

## **Expertengruppe „Fluglärm“ in der Mediation (16. März 1999): Zum Stand von Erkenntnissen von Fluglärmwirkungen**

Bruinier (Fluglärmbeauftragter am Flughafen), Dr. Eberle (Umweltministerium), Fricke (Umweltberater), Grohe (FAG), Mönch (Lufthansa), Müller (HLfU), Dr. Neumann-Opitz (FAG), Pilz (FAG), Tögel (FAG), Dr. Walle (Lufthansa) unter Moderation von Herrn Sailer (Ökoinstitut Darmstadt)

Im folgenden sind wesentliche Aussagen bekannter Lärmwirkungsforscher zusammengestellt und mit weiteren Aussagen aus der Literatur ergänzt. Das Papier beinhaltet die als wesentlich angesehenen Beiträge der Mitglieder der Expertengruppe „Lärm“ der Mediationsrunde.

### **I. Einführung**

Am Tage kann Fluglärm wie andere Lärmarten durch Kommunikationsstörungen, Verminderung der Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit, Störung von Erholung, geistiger Tätigkeit und Kreativität beeinträchtigen.

Nachts können Einschlafstörungen, Aufwachreaktionen, Wiedereinschlafstörungen oder eine Verschlechterung der Schlafqualität auftreten.

Nur zu einem kleinen Teil werde das individuelle Belästigungsmaß durch akustische Größen bestimmt (z. B. nach **Guski**<sup>1</sup> zu einem Drittel). Wichtige andere Moderatoren für diesen Belästigungsgrad sind z. B. Informationshaltigkeit, Ereignishäufigkeit, Zeitpunkt des Auftretens, Alter, Geschlecht, Hörfähigkeit, psychische und physische Verfassung, Persönlichkeitsmerkmale, Einstellung zur Lärmquelle und schließlich das Vertrauen der durch Lärm Betroffenen in die Verantwortlichen.

Die Beeinträchtigungen umfassen grundsätzlich die Spannweite von einfachen „Belästigungen“, die subjektiv auch bei vergleichsweise niedrigen Pegeln empfunden werden können, über „erhebliche Belästigungen“ bis hin zur Gesundheitsgefährdung bei chronischer Lärmbelastung. Gesetzlich definierte Grenzen zur Unterscheidung zwischen Belästigung, erheblicher Belästigung und Gesundheitsgefahren sind - abgesehen vom Fluglärmgesetz (s.u.) - nicht vorhanden.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ist für Fluglärm zwar nicht einschlägig, kann aber zur Klärung von rechtssystematischen Fragestellungen herangezogen werden. Danach gelten Immissionen als schädliche Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die

Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Auch das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 hebt ab auf den Schutz der Allgemeinheit vor erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen und fordert die Festsetzung sogenannter Lärmschutzbereiche. Seit Inkrafttreten erfolgte keine Fortentwicklung im Hinblick auf neuere wissenschaftliche Erkenntnisse oder auf die Rechtsprechung.

Eine schädliche Umwelteinwirkung i. S. des BImSchG liegt nicht erst dann vor, wenn ein Schaden eingetreten ist oder unmittelbar bevorsteht, sondern wenn bei objektiver Betrachtung die Möglichkeit einer Störung in Bezug auf bestimmte Rechtsgüter gegeben ist. In einem Gemeinwesen (eines Industriestaates) ist es nicht möglich, jede Beeinträchtigung des Wohlbefindens im Zusammenleben von Menschen zu untersagen. Deshalb werden im BImSchG nur erhebliche Belästigungen als schädliche Umwelteinwirkungen qualifiziert. Unter Nachteilen sind in erster Linie Vermögensseinbußen zu verstehen. Auch sie müssen einen Grad von „erheblich“ erreichen, um vom Schutzzweck des Gesetzes erfaßt zu werden.

Für Luftschadstoffe gibt es zwei Arten von Grenzwerten:

1. Immissionswerte (Grenzwerte) zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
2. Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen (TA Luft).

Bei Überschreitung dieser Werte ergeben sich unterschiedliche Rechtsfolgen (z. B. keine generelle Versagung der Genehmigung bei Überschreitung des 2. Grenzwertes, ggf. Entschädigungen in Geld).

Anders als bei Luftschadstoffen sind beim Fluglärm über das Fluglärmgesetz hinaus keine Grenzwerte vom Gesetzgeber definiert worden. In der Fachwelt gibt es jedoch je nach Fragestellung unterschiedliche Vorschläge.

## **II. Belästigung durch Fluglärm**

„10-15 % der Betroffenen reagieren besonders empfindlich, so daß schon bei sehr geringen Intensitäten mit ersten Reaktionen zu rechnen ist“ (**Griefahn**<sup>2</sup>). Um die Mehrheit der Bevölkerung vor moderaten Belästigungen zu schützen, sollte nach der **WHO**<sup>3</sup> ein Tages-Mittelpegel von 50 dB(A) nicht überschritten werden.

Nach **Guski**<sup>4</sup> reicht am Tag der  $L_{eq}$  als alleiniges akustisches Kriterium zur Beurteilung der Fluglärmbelästigung nicht aus, weitere entscheidende Einflußgrößen sind die Höhe der Maximalpegel und die Häufigkeit.

Ein lärmpsychologisches Gutachten für die Umgebung des Flughafens Düsseldorf

(Kalveram<sup>5</sup>, 1995) geht u.a. der Frage nach „Um wieviel kann - ohne daß die Belästigung durch Fluglärm zunimmt - die Anzahl der Flugbewegungen erhöht werden, wenn die Flugzeuge im Durchschnitt um einen bestimmten Betrag leiser werden“? Kalveram kommt zu folgenden Schlüssen:

1. Der energieäquivalente Dauerschallpegel sollte grundsätzlich geeignet sein, Belästigungen im Sinne von biologischen Gefährdungssignalen zu erfassen.
2. Die Belästigungsstärke hängt von der Größe des Flughafens ab. Je kleiner der Flughafen ist, um so mehr wird eine Zunahme der Flugbewegungen belästigungsmäßig überenergetisch empfunden ( d.h. die empfundene Belästigung nimmt stärker zu als der  $L_{eq}$ ).
3. Man kann nicht davon ausgehen, daß die Bevölkerung in der Umgebung ein und desselben Flughafens auch einheitlich auf eine Erhöhung der Bewegungszahlen reagiert. Es wird ein sog. Überkreuzungseffekt festgestellt, wonach die Bewohner im Nah- und Mittelbereich auf die Erhöhung der Überflugzahlen offenbar gegenläufig (d.h. geringer, da Abnahmen der Maximalpegel) zu den Bewohnern im Fernbereich (stärker, da Schallereignisse zunehmen) reagierten.

Nach Spreng<sup>6</sup> gibt es z. B. eine Reihe von Indizien dafür, daß Personen in Wohngebieten mit hohen Schallpegeln sich anders zueinander verhalten als solche in ruhigen Wohngebieten.

### **III. Erhebliche Belästigung durch Fluglärm: Tag und Nacht**

Nach dem als novellierungsbedürftig erachteten Fluglärmgesetz von 1971 wird die Grenze der erheblichen Belästigung ab  $L_{eq}=67$  dB(A) gesehen.

Als Vergleichspunkt für die Belästigung am Tage könnte die - hier formal nicht geltende - **Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)** herangezogen werden. Diese sieht beim Neubau oder der wesentlichen Änderung von öffentlichen Straßen tagsüber Immissionsgrenzwerte von 59 dB(A) für reine und allgemeine Wohngebiete, sowie von 64 dB(A) für Kern-, Dorf- und Mischgebiete vor.

In der 16. BImSchV wird die bei gleichem ermittelten Schallpegel geringere Störwirkung des Schienenverkehrslärm im Vergleich zum Straßenverkehrslärm berücksichtigt. Daher darf der zulässige Schallpegel des Schienenverkehrslärms um 5 dB(A) höher sein („Bonus“). In diesem Zusammenhang stellt sich auch beim Fluglärm die Frage, ob dieser im Vergleich zum Straßenverkehrslärm mit einem Bonus oder Malus zu belegen ist.

Eine international besetzte Arbeitsgruppe hat im Auftrag des **Holländischen Gesundheitsrates (1997)**<sup>7</sup> 20 Lärmwirkungsstudien zum Fluglärm und 26 zum Straßenverkehrslärm ausgewertet und daraus geschlossen, daß die Störwirkung

von Fluglärm etwa einem um 5 dB(A) höheren Straßenverkehrslärmpegel entspricht.

Demnach wäre Fluglärm wirkungsbedingt mit einem Malus von etwa 5 dB(A) zu beaufschlagen und dann mit den Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV zu vergleichen. So würden die entsprechenden Werte von 54 bzw. 59 dB(A) korrespondieren mit dem von der **WHO**<sup>8</sup> empfohlenen Grenzwert von 55 dB(A) bzw. mit dem von der **Fluglärmkommission**<sup>9</sup> vorgeschlagenen Wert einer 60 dB(A)-Isophone als Grenze einer von allgemeiner Wohnbebauung freizuhaltenden Zone.

Nach **Guski**<sup>10</sup> war schon 1978 zu ersehen, daß die Fluglärm-Wirkungen bei vergleichbaren Mittelungspegeln höher ausfallen als die von Auto- oder Schienenverkehrslärm.

Nach Untersuchungen von **Oliva**<sup>11</sup> wäre Fluglärm ohne Bonus- und Malus zu behandeln. Bei einer vergleichbaren objektiven Lärmbelastung (dB(A)-Wert) würden beide Geräuschquellen (Flugverkehr und Straßenverkehr) als gleich lästig beurteilt.

Eine sorgfältige Betrachtung dieser Frage ist angezeigt.

In unmittelbarer Nähe des Flughafens unter den Flugrouten gelegenen Wohnungen wirkt der Fluglärms gleichzeitig von allen Seiten. Im Unterschied zu anderen Lärmarten gibt es keine dem Lärm abgewandte, ruhigere Seite; dem Lärm kann hier nicht ausgewichen werden.

Der **Bayerische Verwaltungsgerichtshof**<sup>12</sup> sieht aufgrund eines Gutachtens von Guski ab einem Tagesmittelpegel von 64,0 dB(A) die Entschädigungspflicht einsetzen. Guski zitiert in seinem Gutachten **Gjestland**<sup>13</sup> (1990), wonach „sich ab einem Energie-äquivalenten Dauerschallpegel von 55 dB(A) mehr als 50 % der Betroffenen in irgendeiner Tätigkeit gestört fühlen, ab 58 dB(A) fühlen sich mehr als 50 % der Befragten bei ihren Gesprächen außerhalb der Wohnung gestört, ab 65 dB(A) sind es mehr als 70 %“.

Für einen Grenzwert nicht über 64 dB(A) spreche auch die VerkehrslärmschutzVO, die eben diesen Wert als Grenzwert für Schienenverkehrslärm in Wohngebieten vorsieht (genauer 59 dB(A) + 5 dB(A) Schienenbonus; Münchener Urteil, Beweiserhebung Guski).

Andererseits nennen spontan 30 % der Befragten in der Umgebung des **Osloer Flughafens** Fluglärm als Umweltproblem im Wohngebiet bei einem Tages-Dauerschallpegel von 57 dB(A) (**Guski**<sup>14</sup>).

**Scheuch/Jansen**<sup>15</sup> bestimmen aus einer Mittelung verschiedener wissenschaftlicher Untersuchungen einen Pegelwert von 64,5 dB(A) bei einem Anteil von etwa 30 % erheblich Belästigten. Auch Oliva (1993) gehe davon aus, daß über 65 dB(A) kein ruhiges Gebiet mehr vorliegt. So sei der Orientierungswert etwa zwischen 62 und 65 dB(A) anzusiedeln.

Neben der Frage der Pegelhöhe für das Eintreten einer erheblichen Belästigung oder Störung wird auch deren Zeitabhängigkeit diskutiert, d. h. in welchen Tageszeiten die Belästigung am stärksten empfunden wird. Nach **Guski**<sup>16</sup> zeigen Daten, daß sich Fluglärm Betroffene vorwiegend in den Abendstunden am stärksten gestört fühlen. Ihm erscheint es insofern sinnvoll, zum Zwecke der Verminderung von Störungen der Kommunikation und Rekreation vor allem auch die Abendstunden von Fluglärm zu entlasten.

Eine erhöhte Schutzbedürftigkeit in den Tagesrandzeiten (6-8 und 20-22 Uhr) und an Wochenenden leitet auch die **Fluglärmkommission Frankfurt**<sup>17</sup> aus dem aktuellen Kenntnisstand der Lärmwirkungsforschung ab. Mit Schreiben vom 15. Januar 1998 an Minister Klemm fordert die Fluglärmkommission Frankfurt die Erhebung des Nachtzuschlages in den Tagesrandzeiten und besonders lärmsensiblen Tagen Samstag und Sonntag.

Die VerkehrslärmschutzVO sieht keinen besonderen Schutz der Tagesrandzeiten vor.

Bezüglich der materiellen Folgen hoher Lärmbelastung ergibt sich gemäß **Grünbuch der EG**<sup>18</sup> ein Wertverlust von Immobilien von ungefähr 1 % pro dB(A), wenn die Lärmbelastung 55 dB(A) übersteigt.

#### **IV. Gesundheitsgefährdung durch Fluglärm am Tag**

Physiologische Wirkungsschwellen für eine direkte Schädigung sind gut bekannt, werden jedoch im Umfeld des Flughafens Frankfurt nicht erreicht.

**Jansen**<sup>19</sup> definiert für die **Tagesbelastung** ein Lärmgefährdungsgebiet, dessen Isophone eine Grenze mit mehr als 19 Einzelschallereignissen von mehr als 99 dB(A) pro Tag darstellt (Scheuch/Jansen zum Ausbau Flughafen Hannover).

**Guski**<sup>20</sup> sieht die Schwelle zur gesundheitlichen Beeinträchtigung ab einem Tages-Dauerschallpegel von 59,4 dB(A) überschritten (Anhörung zur Novellierung Fluglärmgesetz).

### **in der Nacht**

Aus medizinischer Sicht sieht **Jansen**<sup>22</sup> Gesundheitsgefahren, wenn erinnerbare Aufwachreaktionen hervorgerufen werden. Ursprünglich gab **Jansen**<sup>23</sup> hierfür als Kriterium eine 5 oder mehrmalige Überschreitung eines Spitzenschallpegels von 55 dB(A) am Ohr des Schlafers an, später eine Aufweckschwelle bei 60 dB(A). Dabei seien sechs Lärmereignisse und weniger oberhalb dieser Weckschwelle noch als zumutbar anzusehen. Das entspricht Außenpegeln von 6 mal 75 dB(A) (bei gekipptem Fenster; Nachtschutzgebiet nach Jansen).

Aus präventivmedizinischer Sicht errechnet **Griefahn**<sup>24</sup> für die Beurteilung intermittierender Geräusche aus den Ergebnissen mehrerer experimenteller Untersuchungen eine nach Anzahl und Maximalpegel differenzierte Grenzkurve für Aufwachreaktionen, oberhalb welcher Gesundheitsstörungen auf Dauer aus präventivmedizinischer Sicht nicht mehr auszuschließen sind. Sie errechnet eine mittlere Weckschwelle bei „67,9 dB(A)“ Einzelschallereignis. Durch Korrekturen auf das empfindlichste Schlafstadium und auf die Altersverteilung in der Bevölkerung erhält sie eine „Belastungsgrenze“ von „60,7 dB(A)“ als Aufwachwahrscheinlichkeit, die nach einer Gewöhnungsphase von 6 Nächten bei 10 % der Betroffenen bei einer statistischen Häufigkeit von 1,38 je Nacht zu Aufwachreaktionen führt (Gesamtrisiko).

Nach der Griefahn-Grenzkurve ist die zulässige Häufigkeit von Schallereignissen mit unterschiedlichen Pegeln am Gesamtrisiko zu orientieren, d.h. je höher die Anzahl der Geräuschereignisse desto niedriger müssen die Pegel sein, um die Aufwachreaktionen nicht zu steigern. Z.B. maximal 2 x 59 oder 10 x 54 oder 5 x 54 und 1 x 59 dB(A). Die vorgeschlagenen Grenzwerte sollen aus präventivmedizinischer Sicht nach Anzahl und Pegel soweit wie möglich unterschritten werden.

**Griefahn**<sup>24</sup> hält es auch für wünschenswert, den natürlichen Schlafablauf zu erhalten und lärmbedingte Änderungen der Schlaftiefe zu vermeiden. Welche Bedeutung den lärmbedingten Änderungen der Schlaftiefe zukommt, bezeichnet sie 1990 als völlig offen. Bei einem Maximalpegel von 54,5 dB(A) bleiben bei 90 % der Betroffenen Änderungen der Schlaftiefen aus.

In der Anhörung zum Fluglärmgesetz äußerte sich **Griefahn**<sup>25</sup> 1997 dahingehend, daß Maximalpegel von 53 dB(A) im Schlafraum nicht überschritten werden sollten.

Aus Sicht der Präventivmedizin fordern **Maschke, Ising & Hecht**<sup>26, 37</sup> weitergehend, daß Flugbewegungen in der zweiten Nachthälfte (1 bis 6 Uhr) vermieden werden.

Maschke leitet dies aus eigenen und anderen schlafmedizinischen Studien ab

(Literatúrauswertung von 35 Primärstudien im Auftrag des Umweltbundesamtes), wonach Fluglärm in der zweiten Nachthälfte als besonders schlafstörend einzustufen sei.

Sollte dies nicht möglich sein, seien maximale Innen-Immissionspegel deutlich unterhalb von 55 dB(A) zu fordern. Er stützt sich dabei insbesondere auf seine Untersuchungen zur Kortisolausschüttung (Feldstudie **Maschke**<sup>38</sup>). Er findet verschiedene Reaktionsmuster (ansteigende, gleichbleibende, abfallende Ausschüttung).

Die Zumutbarkeit für den Zeitraum von 22 bis 1 Uhr könne an den erinnerbaren Aufwachreaktionen, d. h. an Maximalpegeln von 55 dB(A) orientiert werden. **Maschke**<sup>26</sup> gibt außerdem einen Wert von 32 dB(A) für den zumutbaren äquivalenten Innen-Dauerschallpegel an (8 h Nachtzeit).

Weitere gutachterliche Aussagen empfehlen in diesem Zusammenhang für die Nachtzeit eine Begrenzung des äquivalenten Innen-Dauerschallpegels auf 30 dB(A) bis 35 dB(A), was bei gekippten Fenstern Außenpegeln von 45 bis 50 dB(A) entspricht (z.B. VDI 2719, Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt<sup>28</sup>).

An den **Schweizer Landesflughäfen** (Zürich-Kloten, Genf-Cointrin, Basel-Mulhouse) gilt zum Schutz einer möglichst unterbrechungsfreien Nachtruhe ein grundsätzliches Nachtflugverbot in der Zeit von 0<sup>30</sup> bis 5 Uhr. Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (**BUWAL**<sup>29</sup>) mißt dabei unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Arbeiten von Jansen und Griefahn der Aufweckschwelle besondere Bedeutung zu.

## V. andere Lärmwirkungen

**Ising und Kruppa**<sup>30</sup> berichten von signifikanten Risikoerhöhungen durch Verkehrslärm auf die Entstehung von Angina Pectoris, wie auch über solche von **allergischen Hautbeschwerden** bei Männern und von **Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüren** sowie **Schilddrüsenschwellung** bei Frauen.

**Babisch**<sup>31</sup> hat in einer 1999 vorgestellten Arbeit 19 epidemiologische Studien hinsichtlich **Herz-Kreislaufkrankheiten** ausgewertet und folgendes festgestellt: Hinsichtlich Angina Pectoris gibt es keine Hinweise auf ein höheres Risiko für Menschen, die in Gebieten mit einem  $L_{eq} < 60$  dB(A) leben. Bei höheren Lärmpegeln wurde in allen Studien ein höheres Risiko gefunden, das jedoch selten signifikant war. Dabei ist anzumerken, daß aus prinzipiellen methodischen Gründen (lange Latenzzeiten chronischer Effekte, Misklassifikation der Lärmbelastung, Einflüsse anderer Faktoren, kleine Effekte) der Nachweis statistisch signifikanter Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung und Wirkung

durch epidemiologische Studien an der Nachweisgrenze liegt und die Interpretation der Ergebnisse besonders schwierig ist.

Nach Aussagen **Evans, Bullinger & Hygge**<sup>32</sup> werden Aufgaben wie Sprachbildung, Lesen, Schreiben und Erinnerung, für die zentrale kognitive Prozesse wichtig sind, stärker durch Fluglärmexponierung beeinflusst als Aufgaben, für die zentrale kognitive Prozesse nicht so relevant sind. Am neuen Flughafen München waren bei den untersuchten Kindern die neuroendokrinen Konzentrationen im Urin und der Blutdruck erhöht, nachdem der Flughafen in Betrieb ging. Am alten Flughafen waren die Adrenalin- und Noradrenalin-Konzentrationen bei Kindern, die fluglärmexponiert waren, chronisch erhöht bevor der Flughafen außer Betrieb genommen wurde. Die Effekte von chronischen Fluglärmpegeln auf die Kognition sind reversibel. Die Ergebnisse wurden in Teilen veröffentlicht. Die Studie selbst wurde jedoch nicht fertiggestellt und entzieht sich damit der Nachprüfbarkeit.

In einer englischen Untersuchung um den Flughafen Heathrow (16 h  $L_{eq} > 66$  dB(A)) wurde gefunden, daß Fluglärm einen marginal signifikanten Einfluß auf die Entwicklung der Lesefähigkeit bei Kindern hat. Das Verhalten der Kinder wird durch Fluglärm nicht stark beeinflusst (**Haines et al.**<sup>33</sup>)

## **VI. Zusammenfassung**

Das eigentlich einschlägige Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 berücksichtigt in seiner Zonenfestsetzung nicht mehr angemessen die erforderlichen Schutzmaßnahmen.

Weitgehende Übereinstimmung besteht darin, daß zur Beurteilung von Fluglärm am Tage der Dauerschallpegel geeignet ist. Zumindest Nachts reicht der äquivalente Dauerschallpegel als alleiniges akustisches Kriterium nicht aus, weitere entscheidende Einflußgrößen sind die Höhe der Maximalpegel, deren Häufigkeit sowie deren zeitliche Lage in der Nachtzeit.

Die Rechtsetzung differenziert zwischen Belästigung und erheblicher Belästigung. Ab dieser entsteht ein Schutzanspruch.

Zur Frage der erheblichen Belästigung gibt es je nach Fragestellung unterschiedliche Vorschläge.

Während am Tag vornehmlich der Schutz vor erheblichen Belästigungen im Vordergrund steht, ist dies nachts der Schutz der Gesundheit.

Zum Schutz vor Gesundheitsgefahren gibt es hinsichtlich Aufwachreaktionen und

Schlafstiefenveränderungen Vorschläge für akustische Werte von unterschiedlicher Höhe.

Neben den vorerwähnten Belästigungsbefunden sind weitere Phänomene Gegenstand der aktuellen Lärmwirkungsforschung.

Fehlende rechtliche Regelungen und Aussagen der Lärmwirkungsforschung lassen einen gewissen Raum für unterschiedliche Bewertungen der Fluglärmwirkungen und stellen Entscheidungen somit in das politische Ermessen.

*Quellen:*

- [1] Rainer Guski: *Das Rezept der Energiekontingentierung: Mehr Flugzeuge = weniger Lärm*, ZfL 45 (1998) Nr. 2
- [2] Griefahn: *Präventivmedizinische Vorschläge für den nächtlichen Schallschutz*, ZfL 37 (1990) 7-14
- [3] Berglund & Lindvall: *Community Noise*, 1995, document prepared for the WHO [4] Rainer Guski: *Empfehlung zur Siedlungsplanung am Flughafen Hamburg-Fuhlsbüttel unter dem Blickwinkel des vorbeugenden Gesundheitsschutzes* (1993)
- [4] Rainer Guski: *Empfehlung zur Siedlungsplanung am Flughafen Hamburg-Fuhlsbüttel unter dem Blickwinkel des vorbeugenden Gesundheitsschutzes* (1993), S. 48, 52, 61
- [5] *Lärmpsychologisches Gutachten für die Umgebung des Flughafens Düsseldorf von Prof. K. Th. Kalveram zur Frage der Pegel- zu Häufigkeitskonvertierung im Rahmen eines Lärmkontingentes*
- [6] Manfred Spreng: *Kriterien für schädliche Umwelteinwirkungen durch Lärm: Beeinträchtigung der Kommunikation durch Lärm*, Forschungsbericht 105 01 213 / 06
- [7] *Health Council of the Netherlands: Committee on Uniform environmental noise exposure metric: Assessing noise exposure for public health purposes*, 1997
- [8] *Document prepared for the World Health Organization: Community Noise edited by Berglund & Lindvall, Archives of the Center for Sensory Research*
- [9] *Fluglärmkommission am Frankfurter Flughafen: Beschluß in der 159. Sitzung am 13. März 1997, Kurzprotokoll vom 20. Juni 1997*
- [10] Rainer Guski: *Empfehlung zur Siedlungsplanung am Flughafen Hamburg-Fuhlsbüttel unter dem Blickwinkel des vorbeugenden Gesundheitsschutzes* (1993), S. 45
- [11] Dr. Carl Oliva: *Belastung und Betroffenheit der Wohnbevölkerung durch Flug- und Straßenlärm in der Umgebung der internationalen Flughäfen der Schweiz (Lärmstudie 90, Kurzbericht über die akustische und soziologische Feldstudie)*, Zürich
- [12] *Bayerischer Verwaltungsgerichtshof, Urteil vom 4. November 1997 zum Flughafen München, Az. 20 A 92.40134*
- [13] Gjestland, Liasjö, Granöien & Fields (1990)
- [14] Rainer Guski: *Empfehlung zur Siedlungsplanung am Flughafen Hamburg-Fuhlsbüttel unter dem Blickwinkel des vorbeugenden Gesundheitsschutzes* (1993), S. 35

- [15] Scheuch/Jansen im Medizinischen Gutachten zum Urteil des NdsOVG vom 9. Juni 1997 - 12 K 325/96 zum Flughafen Hannover-Langenhagen
- [16] Guski, Anhörung zur Novellierung Fluglärmsgesetz, 12.11.97
- [17] Fluglärnkommision Frankfurt, Schreiben vom 15. Januar 1998 an Minister Klemm
- [18] Grünbuch der Europäischen Kommission: Künftige Lärmschutzpolitik, Brüssel, 4. November 1996
- [19] Scheuch/Jansen zum Ausbau Flughafen Hannover
- [20] Guski ,
- [22] Jansen, Linnemaier & Nitzsche: Methodenkritische Überlegungen und Empfehlungen zur Bewertung von Nachtfluglärm, ZfL 42 (1995) S. 91 - 106
- [23] Jansen in Gemeinsamer Länderarbeitskreis Fluglärm und Bodennutzung: Fluglärm und Bodennutzung (1995), Anlage 2 S. 6
- [24] Griefahn: Präventivmedizinische Vorschläge für den nächtlichen Schallschutz, ZfL 37 (1990) 7-14
- [25] Griefahn, Anhörung zur Novellierung Fluglärmsgesetz, 12.11.97
- [26] Maschke, Ising & Hecht: Schlaf- nächtlicher Verkehrslärm-Streß-Gesundheit: Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse, Teil II: Aktuelle Forschungsergebnisse Bundesgesundheitsblatt 3/97 S. 86- 95
- [27]
- [28] Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt, ZfL 32, 1985 S. 5
- [29] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern, 1998: Belastungsgrenzwerte für den Lärm der Landesflughäfen; Pressemitteilung BUWAL vom 16.2.1998, 6. Teilbericht der Eidgenössischen Kommission für die Beurteilung von Lärmimmissionsgrenzwerten, BUWAL, 1998).
- [30] Ising & Kruppa: Zur Frage extraauraler Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Arbeitslärm und Verkehrslärm, Bundesgesundheitsblatt 11/1994
- [31] Babisch: Epidemiological studies of cardiovascular effects of traffic noise, 7<sup>th</sup> International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney 1998
- [32] Evans, Bullinger & Hygge: Chronic Noise exposure and physiological response - a prospective study of children living under environmental stress, Psychological science Vol.9, No.1, January 1998 pp75-77
- [33] Haines, Stansfield, Job & Berglund: Chronic aircraft noise exposure and child cognition, 7<sup>th</sup> International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney 1998
- [34] OVG Rheinland-Pfalz, Urteil zu Hahn vom 1.7.1997, Az. 7 C 11843/93.OVG, S. 142
- [35] Urteil des Bay. Verwaltungsgerichtshofes zum Flughafen Nürnberg vom 25.3.1998, Az. 20 A 97.40017
- [36] OVG Niedersachsen, Urteil zu Hannover-Langenhagen vom 9.6.1997, Az. 12 K 325/96
- [37] Maschke, Lärmmedizinisches Gutachten, Hamburger Flughafen, Vorfeld II, Anhang B S. 86, 87
- [38] Maschke, Arndt, Ising, Laude, Thierfelder & Contzens: der Einfluß von Nachtfluglärm auf die Streßhormonausscheidung von Flughafenwohnern. Abschlußbericht DFG Nr. Gr 452/8-2. Stuttgart/New York: Gustav Fischer Verlag 1995