenen Immissionsorte zu identifizieren. Bewertet werden sollen Immissionsorte gering außerhalb der berechneten Schutzzonen aufgrund des Fluglärms mit zusätzlicher Schallbelastung durch eine andere Quelle.

Zur Beschreibung und Beurteilung der Gesamtlärmbelastung dieser randständigen Immissionsorte wird wie folgt vorgegangen:

Überschreiten die fluglärmbedingten Geräusche am Tage den *Präventiven Richtwert* von  $L_{eq} = 62$  dB(A) und nachts die in der Synopse angegebenen Maximalpegelhäufigkeiten, so besteht grundsätzlich Handlungsbedarf. In diesen Fällen, die durch Besonderheiten der Immissionsorte oder durch die Berechnungsstreuheiten auch außerhalb der Isokonturen möglich sind, ist eine Gesamtlärmbetrachtung nicht erforderlich. Dann ist auch die Zuständigkeit des Flughafens gegeben.

Zur Beurteilung des Gesamtlärms werden als Schallemissionsdaten sowohl der Landverkehr, also der Straßen- und Schienenverkehr, als auch der flugbetriebsbedingte Schall insgesamt herangezogen, da der Flughafen als Einheit zur Konfliktpunktsuche betrachtet wird. Für die Nacht werden die Maximalpegelhäufigkeiten ausschließlich des Fluglärms herangezogen. Das *Erfassen von Konfliktpunkten am Tage* erfolgt *aus Wirkungssicht* auf der Grundlage der  $L_{eq3, Tag}$ . Für den flugbetriebsbedingten Lärm ist dies der PRW für 'erhebliche Belästigung' von  $L_{eq3} = 62$  dB(A). Zur Beurteilung des Landverkehrs dient der nach der 16. BImSchV für Neubau oder wesentliche Änderungen von Straßen geltende Wert für den Tag von  $L_{eq, Tag} = 59$  dB(A). Obwohl kein Neubau erfolgt und keine wesentliche Änderung der Straße zu erwarten ist, wird dieser Bezugswert zur Gesamtlärmbetrachtung herangezogen, weil durch den Ausbau des Flughafens nach meiner Auffassung insgesamt eine wesentliche Änderung der Lärmsituation auch außerhalb der Isokonturen nicht auszuschließen ist.

Von diesem  $L_{eq}$  werden jeweils 3 dB(A) subtrahiert. Immissionsorte mit Landverkehrspegeln von mindestens 56 dB(A) **und** flugbetriebsbedingten Pegeln von mindestens 59 dB(A) kennzeichnen eine Konfliktsituation am Tag, die entsprechend zu beurteilen ist. Der zur Erfassung von möglichen Konfliktbereichen gewählte Abzug von 3 dB(A) ist eine wissenschaftlich nicht untersetzbare Festlegung als Suchkriterium. Dabei wird davon ausgegangen, dass mit diesen 3 dB(A) einer energetischen Halbierung einer Quelle entsprochen wird, dass auch präventive Richtwerte anderer Schutzziele bei Fluglärm sowie andere Schutzgebiete bei Landverkehrslärm einbezogen werden. Nach der 16. BImSchV wird eine wesentliche Änderung mit 3 dB(A) definiert.

Maximalpegel am Tage werden für die Auswahl von Konfliktpunkten nicht verwendet, da diese für Straße/Schiene nicht vorliegen und sie flugbetriebsbedingt zusätzlich zum Dauerschallpegel wahrscheinlich keine Bewertungsrelevanz haben. Die Identifizierung von *Konfliktpunkten in der Nacht* ist schwieriger. Im Kapitel 3.2 wurde begründet, warum für die Nacht die Maximalpegelhäufigkeiten aus Wirkungssicht entscheidend sind. Die Mittelungspegel werden vor allem deshalb berechnet, um die Flugbewegungen unterhalb der Maximalpegelkriterien nicht unbeschränkt zuzulassen und den Schallschutz zu dimensionieren. Außerdem werden damit etwaige Störungen des Wiedereinschlafens durch den im Wachzustand bewusst wahrgenommenen Flugverkehrslärm berücksichtigt. Letzteres erfolgt auch bezüglich des Landverkehrs. In der Synopse (Griefahn et al. 2002) werden für die bevorzugte Zweiteilung der Nacht  $L_{max, 22-1h} 8 \times 71$  dB(A) und  $L_{max, 1-6h} 5 \times 68$  dB(A) vorgeschlagen. Deshalb werden die Konfliktpunkte mittels der Maximalpegelhäufigkeiten identifiziert. Treten im ersten Teil der Nacht 4 (8/2) und mehr Ereignisse von mindestens 71 dB(A), im zweiten Teil der Nacht 2 (5/2) und mehr Ereignisse oder in der Gesamtnacht 7 und mehr Ereignisse mit einem  $L_{max}$  von mindestens 68 dB(A) durch flugbetriebsbedingten Lärm auf, so ist zu prüfen, ob der nächtliche Landverkehrslärm dort  $L_{eq, Nacht} = 49$  dB(A) erreicht oder überschreitet (Beurteilungswert für den Neubau oder für wesentliche Änderungen von Straßen nach 16. BImSchV). Trifft dies zu, ist ein Konfliktpunkt vorhanden. Bei Nichtnutzung der Zweiteilung der Nacht wird  $7 \times 68$  dB(A) als Kriterium verwandt.

In einem zweiten Schritt erfolgt die *Beurteilung der so identifizierten Konfliktpunkte*, getrennt für Tag und Nacht.

Dabei sind zu berücksichtigen:

- die Schalldifferenzen zwischen den Schallquellen (je höher desto geringer sind die zusätzlichen Effekte).
- die Entwicklung der Schallimmissionen zwischen Ist- und Planungsfall,
- die Maximalpegel, z. B. die Überschreitung *einzelner* Maximalpegel der Beurteilungskriterien in der Synopse,
- der  $L_{eq}$  in der Nacht durch beide Schallquellen,
- die Charakteristik der Schallquellen, soweit bekannt,
- die Charakteristik des Immissionsortes, soweit bekannt.

Lärminderungsmaßnahmen sind zu empfehlen, wenn aus dieser Einzelbetrachtung eine besondere Belastung anzunehmen ist.

Vom Flugverkehr kann nicht nur das Flugzeug in der Luft sondern auch auf dem Boden durch Rolllärm, Triebwerksprobeläufe, der Verkehr auf dem Flughafen belastend sein. Diese Geräusche werden von Betroffenen dem Flughafen zugeordnet und von uns als flughafenbedingter Lärm bewertet. Nahezu alle Wirkungsuntersuchungen - ob Belästigung oder gesundheitsrelevante Effekte, ob Kommunikations- oder Erholungsstörung - nutzen für die Ableitung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen die Gesamtheit des Lärms von einem Flughafen. Alles andere wäre eine willkürliche Trennung.

## Literatur

Es wird nur die Literatur angezeigt, die in der Stellungnahme verwendet worden ist. Literaturzitate der Einwender und des Antragstellers werden hier nicht berücksichtigt.

ANDERSON, G.S., HORONJEFF, R.D., MENGE, C.W., MILLER, N.P., ROBERT, W.E., ROSSANO, C., SANCHEZ, G., BAUMGARTNER, R.M., MCDONALD, C.: Dose-Response Relationships Derived from Data Collected at Grand Canyon, Haleakala and Hawaii Volcanoes National Parks. *Technical Report* PB94-151941, Washington:NTIS, 1993

ANDREN, L.: Cardiovascular effects of noise. *Acta Medica Scandinavica* 65:1-45,1982

ATHERLEY, G.R.C., GIBBONS, S.L., POWELL, J.A.: Moderate acoustic Stimuli: the interrelation of subjective importance and certain physiological changes. *Ergonomics* 13:536-545, 1970

BABISCH, W., ISING, H.: Längsschnittstudie zu gesundheitlichen Auswirkungen des Lärms, Caerphilly (Wales) - Verkehrslärmstudie I. Forschungsbericht, Umweltbundesamt, Berlin, 1986

BABISCH W.: Traffic noise and cardiovascular disease. Epidemiological review and synthesis. *Noise & Health* 8:9-32, 2000.

BABISCH, W.: Die NaRoMi-Studie. Auswertung, Bewertung und vertiefende Analysen zum Verkehrslärm. Umweltbundesamt, WaBoLu 02/04, 2004

BABISCH, W., ISING, H., ELWOOD, P.C., SHARP, D.S., BAINTON, D.: Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, second phase. Risk estimation, prevalence and incidence of ischemic heart disease. *Archives of Environmental Health*. 48:406-413,1993

BABISCH, W., FROMME, H., BEYER, A.: Katecholaminausscheidung im Nachturin bei Frauen aus unterschiedlich verkehrbelasteten Wohngebieten. Berlin: Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes 58 S. Eigenverlag WaBoLu-Hefte, 1996

BASNER, M. et al.: Nachtfluglärmwirkungen - eine Teilauswertung von 64 Versuchspersonen in 832 Schlaflabornächten. Forschungsbericht 2001-26. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V., Köln, 2001

BASNER, M. et al: Nachtfluglärmwirkungen Band 1 - Zusammenfassung. Forschungsbericht 2004-07/D, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln, 2004

BERGLUND, B., LINDVALL, TH.: Community noise. Archives of the Centre of Sensory Research, Stockholm, 1995

BERGLUND, B., LINDVALL, T., SCHWELA, D.H. (eds): Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization, 1999

BORN, J., FEHM, H.L.: The Neuroendocrine Recovery Function of Sleep. *Noise & Health* 7, 25-37, 2003

BRANDENBERGER, G., FOLLENIUS, M., TREMOLIERES, C.: Failure of noise exposure to modify temporal patterns of plasma cortisol in man. *Europ J Applied Physiology* 36:239-246, 1977

BRAUN, C.: Nächtlicher Straßenverkehrslärm und Stresshormonausscheidung beim Menschen. Dissertation, Berlin, 1999

BULLENGER, M., BAHNER, U.: Erlebte Umwelt und subjektive Gesundheit. Eine Untersuchung an Müttern und Kindern aus unterschiedlich lärmbelasteten Gebieten. *Z. f. Gesundheitswissenschaften*, 3, 89-108, 1997

CARTER, N. L., HUNYOR, S. N., CRANFORD, G., Kelly, D., Smith, A.J.: Environmental noise and sleep - a study of arousals, cardiac arrhythmia and urinary catecholamines. *Sleep* 17, 298-307, 1994

CAVATORTA, A., FALZOI, M., ROMANELLI, A. ET AL.: Adrenal response in the pathogenesis of arterial hypertension in workers exposed to high noise levels. *J Hypertension*, 5, 463-466, 1987

CLARK, C. et al.: The effects on aircraft noise and road traffic noise... Proc. the 8. International Congress on Noise as a Public Health Problem, 175-176, 2003

CURIO, I., MICHALAK, R.: Ergebnisse einer Tieffluglärmstudie in der Bundesrepublik Deutschland: Extraaurale Akutwirkungen. Eigenverlag WaBoLu-Hefte 88:307-321, 1992

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (DFG): Fluglärmwirkungen. Forschungsbericht Band I - III, Boldt, Boppard 1974

DOLDE, K.P.: Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen - Rechtliche Beurteilung. Teil 1 und 2. *Z. f. Lärmekämpfung* 50, Nr. 3, 88-91, Nr. 4, 122-127, 2003

DODT, C., KERN, W., BORN, J., FEHM, H.L.: Alterseinflüsse auf die Regulation der ACTH- und Kortisolsekretion. In: Allolio B, et al, (eds): *Nebenniere und Stress*. Stuttgart: Schattauer Verlag, 1-8, 1995

- DUGUÉ, B., LEPPÄNEN, E., GRÄSBECK, R.: Preanalytical factors and standardized specimen collection: The effects of industrial noise, *Stress Medicine*, 10:185-189, 1994
- EVANS, G.W.: The motivational consequences of exposure to noise. In: Carter N, Job RFS (eds): Noise Effects '98. Sydney: Noise Effects '98 Pty. 1:311-320, 1998
- EVANS, G.W., HYGGE, S., BULLINGER, M.: Chronic noise and psychological stress. *Psychological Science* 6, 333-338, 1995
- EVANS, G.W., JOHNSON, D.: Stress and open-office noise. *J Appl Psychol* 85:779-783, 2000
- EVANS, G.W., LERCHER, P., MEIS, M., ISING, H., KOFLER, W.W.: Community noise exposure and stress in children. *J Acoust Soc Am* 109:1023-1027, 2000
- FIDELL, S., PEARSONS, K., HOWE, R., TABACHNICK, B., SILVATI, L., BARBER, D.S.: Noise-induced sleep disturbance in residential settings. Armstrong Laboratory, Air Force Materiel Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio 45433-6573, AL/OE-TR-1994-0131, 1994
- FIDELL, S., SILVATI, L., HOWE, R., PEARSONS, K.S., TABACHNICK, B., KNOPF, R.C., GRAMANN, J., BUCHANAN, T.: Effects of aircraft overflights on wilderness recreationists. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100, 2909-2918, 1996
- FOLLENIUS, M., BRANDENBERGER, G., LECORNU, C., SIMEONI, M., REINHARDT, B.: Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones in response to noise exposure. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 43:253-261, 1980
- FRUHSTORFER, B; PRITSCH, MG; FRUHSTORFER, H; STURM, G; WESEMANN, W: Daytime noise load - A 24-hour problem? *Environment International* 16 Nr. 4/5/6, S. 491-499, 1990
- GJESTLAND, T., LIASJO, K., GRANOIEN, L, FIELDS, J.M.: Response to noise around Oslo Airport Fornebu. ELAB-RUNIT Report No. STF40 A90189. Trondheim, 1990
- GOTO, K., KANEKO, T.: Study on aircraft noise, annoyance and health around an airport. Proc.the 8. International Congress on Noise as a Public Health Problem, 382-383, 2003
- GRIEFAHN, B.: Grenzwerte vegetativer Belastbarkeit. *Z. f. Lärmbekämpfung* 29, 131-136, 1982
- GREEFAHN, B.: Präventiv-medizinische Vorschläge für den nächtlichen Schallschutz. *Z. f. Lärmbekämpfung* 37, 4-14, 1990
- GREEFAHN, B.: Lärmempfindlichkeit - ein Prädiktor lärmbedingter Gesundheitsschäden. *Verh. der Dtsch. Ges. Arb. Med.* 30, 73-79, 1991

- GRIEFAHN, B., FELSCHER-SUHR, U., HÖGER, R., JEDRUSIK, P., MÜLLER, J.I.F., SCHRECKENBERG, D.: Erarbeitung von Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept. fraport AG, Abschlussbericht, Institut für Arbeitsphysiologie, Universität Dortmund, 2001
- GRIEFAHN, B., JANSEN, G., SCHEUCH, K., SPRENG, M.: Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen. *Z.f. Lärmbekämpfung* 49, 171 - 175, 2002
- GROTVEDT, L.: Neighbour Noise Annoyance and Psychiatric Diseases. *Environment International*, Vol. 16, pp. 543- 546, 1990
- GUSKI, R.: Concerning residents' claim for quietness. In: A. Schick, J. Hellbrück & R. Weber (eds.). Contributions to psychological Acoustics. Results of the 5th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics Oldenburg: Bibliotheks- und Informationssystem der Universität. 34-44, 1991
- GUSKI, R.: Interferenz von Aktivitäten und Belästigung durch Lärm aus verschiedenen Quellen: Einige neue Lektionen anhand alter Daten. In: Schick, A., Klatt, M. Contributions to psychological acoustics. Universität Oldenburg, 239-259, 1997
- GUSKI, R., SCHÜMER, R., FELSCHER-SUHR, U.: The concept of noise annoyance: How international experts see it? *Journal of sound and Vibration*. 283, 513-527, 1999
- GUSKI R.: Neuer Fluglärm gleich alter Fluglärm? *Z Lärmbekämpfung* 50(1): 14-25, 2003
- HARDER, J., MASCHKE, CH., ISING, H.: Längsschnittstudie zum Verlauf von Stressreaktionen unter Einfluß von nächtlichem Fluglärm. Eigenverlag WaBoLu-Hefte 4, 1999
- HAINES, M.M., STANSFELD, S.A., JOB, R.F.S., BERGLUND, B., HEAD, J.: Chronic air-craft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *PsycholMed* 31:265-277, 2001
- HEALTH COUNCEL OF THE NETHERLANDS. Public health impact of large airports. Den Haag, 14E, 1999
- HEIM, C., EHLERT, U., HELLHAMMER, D.H.: The potential role of hypocortisolism in the pathophysiology of stress-related bodily disorders. *Psychoneuroendocrinology* 25:1-35, 2000
- HENNIGSEN, P.: Psychoneuroimmunologische Forschung in der Psychosomatik. *Psychosom. und Psychol.* 43, 348-355, 1993
- HILL. A.B.: The environment and disease: Association or causation? *Proc Roy Soc Med* 58(7):295-300, 1965
- HOUCHE, A.: Lärmbelastung von Kindergartenpersonal. Dissertation, Düsseldorf 1996

HYGGE, S., EVANS, G.W., BULLINGER, M.: The Munich airport noise study: Effects of chronic aircraft noise on childrens cognition and health. In: CARTER, N., JOB, R.F.S. (eds.): Noise Effects - 7<sup>th</sup> International Congress on Noise as a Public Health Problem. Sydney, 22-26th Nov. 1998. Vol. 1, pp. 268-274. Sydney: Noise effects 98, Pty Ltd., 1998

(IAKLW) Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt: Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm. *Z. f. Lärmbekämpfung* 29; 13-16, 1982

ISING, H.: Stressreaktionen und Gesundheitsrisiko bei Verkehrslärmbelastung. Eigenverlag Verein WaBoLu-Hefte 1-46, 1983

ISING, H.: Stressreaktionen bei akuter und chronischer Lärmbelastung. *Umweltmedizinischer Informationsdienst* 3/1998:47-54, 1998

ISING, M.: Nächtlicher Straßenverkehrslärm und Stresshormonstörungen bei Kindern. Schriftenreihe d. Vereins f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V. 112, Eigenverlag Verein WaBoLu, Berlin, 2003

ISING, M., LANGE-ASSCHENFELDT, H., LIEBER, G.F., WEINHOLD, H., EILTS, M.: Auswirkungen langfristiger Expositionen gegenüber Straßenverkehrs-Immissionen auf die Entwicklung von Haut- und Atemwegserkrankungen bei Kindern. Eigenverlag Verein WaBoLu-Hefte 112, Berlin, 2003

ISING, H., YARNELL, I.W.G., BAKER I.A., et al.: Traffic noise, work noise and cardiovascular risk factors: The caerphilly and speedwell collaborative heart disease studies. *Environm. International* 16, 425-435, 1990

ISING, H., BABISCH, W., GÜNTHER, T.: Work noise as a risk factor in myocardial infarction. *J Clin Basic Cardiol* 2, 64-68, 1999

ISING, H., DIENEL, D., GÜNTHER, T., MARKERT, B.: Health effects of traffic noise. *Int Arch Occup Environ Health* 47:179-190, 1980

IWAMOTO, M, DODO, H., ISHII, F., YONEDA, J., YAMAZAKI S., GOTO, H.: The Plasma Cyclic-AMP response to noise in humans and Rats-Short-Term exposure to various noise levels. *Journal of Sound and Vibration* 127 (3), 431-439, 1988

JOB, R. F. S.: The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. *Environment International* 22:93-104, 1996

KASTKA, J., FAUST, M., WEBER, K., LOSBERG, S., BORSCH-GALETKE, E., KÜHNVELTEN, W.-N., KRAUTH, J.: Cortisolausscheidung als Nachweis einer Stressreaktion von Anwohnern eines Großflughafens, Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin, Wiesbaden, 1999. Druckerei Rindt, Fulda, S. 655 - 657, 1999

KNOTHE, M. et al.: Beanspruchungsunterschiede zwischen Berufsschul- und POS-Lehrern in der Unterrichtstätigkeit. *Z gesamte Hyg.* 34,11, 644-645, 1988

KNOTHE, M., SCHEUCH, K.: Beanspruchungsobjektivierung anhand des Cortisols und der Elektrolyte Natrium und Kalium im Speichel in unterschiedlichen Schichtsystemen. In: Borsch-Galetke, E., Struwe, F. (Hrsg.): Psychomentele Belastungen und Beanspruchungen im Wandel von Arbeitswelt und Umwelt. Kanzerogenese und Synkanzerogenese. Dokumentationsband über die 37. Jahrestagung der Dt. Ges. für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Wiesbaden, 12. bis 15. Mai 1997. Fulda: Rindt-Druck, 559-561, 1997

KRISTENSEN, D.: Physical and chemical CVD risk factors at work. Work environment and cardiovascular diseases, 2. International Conference, March 22-25, Tel Aviv, 1998

LAZARUS, H.: New techniques for describing and assessing speech communication under conditions of interference. In: BERGLUND, B., LINDVALL, T., eds.: Noise as a Public Health Problem - Part I. Swedish Council Building Research, Stockholm, 197-226, 1990

LUNDBERG, U., FRANKENHAEUSER, M.: Psychophysiological reactions to noise as modified by personal control over noise intensity. *BiolPsychol* 6:51-60, 1979

LUONG, NA., JONAI, H., MATSUDA, S., VILLANUEYA, M.B.G., SOTOYAMA, M., CONG, N.T., TRINH, L.V., HIEN H.M, TRONG, N.D., SY, N.: Effects of earplugs on catecholamine and cortisol excretion in noise-exposed textile workers. *Industrial Health* 34: 3, S. 279-286, 1996

MANNINEN, O., ARO, S.: Urinary catecholamines, blood pressure, serum cholesterol and blood glucose responses to industrial noise exposure. Proceedings of the Congress on Occupational Health, 1999. Zit. bei Maschke 2000.

MASCHKE, C: Der Einfluß von Nachtfluglärm auf den Schlafverlauf und die Katecholaminausscheidung. Inauguraldiss. TU Berlin, 1992

MASCHKE, CH., ARNDT, D., ISING, H., LAUDE, G., TIERFELDER, W., COTZEN, S.: Nachtfluglärmwirkungen auf Anwohner, Fischer Verlag, Stuttgart 1995

MASCHKE, C., HECHT, K.: Literaturrecherche über geeignete Parameter einer Längsschnittuntersuchung zum Einfluss von Fluglärm auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Bericht Nr. 54 083/1 .Müller-BBM. Druck Öko-Institut e.V. Darmstadt, 2003

MASCHKE, C., ISING, H., HECHT, K.: Schlaf - nächtlicher Verkehrslärm - Streß - Gesundheit, Teile I und II, *Bundesgesundheitsblatt* 1,3, 1997

MASCHKE, CH., HARDER, J., HECHT, K., BALZER, H.U.: Nocturnal aircraft noise and adaption. In: CARTER, N., JOB, R.F.S. (eds.): Noise Effects - 7<sup>th</sup> International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney, 22-26th Nov. 1998, Vol. 1, pp. 433-438, 1998

- MASCHKE, C., HECHT, K., WOLF, U., FELDMANN, J.: 19 x 99 Dezibel (A) - Ein gesicherter Befund der Lärmwirkungsforschung? *Bundesgesundheitsblatt* 44:137-148, Springer-Verlag, 2001
- MASCHKE, C., WOLF, U., LEITMANN, T.: Epidemiologische Untersuchungen zum Einfluss von Lärmstress auf das Immunsystem und die Entstehung von Arteriosklerose. Forschungsbericht 29862515 UBA-FB 000387, Berlin, 2003
- McEWEN, B.S.: Stress, Adaptation, and Disease. *Ann N Y Acad Sci* 840:33-44, 1998
- MEIS, M.: Zur Wirkung von Lärm auf das Gedächtnis. Studienreihe Psychologische Forschungsergebnisse, Bd. 23, Hamburg, 1998
- MELAMED, S., BRUHIS, S.: The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue, and irritability. *JOEM* 38:252-256, 1996
- MIEDEMA, H.: Response functions for environmental noise. In: VALLET, M. (ED.): Noise and man - Noise as a public health problem. Proc. 6<sup>th</sup> Intern. Congr., Vol. 3,428-433. Lyon: Actes INRETS No. 34, 1993
- MIEDEMA, H. M., VOSS, H.: Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions. *J.-Acoust-Soc-Am.* 113(3), 1492-504, 2003
- MIKI, K., KAWAMORITA, K., ARAGA, Y., MUSHA, T., SUDO, A.: Urinary and salivary stress hormone levels while performing arithmetic calculation in a noisy environment. *Industrial Health* 26:6-69, 1998
- MORELL, S., TAYLOR, R., LYLE, D.: A review of health effects of aircraft noise. *Aust. N. Z. J. Public Health* 21, 221-236, 1997
- „NaRoMi“-Studie: Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt. Forschungsbericht 29761003 UBA-FB 000538, 2004
- OCKENFELS, M.: Der Einfluß von chronischem Streß auf die Cortisolkonzentration im Speichel., Waxmann, Münster/ New York, 1995
- OLIVA, C.: Belastungen der Bevölkerung durch Flug- und Straßenlärm. Dunker und Humblodt, Berlin, 1998
- OLIVA, C., HÜTTENMOSER, C.: Die Abhängigkeit der Schallbewertung vom Geräuschkontext. *Z. f. Lärmbekämpfung* (47), 2, 47-56, 2000
- OMURA, Y., LEE, A.Y., BECKMANN, S.L., SIMON, R., LORBERBOYM, M., DUVVI, H., HELLER, S.I., URICH, C.: 177 cardiovascular risk factors, classified in 10 categories, to

be considered in the prevention of cardiovascular diseases: an Update of the original 1982 article containing 96 risk factors. *Acupunct Electrother Res* 21, 21-76, 1996

ORTSCHEID J., WENDE H.,: Fluglärmwirkungen. Berlin: Umweltbundesamt, 2000

ORTSCHEID, J., WENDE, H.: Lärmwirkungen und Lärmsummation. *Z. f. Lärmbekämpfung* 48, Nr. 2, 75-76, 2001

OSADA, Y., TSUNASHIMA, S., YOSHIDA, K., ASANO, M., OGAWA, S., HIROKAWA, A., NAKAMURA, K., HARUTA, K.: Sleep impairment caused by short term exposure to continuous and intermittent noise. *Bull Inst Publ Health* 18:1-9, 1969

PASSCHIER-VERMEER, W.: Noise and health. Publication No. A93/02E. The Hague: Health Council Of The Netherlands, 1993

PASSCHIER-VERMEER, W., VOS, H., van GILS, K., MIEDEMA, H.M.E., de ROO, F., VERHOEF, E.J., MIDDELKOOP, H.A.M.: Aircraft noise and sleep disturbance. Pilot study. TNO-Rapport Nr 98.040, RIVM Rapport Nr 441520013. 1999

RAI, R.M., SINGH, A.P., UPADHYAY, T.N., PATIL, S.K.P, NAYAR, H.S.: Biochemical effects of chronic exposure to noise in man. *Int Arch Occup Environ Health* 48:331-337. 1981

ROHRMANN, B.: Psychologische Kriterien zur Erheblichkeit von Belästigungen. Europäische Hochschulschriften, Peter Lang Verlag, Reihe 39, Band I, 139-149, 1984

RYLANDER, R., BJÖRKMAN, M., AHRLIN, U., SÖRENSEN, S., BERGLUND, K.: Aircraft noise contours: Importance of overflight frequency and noise level. *J. of Sound and Vibration* 69 (4), 583-595, 1980

SAMEL, A., BASNER, M., MAAß, H., MÜLLER, U., QUEHL, J.: Hauptarbeitspaket "Fluglärmwirkungen". Abschlusspräsentation Projekt "Leiser Flugverkehr" - Köln-Porz, 16. März 2004

SATO, H., MATSUI, K., SAKAMOTO, H.: Comparative studies on adrenocortical response to noise in men and rats. *Japanese J Hyg* 35(2):499-507, 1980

SCHAUENSTEIN, K. et al.: The role of the autonomic nervous System in the immune neuro-endocrine dialogue. Mens sana in corpore sana and vice versa. *Int J Hyg Environ Health* 204:75-79, 2001

SCHEUCH, K.: Occupational factors and cardiovascular diseases. In: Jaross, W., Hanefeld, M., Bergmann, S., Menschikowski, M. (Hrsg), Advances in Lipoprotein and Atherosclerosis Research, Diagnostics and Treatment: Proceedings of the 10th International Dresden Lipid Symposium, held at Dresden, December 9-11, 1999. Selbstverlag der Technischen Universität Dresden, 248-253, 2000

SCHEUCH, K.: Special Assessment of aircraft noise effects during night by the Council of Experts for Environmental Questions of FRG. *Noise and Health*, im Druck, 2004

SCHEUCH, K., JANSEN, G.: Gutachterliche Stellungnahme zu den gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnissen der Lärmwirkungsforschung und den daraus abzuleitenden Schlussfolgerungen für die Bewertung von Lärmimmissionen in der Nähe von Flughäfen. 192 Seiten, 19 Abbildungen, 14 Tabellen, 05.10.2001

SCHEUCH, K., JANSEN, G.: Präventivmedizinische Überlegungen zu Fluglärm-Orientierungswerten für Einzelschallereignisse am Tag. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 49 (1), 7-12, 2002

SCHICK, A., KLATTE, M., MEIS, M.: Die Lärmbelastung von Lehrern und Schülern - ein Forschungsstandsbericht. *Z Lärmbekämpfung* 46(3):77-87, 1999

SCIENTIFIC EXPERT GROUP DER USA: A strategy for desining health adverse effect. SEG/KEY/SC. Kommission der Europäischen Union (GTV 1994)

SCHULTE, W., OTTEN, H.: Ergebnisse einer Tieffluglärmstudie in der Bundesrepublik Deutschland: Extraaurale Langzeitwirkungen. Eigenverlag WaBoLu-Hefte 88:322-338, 1993

SCHWARZE, S.: Forschungen zur Wirkung von Lärmbelastungen am Arbeitsplatz und auf das Herz-Kreislaufsystem - Übersicht und Ausblick. In: Lärm am Arbeitsplatz und Herz-Kreislaufkrankungen. In: Bundesanstalt für Arbeitsmedizin. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin. Tagungsbericht 12. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 6-20, 1996

SELYE, H.: Stress. Montreal: Acta 1950

SIEGMANN, S., SIEGMUND, K., NOTBOHM, G., LINNEMEIER, A., RHEINGANS, J., SEIFER, M., BORSCH-GALETKE, E., BRINKMANN, H., KELLERSMANN, M.: Stress durch hochenergetische physikalische Impuls-Belastung. Jahrestagung der DGAUM, Erlangen 133-135, 2001

SLOB, A., WINK, A., RADDER, J.J.: The effect of acute noise exposure on the excretion of corticosteroids, adrenalin and noradrenalin in man. *Internationale Archive Arbeitsmedizin* 31:225-235, 1973

SMITH, A. P., JONES, D. M.: Noise and performance. In: Jones D. M., Smith, A. P. (Eds.): Handbook of human performance. Volume 1: The physical environment. London: Harcourt Brace Jovanovich, 1-28, 1992

SOLOMON, G.F.: What with Psychoneuroimmunology? A New Era of Immunology. Psychosomatic Medicine and of Neuroscience. *Brain Rev* 7, 352-366, 1993

Sondergutachten Umwelt und Gesundheit (Kurzfassung).  
<http://www.umweltrat.de>, 1999

Langfassung: Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Sondergutachten Umwelt und Gesundheit. Stuttgart. Metzler-Poeschel, 1999

SPRENG, M.: Beeinträchtigung der Kommunikation durch Lärm. Forschungsbericht 105 01 213/06, Umweltbundesamt Berlin, 1994

SPRENG, M.: Lärminduzierte nächtliche Cortisolausschüttung und tolerable Überflüge. In: Bartels KH, Ising H (Hrsg) Nachtfluglärmproblematik. Eigenverlag Verein WaBoLu, Nr. 111, Berlin. 75-90, 2003

SPRENG, M.: Stellungnahme zur Verteilung der Flugbewegungszahl bezüglich Nachtschutzgebiet am Flughafen Frankfurt und Vorschlag für eine realitätsnähere Festlegung mit Sicherheitszuschlag. Frankfurt, 2001

SPRENG, M.: Cortical excitation, Cortisol excretion, and estimation of tolerable nightly overflights. *Noise & Health* (in press), 2002

STANSFELD, S.A.: Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. *Z. Psychologica Medicine Suppl.* 22,1-44, 1992

STANSFELD, ST., HAINES, M., BROWN, B.: Noise and Health in the Urban Environment. *Reviews on Environmental Health*, 15, No. 1-2, 2000

SUDO, A., NGUYEN, A.L., JONAI, H. et al: Effects of earplugs on catecholamine and Cortisol excretion in noise-exposed textile workers. *Ind. Health* 34:279-286, 1996

Synopse 2002: siehe: Griefahn, B., Jansen, G., Scheuch, K., Spreng, M.: Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen. *Z. f. Lärmbekämpfung* 49,171 - 175, 2002

TEGEDER, K.: Summation von Schallpegeln verschiedener Geräuscharten. *Z. f. Lärmbekämpfung* 48, Nr. 4, 72-74, 2001

THEORELL, T.: Current issues relating to psychological concepts in cardiovascular epidemiology. *Stress Medicine* 10:247-253, 1994

THOMPSON, S.J.: Review: Extraaural health effects of chronic noise exposure in humans. In: Ising, H., Kruppa, B. (eds): Noise and disease. Eigenverlag Verein WaBoLu-Hefte. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 91-117, 1993

Umweltgutachten 2002. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Für eine neue Vorreiterrolle. März 2002

VAN KEMPEN, E., KRUIZE, H., BOSNIZEN, H. C., AMELING, C. B., STAATSEN, B., DE HOOLANDER, A.: The association between noise exposure and blood pressure and

ischemic heart disease. A Meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 110(3):307-317, 2002

WEBER, T.: Lärm und kardiovaskuläres Risiko. FAT Schriftenreihe 156, 2000

WHO: Constitution of the world. Health Organisation. Genf: WHO, 1946

WILCKENS, T.: Chronischer Stress - Interaktion von Nebennierenfunktion und Zytokinsekretion. In: Allolio B, et al., Nebenniere und Stress. Stuttgart/ New York, Schattauer, 119-129, 1995

WIRTH, K.: Lärmstudie 2000 - Die Belästigungssituation im Umfeld des Flughafens Zürich. Abhandlung zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich, 2004