

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

**Parallelpiste 11R/29L;
Flughafen Wien AG und Land Niederösterreich**

**TEILGUTACHTEN
UMWELTHYGIENE**

Verfasser:

Univ. Prof. Dr. Klaus Scheuch

Im Auftrag: Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung RU4, UVP-Behörde, RU4-U-302
Bearbeitungszeitraum: von 16. Sept. 2008 bis 31.03.2011

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	03
Abbildungsverzeichnis	04
Abkürzungsverzeichnis	05
1. Einleitung:	06
1.1 Beschreibung des Vorhabens	06
1.2 Rechtliche Grundlagen:	06
2. Unterlagenbeschreibung und verwendete Fachliteratur	09
3. Fragenbereiche aus den Gutachtensgrundlagen	10
3.1. Fragenbereich 1: Alternativen, Trassenvarianten, Nullvariante	10
3.2. Fragenbereich 2: Auswirkungen, Maßnahmen und Kontrolle des Vorhabens	10
Risikofaktor 21	10
Luftschadstoffe	
Risikofaktor 22	16
Abwasser, Sickerwässer	
Risikofaktor 23	19
Lärmeinwirkung	
A. Vorgeschlagene Beurteilungswerte für Lärm im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ von den Autoren Manfred Haider und Thomas Haider	23
B. Lärm und Gesundheit	30
C. Lärm und Schlafstörungen	43
D. Lärm und erhebliche Belästigung	52
E. Schutzbedürftige Bereiche	59
F. Einschätzung der gegenwärtigen Diskussionen zu Ergebnissen und Schwerpunkten der Lärmwirkungsforschung	66
G. Bewertung der Lärmbelastungen im Rahmen der vorgesehenen Maßnahmen	68
Risikofaktor 24	80
Barrierewirkung (klimatisch)	
Risikofaktor 91	81
elektromagnetische Felder	
3.3. Fragenbereich 3: Auswirkungen auf die Entwicklung des Raumes im Hinblick auf § 12 Abs. 4 Z. 5 UVP-Gesetz 2000	84
Fachliteratur	85

Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Differenz Plan- zu Nullszenario 2020 und 2025 – Veränderungen in % des Grenzwertes (in Anlehnung an Tab. 45-66 des Gutachtens 4.19)
- Tab. 2: Bewertungen der immissionsseitigen Auswirkungen durch Luftverunreinigungen anhand gesetzlicher Vorgaben (nach Tab. 4.19 – 67 GA Luftschadstoffe)
- Tab. 3: Begrenzungswerte der Synopse sowie Einordnung alltäglicher Schallbelastungen am Tag (Mittelungspegel) aus SCHEUCH et al. (2007), KTW: Kritischer Toleranzwert, PRW: Präventiver Richtwert, SW: Schwellenwert
A: KERSCHSIEPER et al. (2006), B: FISCHER (2007)
- Tab. 4: Begrenzungswerte der Synopse sowie Einordnung alltäglicher Schallbelastungen in der Nacht (innen) aus SCHEUCH et al. (2007), siehe auch Erklärung Tab. 3
- Tab. 11: PINCHE Policy Interpretation Network on Children's Health and Environment (EU-Projekt QLK4-2002-02395): Empfehlungen von Maßnahmen, um negative Effekte der Umweltbelastung auf Kinder zu verhindern (Reihenfolge)
<http://www.hvdgm.nl> oder peter.van.den.hazel@hvdgm.nl
- Tab. 5: Beurteilungskriterien für die Tageszeit nach Haider und Haider
* Bundes-Umgebungslärmschutz-Verordnung
** Fachbeitrag UVE 02.170 „Medizin und Umwelthygiene“
fett gedruckt: Zielwerte für Lärmschutzmaßnahmen
Datenquelle: K4.1, Seiten 114-116
- Tab. 6: Beurteilungskriterien für die Nachtzeit
* Bundes-Umgebungslärmschutz-Verordnung
** Fachbeitrag UVE 02.170 „Medizin und Umwelthygiene“
fett gedruckt: Zielwerte für Lärmschutzmaßnahmen
Datenquelle: K4.1, Seiten 114-116
- Tab. 7: Kriterien für besonders schutzbedürftige Einrichtungen der Synopse (Innenpegel in dB(A))
GRIEFAHN et al. (2002)
- Tab. 8: Prävalenz bzw. Inzidenz des Myokardinfarkts in 2 deskriptiven bzw. 4 analytischen Studien. Odds-Ratios berechnet für die einzelnen Pegelkategorien, die einzelnen Studien und für die gepoolten Daten (BABISCH 2006)
- Tab. 9: Anzahl von Überflügen, die in der DLR-Labor- und in der Feldstudie zu genau einer durch Fluglärm verursachten physiologischen Aufwachreaktion führten. Zum Vergleich die mit dem Cortisolmodell berechnete tolerable Anzahl von Überflügen bei verschiedenen äquidistant einwirkenden Maximalpegeln am Ohr des Schlafers während 8 Nachtstunden (SPRENG 2002).
- Tab. 10: Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Fluglärmmaßen (zivile Fluggeräte) und Belästigung für den Tag (N: 1.223 - 1.225, Wirth 2004).
- Tab. 11: PINCHE Policy Interpretation Network on Children's Health and Environment (EU-Projekt QLK4-2002-02395): Empfehlungen von Maßnahmen, um negative Effekte der Umweltbelastung auf Kinder zu verhindern (Reihenfolge)
<http://www.hvdgm.nl> oder peter.van.den.hazel@hvdgm.nl

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Hyena-Studie: Fluglärm in der Nacht (Jarup et al. 2008); Odds Ratios und Confidenzintervalle von Hypertonie in den Lärmbelastungsklassen (adjustiert für Land, Alter, Geschlecht, BMI, Alkohol, Bildung und Belastung)
- Abb. 2 : Hyena-Studie: Fluglärm am Tag (Jarup et al. 2008), Odds Ratios und Confidenzintervalle von Hypertonie in den Lärmbelastungsklassen (adjustiert für Land, Alter, Geschlecht, BMI, Alkohol, Bildung und Belastung)
- Abb. 3: Adjustierte relative Risiken (95 % CI) für die Beziehungen von kardiovaskulärer Mortalität und Straßenverkehrslärm in den Niederlanden (Cohortenstudie zu Diät und Krebs, 120.852 Personen), BEELEN et al. 2009
- Abb. 4: Dosis-Wirkungs-Beziehungen von Fluglärm zu erheblich Belästigten. Entsprechend der üblichen Kriterien wurde auf einer Skala von 0 - 100 der Anteil der Personen über 70 - 75 einbezogen (van KEMPEN und van KAMP 2005).

Abkürzungsverzeichnis

BVG	Bundesverwaltungsgericht
CI	Confidenzintervalle, Maß für die Streuung des errechneten Risikos, beziehen diese CI den Wert 1,0 ein, sind sie statistisch nicht gesichert
dB(A)	Dezibel(A); Frequenzbewertete logarithmische Verhältniszahl
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EEG	Elektroencephalogramm
FFI	Frankfurter Fluglärmindex
FNI	Frankfurter Nachtindex
FlugLärmG	Fluglärmschutzgesetz 2007 in Deutschland
Hz	Hertz
ICBEN	International Commission on Biological Effects of Noise (Internationale Kommission für biologische Lärmwirkungen)
IO	Immissionsort
ISO	International Organization for Standardization /Internationale Organisation für Normierung
KTW	Kritischer Toleranzwert
L_d	äquivalenter Dauerschallpegel Tag
L_{eq}	äquivalenter Dauerschallpegel, kann durch Angabe zusätzlicher Indices weiter präzisiert werden wie z. B. $L_{eq(3), Tag}$
L_{Aeq}	energieäquivalenter Dauerschallpegel, A-Frequenzbewertung
L_m	Mittelungspegel
L_{night}	äquivalenter Dauerschallpegel Nacht
LP	Lebenszeitprävalenz (Erkrankungen überhaupt – Spandau-Studie)
NAT	Number Above Threshold, gleiche oder höhere Pegel sind bis zur angegebenen Zahl bei Maximalpegelhäufigkeiten möglich
NNG	Night Noise Guidelines
OR	Odds ratio, Maß für das Risiko, Werte über 1 geben ein erhöhtes Risiko an, statistisch gesichert, wenn die Confidenzintervalle (CI) den Wert 1,0 nicht einschließen
PEAK	Spitzenpegel-Messung
PP	Periodenprävalenz /Erkrankungen zwischen Untersuchungsperiode – Spandau-Studie
PRW	Präventiver Richtwert
RR	Relatives Risiko, Maß für das Risiko, dass die untersuchte Belastung, z. B. Lärm, mit einer bestimmten Erkrankung in Beziehung steht (siehe auch OR)
RSU	Rat der Sachverständigen für Umweltfragen in Deutschland
UBA	Umweltbundesamt in Deutschland
WHO	World Health Organisation/ Weltgesundheitsorganisation

1. Einleitung:

1.1 Beschreibung des Vorhabens

Angesichts der weltweit massiv gestiegenen Zahlen bei Flugbewegungen sowie Flugpassagieren und des prognostizierten weiteren Anstieges dieser Zahlen, beantragt die Flughafen Wien AG den Ausbau des Flughafens Wien-Schwechat durch Neuerrichtung einer 3. Start- und Landebahn (Piste 11R/29L) mit einer Gesamtlänge von 3.680 m. Zur Realisierung dieses Planes bedarf es auch, beginnend bei Str.-km 20,480 und auf einer Länge von 7,420 km, der Verlegung der Landesstraße B10 Budapester Straße. Für diesen Vorhabensbestandteil ist das Land Niederösterreich als zuständiger Straßenerrichter bzw. –erhalter dem Verfahren als Antragsteller beigetreten.

Vom gesamten Vorhaben sind unter anderem noch erfasst:

- ❖ Errichtung und Betrieb einer Bodenaushubdeponie
- ❖ Geländeanpassungen
- ❖ Rodungen und Ersatzaufforstungen
- ❖ Errichtung von Rollwegen, Wegen und Betriebsstraßen
- ❖ Ausführung von Flugsicherungseinrichtungen, Markierungen und Beschilderungen
- ❖ Errichtung von Betriebsgebäuden und –einrichtungen im Bereich der neuen Piste (z.B. Winterdiensthalle; Werkstättegebäude; Beleuchtungsanlagen; Schneelagerplatz;)
- ❖ Ver- und Entsorgungseinrichtungen (z.B. Wasserversorgungs- bzw. Abwasserentsorgungsanlagen; gas-, elektro- und nachrichtentechnische Versorgungsanlagen)
- ❖ technische Lärmschutzmaßnahmen
- ❖ landschaftspflegerische und naturschutzfachliche Begleitmaßnahmen.

Der Vorhabensstandort erstreckt sich über Bereiche der Gemeindegebiete von Fischamend, Klein-Neusiedl, Rauchenwarth, Schwadorf und Schwechat und liegt in einem gemäß § 3 Abs. 8 UVP-G 2000 als belastetes Gebiet (Luft) ausgewiesenen Gebiet.

1.2 Rechtliche Grundlagen:

Aus materieller (inhaltlicher) Sicht sind bei der Erstellung des UVP- Gutachtens die Anforderungen der §§ 12 und 17 des UVP-G 2000 zu berücksichtigen.

Im Folgenden sind die Fragestellungen, die sich aus § 12 UVP-G 2000 ableiten, aufgelistet:

- ❖ gemäß § 12 Abs. 4 Z 1: Mit welchen mittelbaren und unmittelbaren Auswirkungen des Vorhabens auf die im Untersuchungsrahmen bereits dargestellten Schutzgüter ist unter Beachtung allfälliger Wechselwirkungen von Auswirkungen (§ 1 Abs. 1) zu rechnen? Wie werden diese Auswirkungen nach dem jeweiligen Stand der Technik und dem Stand der sonst in Betracht kommenden Wissenschaften unter Berücksichtigung der Genehmigungskriterien des § 17 beurteilt?
- ❖ gemäß § 12 Abs. 4 Z 3: Mit welchen (dem Stand der Technik entsprechenden) Maßnahmen können schädliche, belästigende oder belastende Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt verhindert oder verringert oder günstige Auswirkungen vergrößert werden?
- ❖ gemäß § 12 Abs. 4 Z 4: Was sind die Vor- und Nachteile der von der Projektwerberin geprüften Alternativen sowie die Vor- und Nachteile des Unterbleibens des Vorhabens? Sind die Angaben der Projektwerberin vollständig, richtig und plausibel, entspricht die von ihr ausgewählte Variante dem Stand der Technik?
- ❖ gemäß § 12 Abs. 4 Z 5: Wie sind die Auswirkungen des Vorhabens auf die Entwicklung des Raumes unter Berücksichtigung öffentlicher Konzepte und Pläne und im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen zu beurteilen?
- ❖ gemäß § 12 Abs. 5: Welche Vorschläge zur Beweissicherung und zur begleitenden Kontrolle nach Stilllegung wären im konkreten Fall zielführend?

Im Folgenden sind die Fragestellungen, die sich aus § 17 UVP-G 2000 ableiten, dargestellt:

- ❖ gemäß § 17 Abs. 2 Z 1: Sind die zu erwartenden Emissionen von Schadstoffen nach dem Stand der Technik begrenzt?
- ❖ gemäß § 17 Abs. 2 Z 2: Sind die Immissionsbelastungen der zu schützenden Güter möglichst gering gehalten, d.h. werden jedenfalls Immissionen vermieden, die
 1. das Leben oder die Gesundheit von Menschen oder das Eigentum oder sonstige dingliche Rechte der Nachbarn gefährden, oder
 2. erhebliche Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen verursachen, jedenfalls solche, die geeignet sind, den Boden, den Pflanzen- oder Tierbestand oder den Zustand der Gewässer bleibend zu schädigen, oder
 3. zu einer unzumutbaren Belästigung der Nachbarn im Sinne d. § 77 Abs. 2 der Gewerbeordnung 1994 führen?

- ❖ gemäß § 17 Abs. 2 Z 3: Werden Abfälle nach dem Stand der Technik vermieden oder verwertet oder, soweit dies wirtschaftlich nicht vertretbar ist, ordnungsgemäß entsorgt?
- ❖ gemäß § 17 Abs. 5: Sind insgesamt aufgrund der Gesamtbewertung unter Bedachtnahme auf die öffentlichen Interessen insbesondere des Umweltschutzes durch das Vorhaben und seine Auswirkungen, insbesondere durch Wechselwirkungen, Kumulierungen oder Verlagerungen, schwerwiegende Umweltbelastungen zu erwarten, die durch Auflagen, Bedingungen oder Befristungen, sonstige Vorschriften, Ausgleichsmaßnahmen oder Projektmodifikationen nicht verhindert oder auf ein erträgliches Maß vermindert werden können?

§3 Abs 3 UVP-G 2000 gibt Folgendes vor:

Wenn ein Vorhaben einer Umweltverträglichkeitsprüfung zu unterziehen ist, sind die nach den bundes- oder landesrechtlichen Verwaltungsvorschriften, auch soweit sie im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinde zu vollziehen sind, für die Ausführung des Vorhabens erforderlichen materiellen Genehmigungsbestimmungen von der Behörde (§ 39) in einem konzentrierten Verfahren mit anzuwenden (**konzentriertes Genehmigungsverfahren**).

Dies sind unter anderem:

Altlastensanierungsgesetz – AISAG

Abfallwirtschaftsgesetz - AWG

ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – AschG

Bodenschutzgesetz

Bundesstraßengesetz

Bundesgesetz über die Verkehrs-Arbeitsinspektion

Denkmalschutzgesetz – DMSG

Eisenbahngesetz

Forstgesetz

Gaswirtschaftsgesetz

Kulturflächenschutzgesetz

Luffahrtgesetz

NÖ Gassicherheitsgesetz

NÖ Nationalparkgesetz

NÖ Naturschutzgesetz

NÖ Straßengesetz

NÖ Bauordnung

Wasserrechtsgesetz WRG

samt jeweils auf der Grundlage der erwähnten gesetzlichen Bestimmungen erlassenen Verordnungen sowie auf Grund der jeweiligen Verwaltungsvorschriften jeweils mitanzuwendenden sonstigen rechtlichen Vorschriften.

2. Unterlagenbeschreibung und verwendete Fachliteratur:

Folgende Unterlagen wurden zum Themenbereich Umwelthygiene durchgesehen:

- ❖ Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ (UVE 02.170) vom 20.02.2007, 29.01.2008
- ❖ Ergänzung „Medizin und Umwelthygiene“, Kapitel 4.6, Stand 20.07.2010
In diesen Fachbeiträgen wurden Erkenntnisse der Umweltwirkungsforschung dargestellt und diskutiert, in meinem Teilgutachten werden Ergänzungen und Wertungen im Vordergrund stehen.

- ❖ Fachbeitrag „Luftschadstoffe“ (UVE 02.430), Stand 25.01.2008
- ❖ Ergänzung K4.10 „Luftschadstoffe“, Stand 20.07.2010

- ❖ Fachbeitrag „Fluglärm“ (UVE 02.110, Stand 25.01.2008
- ❖ Ergänzung K4.1 „Fluglärm“, Stand 09.07.2010
- ❖ Fachbeitrag „Straßen- und Schienenverkehrslärm“, (UVE 02.130),
- ❖ Stand 25.01.2008
- ❖ Ergänzung K4.3 „Straßen- und Schienenverkehrslärm“, Stand 20.07.2010
- ❖ Fachbereich „Bodenlärm“ (UVE 02.150), Stand 25.01.2008
- ❖ Ergänzung K4.4 „Bodenlärm“, Stand 20.07.2010
- ❖ Fachbereich „Baulärm“ (UVE 02.120), Stand 25.01.2008
- ❖ Ergänzung K4.2 „Baulärm“, Stand 22.07.2010
- ❖ Fachbeitrag „Straßenlärm Verlegung B10“ (UVE 0.2.140),
- ❖ Stand 25.01.2008
- ❖ Fachbeitrag „Zusammenfassende Lärmdarstellung“ (UVE 02.160),
- ❖ Stand 25.01.2008
- ❖ Ergänzung K4.5 „Zusammenfassende Lärmdarstellung“, Stand 20.07.2010

- ❖ Teilgutachten „Flugsicherungstechnik“, Teil 1 Kommunikationsanlagen, Teil 2 Radaranlagen, Teil 3 Navigationsanlagen, Verfasser Heinz Wipf, Dipl. Ing. HTL vom 31.12.2010

- ❖ Teilgutachten Abwassertechnik, Verfasser DI Wolfgang Schaar, Stand 09.02.2009
- ❖ Teilgutachten Gewässerökologie, Verfasser DI Gaubmann, Stand 15.02.2009
- ❖ Teilgutachten Luftreinhaltetechnik, Verfasser Ing. Helmut Kager, Stand 16.11.2010

Es standen mir weitere Unterlagen zur Verfügung, die für den Gutachtauftrag „Medizin und Umwelthygiene“ nicht relevant sind. Es stand der komplette Satz der Antragsunterlagen incl. der ergänzenden Unterlagen bis Revision 05 zur Verfügung.

Wesentliche Grundlage für die medizinische und umwelthygienische Bewertung des Lärms ist das Teilgutachten „Lärmschutz“ von Prof. E. Schaffert, Dipl.-Ing. S. Becker, Dipl.-Ing. K. Loewenhoff, BeSB Berlin vom 01.03.2011 im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung.

Die entsprechenden gesetzlichen Grundlagen zur Beurteilung wurden in den jeweiligen Fachbeiträgen aufgeführt. Sie sollen nicht nochmals in Vollständigkeit zitiert werden. Die Bewertung bezieht sich auf diese Regelungen. Außerdem wird aktuelle wissenschaftliche Literatur aus dem Bereich „Medizin und Umwelthygiene“ einbezogen, die in der Literaturübersicht aufgeführt wird.

Da der Gutachter in den Gesamtprozess des Umweltverträglichkeitsverfahrens Flughafen Wien einbezogen worden ist, mehrere Stellungnahmen abgegeben hat, u. a. auch zur Vollständigkeit der Unterlagen aus seiner Sicht, gibt es jetzt keine weiteren Nachforderungen. Die Unterlagen reichen zur Bewertung aus.

3. Fragenbereiche aus den Gutachtensgrundlagen:

3.1. Fragenbereich 1: Alternativen, Trassenvarianten, Nullvariante

keine Fragestellungen zu diesem Bereich

3.2. Fragenbereich 2: Auswirkungen, Maßnahmen und Kontrolle des Vorhabens

Alle mir zur Verfügung gestellten Gutachten stellten die Grundlagen der Messung, die wesentlichen Auswirkungen, die Bewertungsgrundlagen für ihren jeweiligen Risikofaktor dar. Es wurden Maßnahmen abgeleitet. Dies soll in meinem umwelthygienischen Gutachten nicht nochmals zitiert werden, wenn es nicht erforderlich ist. Wie bereits angeführt, wird der Schwerpunkt meines Teilgutachtens auf Ergänzungen, Einbeziehung neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse zu den Wirkungen und den Wertungen hinsichtlich Gesundheit und Wohlbefinden liegen.

Risikofaktor 21:

Gutachter: U/Lu

Untersuchungsphase: E/B/Z

Art der Beeinflussung: Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens durch Luftschadstoffe

Fragestellungen:

1. Werden das Leben und die Gesundheit der Nachbarn und/oder der Arbeitnehmer durch Luftschadstoffe beeinträchtigt?
2. Werden die vom Vorhaben ausgehenden Luftschadstoffbelastungen möglichst gering gehalten bzw. Immissionen vermieden, die das Leben oder die Gesundheit der Nachbarn und/oder der Arbeitnehmer gefährden oder zu unzumutbaren Belästigungen der Nachbarn und/oder der Arbeitnehmer führen?

3. Leisten zusätzliche Emissionen von Luftschadstoffen einen wesentlichen Beitrag zur Immissionsbelastung, oder sind diese als irrelevant zu bewerten?
4. Wie wird diese Beeinträchtigung aus fachlicher Sicht bewertet?
5. Welche zusätzlichen/anderen Maßnahmen werden vorgeschlagen?

Befund:

In dem Kapitel 4.19 „Luftschadstoffe“ wird eine Aktualisierung des Istzustandes für 2008 und 2009 in den ergänzenden Unterlagen vorgenommen, außerdem der Prognosehorizont 2025 einbezogen. Es wird festgestellt, dass die projektrelevanten Emissionen des Flughafenbetriebes für beide Prognosehorizonte 2020 und 2025 unerhebliche und nur im Einzelfall geringfügige Beeinträchtigungen der Emissionssituation bewirken. Diese geringfügigen Beeinträchtigungen liegen alle unterhalb der gesetzlich gültigen Grenzwerte. Das Projekt wird als umweltverträglich bezeichnet.

Außerdem lag das Teilgutachten Luftreinhaltetechnik, Verfasser Ing. Helmut Kager vom 16.11.2010 vor, 164 Seiten. Im Verfahren wurde das Teilgutachten Luftreinhaltetechnik, Revision 05, ergänzt mit Datum Juli 2010. Die Änderung der Flugverkehrsprognose, Ergänzung des Istzustandes sowie eine Grenzwertänderung für Luftschadstoffe (PM_{2,5}) hatten eine Ergänzung des Fachbeitrages Luftschadstoffe (UVE 02.430 vom 25.01.2008) erfordert, was mit dem oben genannten Datum vorliegt.

In den Fachbeiträgen erfolgte eine umfangreiche Darstellung des Vorhabens. Die relevanten Beurteilungswerte werden aufgeführt. Für die ausführlich dargestellten Messergebnisse zum Istzustand wird zusammenfassend festgestellt, dass die Immissionssituation für Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Benzol, Stickstoffoxide und PM₁₀ der Situation in einem Ballungsraum entspricht. Es werden weitgehend die entsprechenden Grenzwerte eingehalten.

Vom Gutachter Ing. Kager wird auch der Risikofaktor 21, Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens durch Luftschadstoffe bewertet. Es wird eingeschätzt, dass durch Luftschadstoffe Leben und Gesundheit der Nachbarn geringfügig bzw. nicht beeinflusst wird. Es wird hervorgehoben, dass während der Bauphase 5 und 6 in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen zeitweise hohe TMW-Zusatzbelastungen für PM₁₀ für die nächstgelegenen Anwohner auftreten können. Der für Gesundheitswirkungen relevante Jahresmittelwert wird jedoch nicht überschritten.

Auch für den Risikofaktor Beeinträchtigung der Nutzung von Freizeit- oder Erholungseinrichtungen sowie des Fremdenverkehrs durch Luftschadstoffe gilt die gleiche Bewertung.

Seitens des Gutachters wird zusammenfassend für die Beeinträchtigung der Luft im Untersuchungsraum durch Luftschadstoffe festgestellt, dass die Beeinträchtigungen für die Betriebsphase „keine“, „vorteilhafte oder vernachlässigbare“ Auswirkungen haben und während der Bauphase geringe bis mäßige Auswirkungen zu erwarten sind.

Gutachten:

Im Folgenden beziehe ich mich auf das Kapitel 4.19. Luftschadstoffe, Verfasser: Laboratorium für Umweltanalytik Wien, 115 Seiten, 39 Abbildungen, 67 Tabellen und das Teilgutachten „Luftfeinhaltechnik“, Verfasser Ing. Helmut Kager, 164 Seiten.

Die Darstellung der *Wirkungen* der einzelnen Luftschadstoffe aus medizinischer und umwelthygienischer Sicht erfolgte insbesondere im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ vom 20.02.2007.

Ergänzungen sind dazu aus meiner Sicht nicht erforderlich, die medizinischen Wirkungen wurden informativ, ausreichend und verständlich auf der Grundlage des gegenwärtigen Wissensstandes erörtert.

Die Ergänzungsunterlagen zu Luftschadstoffen im Kapitel 4.19 sind auf der Grundlage der Aktualisierung des Ist-Zustandes sowie der Immissionsprognosen für den Flug- und Kfz-Verkehr für den Prognosehorizont 2025 erstellt worden. Die Aktualisierung des Ist-Zustandes erfolgte auf der Grundlage der Messdaten der Jahre 2008 und 2009.

Die Immissionsmodellierung der Auswirkungen des Flugverkehrs und des Kfz-Verkehrs erfolgt mittels adäquater Methoden. Es wird eine Bewertung der dargestellten Ergebnisse unter Hinzuziehung der in Österreich gültigen gesetzlichen Grenzwerte sowie einer luftchemischen Beurteilung vorgenommen. Es werden auch andere Beurteilungswerte einbezogen.

Die Ergebnisse sind in diesen ergänzenden Unterlagen umfassend und ausreichend dargestellt. Die in den gesetzlichen Grundlagen festgelegten unterschiedlichen Zeitbezüge werden verwendet.

Im Ist-Zustand 2008 und 2009 wird eine Immissionssituation entsprechend eines Ballungsraumes mit geringen bis mäßigen Immissionen von Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Benzol und Stickstoffoxiden und einer mäßigen bis hohen Belastung mit Feinstaub PM10 gemessen. Insgesamt wurden im Zeitraum von 1999 bis 2009 die derzeit gültigen gesetzlichen Grenzwerte für CO, NO₂, NO_x, SO₂ und PM10, wie auch in den letzten Jahren für SO₂ eingehalten. Das PM10-TMW-Kriterium wird an einzelnen Messstellen überschritten. Die Schwermetalle As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn im Schwebestaub zeigen keine Auffälligkeiten. Benzol, Hg, HCl und HS wie auch die PAK-Konzentration sind eingehalten.

Für die Bewertung ist insbesondere relevant, welche zusätzlichen Belastungen durch den vorgesehenen Ausbau zu erwarten sind. In der Tabelle 1 sind die Differenzen der Plan- zu den Nullszenarien 2020 und 2025 in Prozent des Grenzwertes aufgeführt.

Es kommt nur zu geringfügigen Veränderungen der Luftschadstoffe. Eine gesundheitliche Relevanz ist daraus nicht abzuleiten. Dies wird auch nochmals durch Tabelle 2 unterstrichen. Auch die als gering angegebenen Veränderungen sind in keiner Art und Weise gesundheitsrelevant.

Tab. 1: Differenz Plan- zu Nullszenario 2020 und 2025 – Veränderungen in % des Grenzwertes (in Anlehnung an Tab. 45-66 des Gutachtens 4.19)

Luftschadstoff	Differenz Plan- zu Nullszenario	
	2020	2025
NO ₂ - JMW	0,2 – 2,9	0,0 – 2,3
NO ₂ - HMW (geringe Grundbelastung)	0,6 – 5,7	1,2 – 12,0
NO ₂ - TMW (geringe Grundbelastung)	-0,5 – 1,8	0,0 – 1,9
NO _x - JMW	0,0 – 1,0	0,0 – 0,6
SO ₂ - JMW	0,1 – 0,8	0,1 – 0,5
SO ₂ - HMW	0,2 – 2,0	0,4 – 2,5
PM10 - JMW	0,0 – 0,6	-0,3 – 0,0
PM10 - TMW	- 3,2 – 1,2	-1,2 – 0,4
Benzol - JMW	0,0 - 0,1	0,0 – 0,1

Die erreichten Werte entsprechen Ballungszentren, die auch unter Vorsorgegesichtspunkten festgelegten Grenz- und Beurteilungswerte werden eingehalten.

Tab. 2: Bewertungen der immissionsseitigen Auswirkungen durch Luftverunreinigungen anhand gesetzlicher Vorgaben zum Schutz der menschlichen Gesundheit (nach Tab. 4.19 – 67 GA Luftschadstoffe)

Komponente	Zeitbezug	Bewertung Zusatzbelastung		Bemerkung
		Planszenario 2020	Planszenario 2025	
IG-Luft / Schutz der menschlichen Gesundheit				
NO ₂	JMW	Irrelevant	irrelevant	
NO ₂	HMW	irrelevant/gering	irrelevant/gering	Im Stadtgebiet von Wien irrelevant
NO ₂	TMW (Zielwert)	Irrelevant	irrelevant	
SO ₂	HMW, TMW	Irrelevant	irrelevant	abgeleitet vom HMW
CO	MW1, MW8	Irrelevant	irrelevant	
PM10	TMW, JMW	Irrelevant	irrelevant	
PM2,5	JMW	Irrelevant	irrelevant	abgeleitet vom PM10
Benzol	JMW	Irrelevant	irrelevant	
Staubniederschlag	JMW	Irrelevant	irrelevant	
Schwermetalle Im PM 10	JMW	Irrelevant	irrelevant	abgeleitet aus Istzustandserhebung
Benzo(a)pyren	IMW	Irrelevant	Irrelevant	abgeleitet aus Istzustandserhebung

Außerdem lagen das Teilgutachten Luftreinhalte-technik, Verfasser Ing. Helmut Kager vom 16.11.2010 und der Fachbeitrag „Luftschadstoffe“ mit Datum Juli 2010, Kap. 4.19, vor. Die Messergebnisse zum Istzustand werden ausführlich aufgeführt. Es ist die Feststellung zu bestätigen, dass die Immissionssituation für Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Benzol, Stickstoffoxide und PM10 der Situation einem Ballungsraum entspricht. Es werden weitgehend die entsprechenden Grenzwerte eingehalten. Ozon wird vorwiegend durch die meteorologischen Gegebenheiten geprägt. Für den Istzustand ergeben sich keine relevanten, gesundheitlich bedeutsamen Werte aus den Messungen für die Schwermetalle im Schwebstaub, den Staubniederschlag, NO₂ und SO₂, Benzol, Hg, HCl und Hf, PAK (PAH) und auch die Geruchswahrnehmungen.

Es werden die möglichen Belastungen in der Bau- und Betriebsphase auch im Teilgutachten „Luftreinhalte-technik“ geprüft. Die gesundheitlich relevanten Immissionen werden im Teilgutachten „Luftschadstoffe“ errechnet. Im Teilgutachten „Luftreinhalte-technik“ wird hervorgehoben, dass während der Bauphase 5 und 6 in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen zeitweise hohe TMW-Zusatzbelastungen für PM10 für die nächstgelegenen Anwohner auftreten können. Der für Gesundheitswirkungen relevante Jahresmittelwert wird jedoch nicht überschritten. Es kommt auch zu keinen Überschreitungen der Grenzwerte in der Bauphase für die Arbeitnehmer. Insgesamt ist für die Bauphase eine geringe bis mäßige Auswirkung zu bewerten, die auch anderen größeren Bauvorhaben entspricht und zeitweiligen Charakter hat. Es werden im Teilgutachten „Luftreinhalte-technik“ Maßnahmen für die Bauphase vorgeschlagen, die zu unterstützen sind. Die entsprechenden Arbeitsschutzmaßnahmen für die Beschäftigten

sind einzuhalten. Für die Beschäftigten am Flughafen resultieren keine gesundheitsrelevanten zusätzlichen Belastungen.

Es wird für die Betriebsphase der Prognosejahre 2020 und 2025 im Teilgutachten „Luftreinhalte-technik“ festgestellt, dass die zu erwartenden maximalen Immissionsbeiträge für NO₂ (JND), SO₂ (HMW, TMW), CO (MW1 und MW8), Schwebestaub, PM₁₀ (TMW, JMW), PM_{2,5} (JMW) Benzol (JMW) sowie für Staubniederschlag und Staubinhaltsstoffen (JMW), Schwermetalle im PNC (JMW) und Benzo(a)pyren (JMW) als irrelevant eingestuft, für NO₂ (HMW) wird dies als teils geringfügig bei Einhaltung der Grenzwerte bewertet. Ebenfalls sind die Auswirkungen auf die Ozonbelastung sehr gering. Die Angaben und Bewertungen entsprechen dem Teilgutachten Luftschadstoffe.

Für die Betriebsphase sowohl in den Planszenarien 2020 als auch 2025 sind „keine“, „vorteilhafte oder vernachlässigbare“ Auswirkungen aufgrund der Luftschadstoffe zu erwarten.

Diese Bewertungen gelten auch für die Beeinträchtigung von gewidmeten Siedlungsgebieten durch Luftschadstoffe (Risikofaktor 42).

Auch für den Risikofaktor Beeinträchtigung der Nutzung von Freizeit- oder Erholungseinrichtungen sowie des Fremdenverkehrs durch Luftschadstoffe gilt die gleiche Bewertung. Aus gesundheitlicher Sicht sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten. Die Höhe der Luftschadstoffexposition ist so gering, dass keine nennenswerte Beeinflussung von Freizeitaktivitäten oder der Erholung ableitbar sind. Hinzu kommt, dass in den genannten Einrichtungen kein Daueraufenthalt vorgesehen ist.

Es ist zusammenfassend für die Beeinträchtigung der Luft im Untersuchungsraum durch Luftschadstoffe und damit für die Anwohner, Beschäftigten am Flughafen und Beschäftigten bei den Baumaßnahmen festzustellen, dass die Beeinträchtigungen für die Betriebsphase „keine“, „vorteilhafte oder vernachlässigbare“ Auswirkungen haben und während der Bauphase geringe bis mäßige Auswirkungen zu erwarten sind. Die Unterschiede der Immissionen von Luftschadstoffen zwischen Ist-, Null- und Planungsszenarien sind unter gesundheitlichen Aspekten nicht wesentlich.

Das eingereichte Projekt kann unter dem Gesichtspunkt Luftverunreinigungen sowohl für das Planszenario 2020 als auch 2025 als umweltverträglich eingeschätzt werden.

Die eingangs zum Risikofaktor 21 aufgeworfenen Fragestellungen sind wie folgt zu beantworten:

zu 1.:

Das Leben und die Gesundheit der Nachbarn und/oder der Arbeitnehmer durch Luftschadstoffe wird durch das Projekt nicht beeinträchtigt.

zu 2.:

Soweit der Gutachter das einschätzen kann, werden die Luftschadstoffbelastungen möglichst gering gehalten. Eine unzumutbare Belästigung der Nachbarn und/oder der Arbeitnehmer durch Luftschadstoffe ist nicht zu erwarten.

zu 3.:

Es ergeben sich keine Hinweise, dass zusätzliche Emissionen der Luftschadstoffe einen wesentlichen Beitrag zur Immissionsbelastung leisten.

zu 4.:

Grundsätzlich ist die Beeinträchtigung als sehr gering einzuschätzen.

zu 5.

Unter Vorsorgegesichtspunkten sind von den Teilgutachtern zusätzliche Vorschläge unterbreitet worden. Weitere Vorschläge sind aus meiner Sicht nicht erforderlich.

Auflagen:

Keine zusätzlichen Auflagen.

Es handelt sich unter dem Aspekt Luftverunreinigungen hinsichtlich Leben und Gesundheit bei Realisierung der Auflagen um weitgehend vernachlässigbare Auswirkungen.

Bewertung:	0	keine, vorteilhafte oder vernachlässigbare Auswirkungen
	1	geringe/mäßige Auswirkungen

Risikofaktor 22:

Welche zusätzlichen/anderen Maßnahmen werden vorgeschlagen? Gutachter U/A

Untersuchungsphase: E/B/Z

Art der Beeinflussung: Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens durch Abwässer/Sickerwässer

Fragestellungen:

1. Werden das Leben und die Gesundheit der Nachbarn und der Beschäftigten durch Abwässer/Sickerwässer aus dem Vorhaben beeinträchtigt?
2. Wie werden diese Beeinträchtigungen aus fachlicher Sicht bewertet?
3. Werden verbindliche Grenz- bzw. anerkannte Richtwerte überschritten und wie werden solche Überschreitungen bewertet?
4. Welche zusätzlichen/anderen Maßnahmen werden vorgeschlagen?

Befund:

Grundlage für die Bewertung waren:

- ❖ Teilgutachten „Abwassertechnik“, Verfasser DI Wolfgang Schaar, vom 09.02.2009
- ❖ Teilgutachten „Gewässerökologie“, Verfasser DI Helmut Gaubmann, vom 15.02.2009

Die entsprechenden Teilgutachten der UVE werden in diesen beiden Teilgutachten aufgeführt. Zum einen wurden die Auswirkungen der Null- und Planvarianten auf die Oberflächengewässer Donau, Schwechat und Fische abgeschätzt. Es wird bewertet, dass eine dem Stand der Technik entsprechende Abwasserentsorgung realisiert werden wird. Für die Planvarianten wird ein geringfügig nachteiliger Effekt bewertet durch die Einleitung von Niederschlagswasser in die Donau. Bei der Beeinflussung des Grundwassers durch Abwässer/Sickerwässer werden geprüft die Abwasserentsorgung in der Bauphase, in der Betriebsphase, die sanitären Abwässer, die Oberflächenentwässerung, die Beseitigung des Abwassers der Flugzeugenteisung, die Abwässer, die beim Umgang mit den Fahrzeugen entstehen, Oberflächenentwässerung der neu trassierten B10. Es wird festgestellt, dass die geplante Entsorgung der Abwässer dem Stand der Technik entspricht, eine Beeinträchtigung des Grundwassers nicht erwartet wird, eine Gefährdung von Rechten der Nachbarn oder eine bleibende Schädigung des Grundwassers nicht zu erwarten ist.

Es wird die Beeinflussung der Oberflächenwässer durch Abwässer und Sickerwässer geprüft. Dies erfolgt für die Abwasserentsorgung in der Bau- und der Betriebsphase sowie für die Einleitung von Abwasser aus den Wasserhaltungsmaßnahmen in die Donau. Es wird eingeschätzt, dass die geplante Behandlung der Abwässer dem Stand der Technik entspricht. Eine relevante Beeinträchtigung der Donau durch die geplanten Einleitungen wird nicht erwartet. Weitere Maßnahmen sind aus abwassertechnischer Sicht nicht erforderlich.

Es wird festgestellt, dass der Boden durch Abwässer und Sickerwässer nicht beeinträchtigt wird. Dies trifft auch auf die Beeinflussung des Untergrunds zu.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass durch Abwässer/Sickerwässer keine Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens zu erwarten ist. Auch wasserrechtlich besonders geschützte sowie wasserwirtschaftlich sensible Gebiete werden nicht beeinträchtigt, ebenso nicht Siedlungsgebiete, landwirtschaftliche Kulturen, forstwirtschaftliche Flächen, bestehende/geplante Wasserversorgungsanlagen, Naturschutzbelange.

Die in dem Teilgutachten „Gewässerökologie“, DI Gaubmann, zu Grunde liegenden Fachbeiträge der UVE sind dort aufgeführt. Die Auswirkungen in der Betriebs- und Bauphase werden aus Sicht der Gewässerökologie als geringfügig nachteilige Auswirkungen bewertet. Gesundheitliche Auswirkungen lassen sich daraus nicht schließen. Der Vorschlag einer Dokumentation des ökologischen Zustandes bei Baubeginn und einer jährlichen Erhebung ist zu unterstützen. Aus der Flächeninanspruchnahme wird keine

Beeinflussung von Oberflächenwässern abgeleitet und damit keine Änderung des ökomorphologischen Zustands der Donau oder des Donauufers.

Gutachten:

Die geschilderten geringfügig nachteiligen Effekte der Auswirkung des Projektes auf die Oberflächengewässer Donau, Schwechat und Fischa sind gesundheitlich nicht relevant. Die Einleitung von maximal 5 m³/s Niederschlagswasser in die Donau mit einer Mittelwasserführung von etwa 1.900 m³/s lässt diese Schlussfolgerung zu.

Es wird die Beeinflussung des Grundwassers durch Abwässer/Sickerwässer überprüft. Dies erfolgt aus meiner Sicht umfassend unter Berücksichtigung aller Möglichkeiten der Beeinflussung des Grundwassers. Soweit ich das bewerten kann, entspricht die Entsorgung der Abwässer dem Stand der Technik. Es wird keine Beeinträchtigung erwartet, demnach sind auch keine gesundheitlichen Beeinflussungen möglich. In den entsprechenden Gutachten wird bewertet, dass keine weiteren Maßnahmen aus abwassertechnischer Sicht erforderlich sind. Es werden Auflagen erteilt für die Abwasserentsorgung der Bauphase, die Kanalisationsanlagen, die Flächen, auf denen Fahrzeuge betankt, gewaschen und repariert werden und für die Versickerungsanlagen. Da diese Maßnahmen unter Vorsorgegesichtspunkten die Beeinflussung des Grundwassers verhindern sollen, sind sie zu unterstützen.

Es wird die Beeinflussung der Oberflächenwässer durch Abwässer und Sickerwässer geprüft. Die Realisierung erfolgt nach dem Stand der Technik. Es wird auch geprüft, inwieweit ein Störfall zur Beeinträchtigung führen könnte, die entsprechenden Begleit- und Überwachungsmaßnahmen werden als ausreichend eingeschätzt. Es werden nachprüfbar Auflagen erteilt, die unter Vorsorgegesichtspunkten zu sehen sind. Eine relevante gesundheitliche Beeinträchtigung ist aus dem Betrieb nicht abzuleiten.

Es werden auch weitere Beeinträchtigungen hinsichtlich der Auswirkung geprüft, so die wasserrechtlich und wasserwirtschaftlich sensiblen Gebiete, die gewidmeten Siedlungsgebiete, landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen, bestehende und geplante Wasserversorgungsanlagen, Naturschutzbelange. Es wurden stets keine oder vernachlässigbare Auswirkungen festgestellt.

Es resultieren über Abwässer/Sickerwässer durch die geplante Maßnahme keine Beeinträchtigungen der Gesundheit/des Wohlbefindens der Anwohner oder anderer sich in diesem Bereich aufhaltender Menschen. Dies trifft zu für eine mögliche direkte Beeinflussung als auch über eine indirekte durch Veränderungen im Grundwasser, Oberflächenwässer, Boden, Untergrund, Wasserversorgung, landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen. Die Auflagen sind einzuhalten.

Auch durch die Flächeninanspruchnahme wird keine Beeinflussung der Oberflächenwässer und der Änderung des ökomorphologischen Zustandes der Donau oder des Donauufers erwartet.

Die aufgeworfenen Fragen sind wie folgt zu beantworten:

Zu 1.

Nein

Zu 2.

Entfällt

Zu 3.

Nein

Zu 4.

Die in den Gutachten vorgeschlagenen Maßnahmen sind zu erfüllen. Zusätzliche Maßnahmen sind aus umwelthygienischer Sicht nicht erforderlich.

Bewertung: 0 keine, vorteilhafte oder vernachlässigbare Auswirkungen

Risikofaktor 23:

Gutachter: U/L

Untersuchungsphase: E/B/Z

Art der Beeinflussung: Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens durch Lärmeinwirkung

Fragestellungen:

1. Werden das Leben und die Gesundheit der Nachbarn in bestehenden Siedlungsgebieten und der Arbeitnehmer (Errichtung und Betrieb) durch Lärmimmissionen beeinträchtigt?
2. Wie werden diese Beeinträchtigungen unter Berücksichtigung der gegebenen Ausbreitungsverhältnisse aus fachlicher Sicht bewertet?
3. Werden Lärmemissionen nach dem Stand der Technik begrenzt?
4. Werden die vom Vorhaben ausgehenden Lärmimmissionsbelastungen möglichst gering gehalten bzw. Immissionen vermieden, die das Leben oder die Gesundheit der Nachbarn und der Arbeitnehmer gefährden bzw. zu unzumutbaren Belästigungen der Nachbarn und der Arbeitnehmer führen?
5. Werden verbindliche Grenz- bzw. anerkannte Richtwerte überschritten und wie werden solche Überschreitungen bewertet?

6. Welche zusätzlichen/anderen Maßnahmen werden vorgeschlagen?

Befund:

Die entsprechenden Unterlagen wurden im Kapitel 2 aufgeführt. Wesentliche Grundlage für die medizinische und umwelthygienische Bewertung des Lärms ist das Teilgutachten „Lärmschutz“ von Prof. E. Schaffert, Dipl.-Ing. S. Becker, Dipl.-Ing. K. Loewenhoff, BESB Berlin, vom 01.03.2011 im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung. Im Rahmen dieses Gutachtens erfolgt die Prüfung der lärmphysikalischen Fachbeiträge zum Themenbereich „Geräuschemissionen“. Es ist demnach nicht Aufgabenstellung des Gutachtens „Medizin und Umwelthygiene“, Eingangsdaten und Berechnungsformen zu überprüfen.

Die Fachbeiträge orientieren sich an der Quelle des Lärms. Sie werden getrennt betrachtet und bewertet. Dies entspricht den üblichen Vorgehensweisen. In der wirkungsbezogenen Darstellung lässt sich dies nicht immer trennen, so dass Ergebnisse von Lärmwirkungsuntersuchungen aus unterschiedlichen Verkehrslärm-Belastungsbereichen dargestellt werden. Bei der Bewertung der einzelnen Lärmquellen, Fluglärm, Bodenlärm, Straßen- und Schienenverkehrslärm, Straßenverkehrslärm durch Verlegung der B10, Baulärm, wird getrennt vorgegangen, wie das auch in der Verordnungsgebung üblich ist. In einer abschließenden Bewertung wird zusammenfassend aus Lärmwirkungssicht der Lärm insgesamt bewertet, soweit es dafür wissenschaftliche Grundlagen gibt.

Es werden folgende Szenarien betrachtet:

- ❖ Ausgangssituation Jahr 2003
- ❖ 2020 ohne dritte Piste (Nullszenario)
- ❖ 2020 mit dritter Piste(Planszenario)
- ❖ 2025 mit dritter Piste (Planszenario)

Die Begründung ist aus der Antragstellung zu entnehmen.

Aus Sicht der Umwelthygiene wird eingeschätzt, dass die Unterlagen zum Themenbereich Fluglärm als vollständig, plausibel und korrekt bewertet vorliegen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Begrenzung der Lärmbelastung in der Nachbarschaft werden als sinnvoll und zielführend bewertet. Durch die Lenkung des Flugverkehrs wird sich die Lärmbelastung der Stadt Wien günstiger gestalten. Zusätzlich wird mit Zunahme des gekurvten Anfluges eine weitere Entlastung möglich sein, wobei der Zeitpunkt noch unsicher ist. In der Prognose des Flugverkehrsgeschehens (Fa. Intraplan, Dok. 30:36 der Einreichunterlagen) wurde auf der Basis des prognostizierten Pistenverteilungsplanes der Flugsicherungsbehörde AustroControl für das Prognosejahr 2025 die Anwendung des Curved Approach auch in Spitzenzeiten angenommen. Seitens des Teilgutachtens Lärmschutz von Prof. Schaffert et al. wird vorgeschlagen, ein System zum Geräuschmonitoring in das Schutzkonzept aufzunehmen, um die weitere Vorgehensweise aus den daraus

resultierenden Messergebnissen zu entwickeln. Dies ist plausibel. Was vernünftig begründ- und bewertbar ist, wurde bereits in die Berechnung einbezogen, alles andere sind Annahmen.

Die Berechnung und Darstellung des Bodenlärms ist adäquat, es wird von worst-case-Annahmen ausgegangen. Sowohl am Tag als auch in der Nacht kommt es im Bereich Klein-Neusiedl zur Vergrößerung der relevanten Isolinie $L_{d,16h} = 62 \text{ dB(A)}$ in die bewohnten Bereiche hinein. Das Ausmaß ist wesentlich von der Flugorganisation abhängig. Seitens der Autoren des Teilgutachtens Lärmschutz (Prof. Schaffert et al.) wird vorgeschlagen, in diesem Bereich Klein-Neusiedl, Enzersdorf und Schwadorf neben dem Fluglärm auch den Geräuschanteil Bodenlärm messtechnisch zu erfassen.

Der Straßen- und Schienenverkehrslärm wird für das Nullszenario 2020 und das Planszenario 2020 sowie in den ergänzenden Unterlagen auch für das Jahr 2025 berechnet. Im gesamten bewohnten Gebiet des Untersuchungsbereiches werden keine Pegelerhöhungen aufgrund der Verkehrssteigerungen im Straßen- und Schienenverkehr von mehr als 2 dB(A) erwartet. Für den Schienenverkehr werden sich keine Veränderungen im Verkehrsaufkommen ergeben. 2025 resultieren deshalb keine Zunahmen über 1 dB(A) in bewohnten Gebieten. Ausnahme bildet der nördliche Ortsrand von Rauchenwarth, für den eine Detailberechnung vorgenommen wurde und Maßnahmen empfohlen werden.

Durch die Verlegung der B 10 werden sich keine relevanten zusätzlichen Belastungen in Wohnbebauungen ergeben.

Im Rahmen des Fachbeitrages UVE 02.120 werden die während der Bauphase in der Nachbarschaft erzeugten Geräuschimmissionen ermittelt. Es wird eine Reihe von Maßnahmen zur Lärmreduktion aufgeführt, ergänzende Vorschläge werden im Teilgutachten Lärmschutz (Prof. Schaffert et al.) empfohlen. Die immissionsbezogenen Pegelzunahmen liegen für alle Verkehrsabschnitte in der Bautätigkeit im irrelevanten ($<1 \text{ dB(A)}$) und vereinzelt im zumutbaren Bereich (bis 2 dB(A)) an Bebauungen. Da entsprechend des Baufortschrittes an unterschiedlichen Stellen durchaus höhere Lärmpegel als die errechneten Mittelungspegel über die Bauzeit auftreten können, wurde im Teilgutachten Lärmschutz (Prof. Schaffert et al.) vorgeschlagen, insbesondere in den Abend- und Nachtstunden Bauarbeiten restriktiv durchzuführen und Geräuschimmissionen zu ermitteln.

Im Teilgutachten Lärmschutz von Prof. Schaffert und Mitarbeitern wird ein Schutzkonzept zur Bewältigung der prognostischen Unsicherheiten vorgeschlagen, dem zu folgen ist. Auch das begleitende Monitoring ist zu unterstützen.

Gutachten:

Im Folgenden wird sich mit der Lärmproblematik intensiver auseinandergesetzt, da darauf erfahrungsgemäß der Schwerpunkt der Diskussionen im Verfahren liegt. Zum anderen gibt es eine Reihe von wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Lärmwirkungsforschung, die insbesondere in der letzten Zeit zu

erheblichen Diskussionen geführt haben, weshalb diese Publikationen und Schwerpunkte im Vordergrund meines Gutachtens stehen, teilweise in Ergänzung zu den vorliegenden Unterlagen des Projektwerbers.

Seitens des Projektwerbers wurden im Rahmen der Umweltverträglichkeitserklärung folgende, mir zur Kenntnis gegebene Fachbeiträge Medizin und Umwelthygiene eingereicht:

- ❖ der Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene vom 20.02.2007, Verfasser Herr em. Univ.-Prof. DDr. Manfred Haider, Dr. med. MSc Tox Thomas Haider, 103 Seiten
- ❖ die Änderungen aufgrund des Ergänzungsauftrages vom 29.01.2008 durch die gleichen Autoren, 108 Seiten
- ❖ Kapitel 4.6: Medizinische Umwelthygiene vom 20.07.2010, Dr. T. Haider, Wien, 20 Seiten

In diesen Gutachten werden die durch das Vorhaben bedingten Zusatzbelastungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Menschen beurteilt und Maßnahmen abgeleitet. Im Vordergrund stehen dabei die Auswirkungen des Lärms und von Umweltschadstoffen. Die mit dem Vorhaben verbundenen Immissionen dürfen keine Gesundheitsschädigung bzw. Gesundheitsgefährdung oder unzumutbare Belästigung bei den betroffenen Personen verursachen. Dies wird in diesen Gutachten eingeschätzt. Weiterhin werden Vorsorgeaspekte mit berücksichtigt.

Es werden unterschiedliche Wirkungen von Lärm auf den Menschen unter Einbeziehung wesentlicher wissenschaftlicher Literatur diskutiert, auch das schwierige Problem Gesamtlärm wird angeschnitten. Es wird vorgeschlagen, dass die einzelnen Lärmquellen gesondert betrachtet werden.

Umfangreich werden die Wirkungen der Umweltschadstoffe auf den Menschen um einen Flughafen aufgeführt. Die einzelnen Luftschadstoffe, die an einem Flughafen eine Rolle spielen könnten, werden hinsichtlich ihrer Wirkungen informativ aufgeführt. Die Bewertung erfolgte in meinem Gutachten unter Risikofaktor 21.

Im Folgenden werde ich zuerst die von M. und T. Haider vorgeschlagenen Beurteilungswerte für Lärm diskutieren und diese einordnen. Zum anderen sollen ausgewählte inhaltliche Fragen zur Lärmwirkungsforschung diskutiert werden, die gegenwärtig eine besondere Rolle spielen, aktuell sind und bei denen kontroverse Meinungen bestehen. Diese Diskussionen erfolgen in Ergänzung zu den Gutachten „Medizin und Umwelthygiene“ von Haider und Haider, wobei im Folgenden die kritisch wertende Betrachtung im Vordergrund steht. Es soll auch stärker auf die Probleme solcher wissenschaftlichen Untersuchungen der Lärmwirkung eingegangen werden, um einen Beitrag zu leisten, die häufig kontroverse Diskussion zu erklären.

Folgende negative Wirkungen von Lärm sollen betrachtet werden: Gesundheitsstörungen, Schlafstörungen, erhebliche Belästigungen. Außerdem werde ich die schutzbedürftigen Bereiche gesondert betrachten. Eine

Wertung der durch das Vorhaben „Parallelpiste 11R/29L“ bedingten Auswirkungen durch die Änderung der Lärmbelastung wird abschließend diskutiert.

A. Vorgeschlagene Beurteilungswerte für Lärm im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ von den Autoren Manfred HAIDER und Thomas HAIDER

Die Autoren setzen sich in einem Kapitel Grenz-, Richt-, Beurteilungs- und Zielwerte für Lärm mit den gegenwärtigen Bedingungen in Österreich auseinandergesetzt. Von 2005 ist das Bundesumgebungs-Lärmschutzgesetz in Österreich auf der Grundlage der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.06.2002. In Durchführung dieses Gesetzes wurde die Umgebungslärmverordnung erlassen, in der Schwellenwerte für die Aktionsplanung eingeführt wurden. Für den Fluglärm wird ein L_{den} von 65 dB(A) und ein L_{night} von 55 dB(A) festgelegt, für Hauptverkehrsstraßen von 60 dB(A) und nachts 50 dB(A), Eisenbahnstrecken L_{den} von 70 dB(A) und L_{night} von 60 dB(A). Ein Fluglärmgesetz gibt es in Österreich nicht. Fluglärmspezifische Grenz- oder Richtwerte für die Vermeidung von Gesundheitsrisiken sind nicht vorhanden.

Seitens der Autoren Haider und Haider werden die Fluglärmkriterien für das Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen, die so genannte Synopse (GRIEFAHN et al. 2002), in die Betrachtung einbezogen. Auf die Erarbeitung dieses Schutzkonzeptes soll deshalb etwas intensiver eingegangen werden. Es werden jedoch auch weitere Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen hinsichtlich der Ableitung von Beurteilungsgrenzen bewertet.

Die so genannte Fluglärmsynopse von GRIEFAHN, JANSEN, SCHEUCH, SPRENG (2002) ist eine wissenschaftlich begründete umfassende Darstellung zu unterschiedlichen Lärmwirkungen. Aufbauend auf den einzelnen lärmmedizinischen Gutachten der oben genannten Autoren der Synopse wurden in einem Schutzkonzept unterschiedliche Schutzziele betrachtet. Dies ist ein Vorteil gegenüber sonstigen Lärmimmissionsregelungen, da die Wirkungen bei den berechneten oder gemessenen Schallpegeln differenziert eingeschätzt werden können.

Bei der Erarbeitung der Synopse wurden unterschiedliche Wirkungsparameter betrachtet: Gesundheitsstörung, erhebliche Belästigung, Störung des Nachtschlafes, der Kommunikation, von Leistung und Erholung. 2007 wurde überprüft, ob aufgrund neuerer Erkenntnisse wesentliche Änderungen der Synopsevorschlüsse erforderlich sind. Sie konnte weitgehend bestätigt werden (SCHEUCH et al. 2007). In den Planfeststellungsverfahren bei den verschiedensten Flughäfen in Deutschland gab es sehr umfassende Diskussionen, die die Grundaussagen der Synopse bestätigt haben.

Ein wesentlicher Vorteil der Synopse ist, dass medizinische, d.h. physiologische, pathophysiologische und klinische Aspekte, psychologische und sozialwissenschaftliche Erkenntnisse betrachtet wurden. Auch verschiedene Fragen der Lärmphysik wurden unter Wirkungsgesichtspunkten einbezogen. Es handelt sich

demnach um eine dem Gegenstand der Lärmwirkung adäquate komplexe und umfassende biopsychosoziale Betrachtungsweise mit sachlicher Beurteilung des Beitrages der einzelnen Fachdisziplinen. Es wurden auch ausführliche Diskussionen mit Lärmphysikern und Juristen bei der Formulierung der Synopse durchgeführt, um eine breite Verständlichkeit zu erreichen.

Ein weiterer wichtiger Vorteil dieser Synopse und ihrer Begründung gegenüber den vielen Publikationen in diesem Feld ist, dass Ergebnisse anderer Belastungsforschungsfelder, nicht nur des Lärms, einbezogen worden sind. Dies betrifft insbesondere die Ergebnisse der Stressforschung, der Arbeitsbelastungsforschung, Erkenntnisse der psychosomatischen Medizin, Ergebnisse der Risikoforschung in anderen Bereichen. Die Schwierigkeiten einer isolierten Lärmwirkungsforschung und Lärmwirkungsbetrachtung, die mangelnde Einordnung von lärmbezogenen Studienergebnissen in die medizinische und psychologische Forschung insgesamt führen zu Fehlinterpretationen und mangelnder Akzeptanz.

Es wurden Ergebnisse epidemiologischer und experimenteller Untersuchungen zur Lärmwirkung in die Beurteilung und in die Ableitung von Schutzzieleinbezogen. Bei den experimentellen Untersuchungen handelt es sich vordergründig um „kurz dauernde“ Auswirkungen des Lärms auf unterschiedliche Funktionsbereiche des Organismus, z. B. vegetative und endokrine (hormonelle) Wirkungen, Veränderungen des Schlaf-EEG, Störungen der Kommunikation, subjektives Belastungserleben u. a., die meist an einem Tag oder an mehreren Tagen durchgeführt wurden. Epidemiologische Untersuchungen haben das Ziel, Langzeiteffekte einer Ursache, hier Lärm, auf verschiedene Funktionsbereiche des Menschen zu untersuchen. Dies betrifft nicht nur die Entstehung von Krankheiten und Gesundheitsbeeinträchtigungen, sondern auch langfristige Veränderungen von Verhaltensweisen, subjektiver Bewertungen, psychischer Leistungen u. a.. Gerade epidemiologische Untersuchungsergebnisse erfordern eine sachliche und wissenschaftlich begründete Diskussion und Einordnung. Im Zusammenhang mit Lärm versuchen solche Studien, die Wirkungen über die Zeit zu erfassen, rückwirkend, begleitend oder auch prognostizierend. Als Wirkgrößen werden von vielen Faktoren abhängige Erkrankungen, Gesundheitsstörungen, subjektive Widerspiegelungen verwendet. Es ist unmöglich, in einer Studie alle möglichen Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Einseitige und falsche Interpretationen, aus dem Zusammenhang herausgenommene Ergebnisse ohne adäquate Bewertung führen sehr schnell zur Verunsicherung. Dies soll durch die sachliche Verallgemeinerung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes vermieden werden.

Es wird in der Synopse (GRIEFAHN et al. 2002) eine wirkungsbezogene Abstufung der Beurteilungswerte in Form des Kritischen Toleranzwertes, Präventiven Richtwertes und Schwellenwertes bei den unterschiedlichen Wirkungen vorgenommen. Mit dieser Einordnung sollte auch ein Beitrag zur Versachlichung der Diskussion in den entsprechenden Verfahren geleistet werden.

In der Tabelle 3 werden die Begrenzungswerte der Synopse für die unterschiedlichen Schutzziele dargestellt. Zur Einordnung werden alltägliche Ereignisse mit ihren durchschnittlichen Schallpegeln mit aufgenommen. Tabelle 4 zeigt dies für die Nacht.

Tab. 3: Begrenzungswerte der Synopse sowie Einordnung alltäglicher Schallbelastungen am Tag (Mittelungspegel) aus SCHEUCH et al. (2007), KTW: Kritischer Toleranzwert, PRW: Präventiver Richtwert, SW: Schwellenwert
 A: KERSCHSIEPER et al. (2006), B: FISCHER (2007)

Pegel dB(A)	Synopse	Einordnung
70	KTW Gesundheit	Arbeit Sozialberufe ^B 69-76 dB(A) Einkaufscenter ^A 71-72 dB(A) normaler Straßenverkehr, Gespräch angehoben leiser Haartrockner (1 m Abstand)
65	PRW Gesundheit KTW erhebliche Belästigung	Nahverkehrszug ^A 66-75 dB(A) Radio/TV angehoben Hotel am Meer
64	KTW Erholung	Geschirrspülmaschine 63-71 dB(A)
62	SW Gesundheit PRW erhebliche Belästigung KTW Kommunikation	Büro ^A 62-64 dB(A) Freizeit Sozialberufe ^B 59-64 dB(A)
60		normales Gespräch
59	PRW Kommunikation	
57	PRW Erholung	
56	SW Kommunikation	
55	SW erhebliche Belästigung <i>2 Tagschutzgebiet 2 Neu</i>	Radio/TV Zimmerlautstärke Staubsauger (10 m Abstand)
50	SW Erholung	leichter Regen ruhiger Bach leises Gespräch

Ergänzend sei genannt, dass lautes Sprechen etwa im Mittel bei 75 dB(A), starker Straßenverkehr bei 80 dB(A) und ein Konzert über 90 dB(A) liegen. Die Auslöseschwelle für Maßnahmen zum Lärmschutz in der Arbeit liegt bei L_{eq8h} 80 dB(A), die Gefährdungsschwelle für Lärmschwerhörigkeit bei L_{eq8h} 85 dB(A), ein Atemgeräusch in der Nacht hat etwa einen Schallpegel von 25 dB(A), Ticken einer Uhr etwa 20 dB(A), Schnarchen erreicht Pegel über 90 dB(A).

Tab. 4: Begrenzungswerte der Synopse sowie Einordnung alltäglicher Schallbelastungen in der Nacht (innen am Ohr des Schlafers), aus SCHEUCH et al. (2007), siehe auch Erklärung Tab. 3

Dauerschall-Pegel dB(A)	Synopse	Einordnung
50		Vogelgezwitscher, (15 m Abstand)
40	KTW	leise Radiomusik, Kühlschrank
35	PRW	sehr leiser Zimmerventilator
30	SW	Flüstern

Die in der Tabelle 4 genannten Dauerschallpegel in der Nacht sind nach der Synopse nachrangig. Im Vordergrund stehen die Maximalpegelhäufigkeiten. Außerdem wird eine Zweiteilung der Nacht von 22:00 Uhr bis 01:00 Uhr und von 01:00 Uhr bis 06:00 Uhr mit unterschiedlichen Pegeln vorgeschlagen. Die Maximalpegelhäufigkeiten sind so genannte NAT-Kriterien (Number About Threshold). Diese Maximalpegel können demnach bis zur genannten Häufigkeit überschritten werden. Ähnliche Vergleiche mit *Häufigkeiten von Maximalpegeln* im Alltag, wie das für die Dauerschallpegel in den Tabellen 3 und 4 aufgeführt ist, lassen sich kaum ziehen. Die Synopse schlägt 8 x 56 dB(A) innen von 22:00 Uhr bis 01:00 Uhr und 5 x 53 dB(A) im zweiten Teil der Nacht vor. Dies sind Innenraumpegel. Auch bei den Werten der Tabelle 4 wird von Pegeln am Ohr des Schlafers ausgegangen.

Die Autoren des Fachbeitrages „Medizin und Umwelthygiene“ M. HAIDER und T. HAIDER leiten eigene Vorschläge für die Beurteilung der Lärmimmissionen ab.

Die Kritischen Toleranzwerte in der Synopse werden nicht mit berücksichtigt.

Ausgehend von dieser Diskussion schlagen die beiden Autoren im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ folgende Beurteilungskriterien vor (Tab. 5 und 6):

Tab. 5: Beurteilungskriterien für die Tageszeit nach Haider und Haider

* Bundes-Umgebungslärmschutz-Verordnung
 ** Fachbeitrag UVE 02.170 „Medizin und Umwelthygiene
 fett gedruckt: Zielwerte für Lärmschutzmaßnahmen
 Datenquelle: K4.1, Seiten 114-116

Nutzung	Kriterium	Bezugszeit	Quelle	außen	innen
Räume vorwiegend zu Wohnzwecken	L_{den} (dBA)	24 Stunden	*	65	-
	$L_{A,eq}$ (dB(A))	16 Stunden (06-22 Uhr)	**	62	40
Kindergärten, Horte, Schulen	$L_{A,eq}$ (dB(A))	13 Stunden (06-19 Uhr)	**	55	35
Krankenhäuser	$L_{A,eq}$ (dB(A))	16 Stunden (06-22 Uhr)	**	55	30
	Maximalpegel (dB(A))	16 Stunden (06-22 Uhr)	**	25x70	25x45
Pflegeheime	$L_{A,eq}$ (dB(A))	16 Stunden (06-22 Uhr)	**	55	30
	Maximalpegel (dB(A))	16 Stunden (06-22 Uhr)	**	25x76	25x51

Tab. 6: Beurteilungskriterien für die Nachtzeit

* Bundes-Umgebungslärmschutz-Verordnung
 ** Fachbeitrag UVE 02.170 „Medizin und Umwelthygiene
 fett gedruckt: Zielwerte für Lärmschutzmaßnahmen
 Datenquelle: K4.1, Seiten 114-116

Nutzung	Kriterium	Bezugszeit	Quelle	außen	innen
Räume vorwiegend zu Schlafzwecken	L_n (dB(A))	8 Stunden (22-06 Uhr)	*	55	-
	$L_{A,eq}$ (dB(A))	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	-	32
	Maximalpegel (dB(A))	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	13x68	13x53
	Maximalpegel (dB(A))	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	1x80	1x65
Krankenhäuser	$L_{A,eq}$ (dB(A))	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	55	30
	Maximalpegel (dBA)	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	13x65	13x40
Pflegeheime	$L_{A,eq}$ (dB(A))	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	45	30
	Maximalpegel (dBA)	8 Stunden (22-06 Uhr)	**	13x60	13x45

Über die bisherigen Regelungen hinausgehend, werden auch Vorschläge für die Bewertung der Lärmbelastung an schutzbedürftigen Bereichen unterbreitet, für Kindergärten, Horte und Schulen, Krankenhäuser und Pflegeheime, was auch in der Synopse vorgenommen wurde. Die von Haider und Haider gewählten Beurteilungskriterien für diese Bereiche sind in den Tabellen 5 und 6 aufgenommen. Die Kriterien der Synopse sind in der Tabelle 7 aufgeführt.

Tab. 7: Kriterien für besonders schutzbedürftige Einrichtungen der Synopse (Innenpegel in dB(A))
GRIEFAHN et al. (2002)

Immissionsort	$L_{eq\ Tag}$	$L_{Aeq\ Nacht}$	$L_{Amax\ Tag}$	$L_{Amax\ Nacht}$
Schulen	40	-		-
Kindergärten	36	-	-	-
Altenpflegeheime	36	32	25 x 51	13 x 45
Krankenhäuser	36	30	25 x 45	13 x 40

Die Herangehensweise von M. und T. Haider ist ähnlich, die Innenpegel sind teilweise niedriger.

Diesen Beurteilungskriterien im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene wird aus meiner Sicht zugestimmt, sie beinhalten zusätzliche Vorsorgeaspekte. Für Krankenhäuser und Pflegeheime wurden die Maximalpegelhäufigkeiten für die Nacht mit aufgenommen. Dabei wurde von einer Zahl 13 ausgegangen, wie das auch für Schlafräume üblich ist. Auch die 55 dB(A) nachts außen entsprechend der Bundesumgebungslärmschutzverordnung werden in die Bewertung mit einbezogen, werden sie überschritten, sind Maßnahmen erforderlich. Es wird aber den Gutachtern Haider und Haider des Projektwerbers zugestimmt, dass entscheidend die Innenraumpegel von 32 dB(A) sind.

In Deutschland wurde 2007 das Fluglärmschutzgesetz (FlugLärmG) in Kraft gesetzt, dessen Beurteilungskriterien im Folgenden zum Vergleich aufgeführt werden.

Im § 2 des FluglärmG werden Lärmschutzbereiche eingerichtet. Dabei werden sowohl äquivalente Dauerschallpegel (Außenwerte) als auch Maximalpegelhäufigkeiten (Innenpegel) für zwei Tagschutzzonen und eine Nachtschutzzone für neue oder wesentlich baulich erweiterte zivile Flugplätze und zum anderen für bestehende zivile Flugplätze festgelegt.

1. Werte für neue oder wesentlich baulich erweiterte zivile Flugplätze

Tag-Schutzzone 1:

$$L_{Aeq\ Tag} = 60\ \text{dB(A)}$$

Nacht-Schutzzone

a) bis zum 31. Dezember 2010;

$$L_{Aeq\ Nacht} = 53\ \text{dB(A)}$$

b) ab dem 1. Januar 2011:

$$L_{Aeq\ Nacht} = 50\ \text{dB(A)}$$

Tag-Schutzzone 2:

$$L_{Aeq\ Tag} = 55\ \text{dB(A)}$$

$$L_{Amax} = 6 \times 57\ \text{dB(A)}$$

$$L_{Amax} = 6 \times 53\ \text{dB(A)}$$

2. Werte für bestehende zivile Flugplätze

Tag-Schutzzone 1:

$$L_{Aeq\ tag} = 65\ \text{dB(A)}$$

Tag-Schutzzone 2:

$$L_{Aeq\ tag} = 60\ \text{dB(A)}$$

Nacht-Schutzzone:

$$L_{Aeq\text{ Nacht}} = 55 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Amax} = 6 \times 57 \text{ dB(A)}$$

Das FluglärmG legt anhand dieser Schutzzonen den Anspruch auf Schallschutz und Entschädigung fest.

Auch die weiteren Lärmquellen werden im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene beurteilt. Bodenschall wird entsprechend des Fluglärms betrachtet. Dem ist zuzustimmen. Für Gebiete mit Wohnbebauung wird hinsichtlich des Straßenverkehrs die Bundesumgebungslärmschutzverordnung herangezogen. Ab einem Schwellenwert von L_{den} von 60 dB(A) bzw. L_{night} von 50 dB(A) wären Maßnahmen bei Überschreitung erforderlich. Auch der Schienenlärm wird für Gebiete mit Wohnbebauung beurteilt. Entsprechend der vorher genannten Verordnungen wird hier ein Schwellenwert von $L_{den} = 70 \text{ dB(A)}$ und $L_{night} = 60 \text{ dB(A)}$ für Maßnahmen empfohlen. Unter dem Gesichtspunkt des vorbeugenden Gesundheitsschutzes werden die Empfehlungen des privatrechtlichen Mediationsvertrages des Flughafens Wien von den Gutachtern HAIDER und HAIDER herangezogen. Zur Beurteilung der Veränderungen der Lärmbelastung durch die Planszenarien 2020 bzw. 2025 gegenüber dem Nullszenario wird davon ausgegangen, dass Differenzen der Schallpegel bei Wohnbebauung bis 1 dB(A) irrelevant, bis 2 dB(A) zumutbar sind. Bei darüber hinaus gehenden Pegelzunahmen werden Detailuntersuchungen bezüglich der Einhaltung lärmmedizinischer Beurteilungswerte vorgeschlagen. Auch bei dieser Betrachtung sind Vorsorgeaspekte einbezogen. Deshalb wird diese Auffassung unterstützt.

Die ergänzenden Unterlagen vom Juli 2010 des Fachbeitrages „Medizin und Umwelthygiene“ berücksichtigen die aktualisierte Fluglärm-Verkehrsprognose und die damit verbundenen Neuberechnungen der Fluglärmzonen. Die vorgeschlagenen medizinischen Schwellenwerte sind auf die neu ermittelten Lärmwerte angewandt worden. Zum anderen setzt sich diese ergänzende Stellungnahme mit neueren Erkenntnissen der Lärmwirkungsforschung auseinander und prüft, ob in den vorgeschlagenen Beurteilungskriterien Änderungen notwendig sind. Der Verfasser Dr. Haider kommt zur Aussage, dass keine Veränderung der Gesamtbeurteilung des Fachbeitrages Medizin und Umwelthygiene notwendig ist.

Der Schwerpunkt dieser ergänzenden Unterlagen liegt bei Darstellung von Ergebnissen zu Fluglärmwirkungen während der Nacht. Weiterhin erfolgt eine kurze Darstellung epidemiologischer Studien zum Zusammenhang von Fluglärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Eine kritische Wertung dieser Studien wird nicht vorgenommen. Die aufgeführten Studien werden hinsichtlich ihrer Aussage richtig dargestellt. Der so genannte „Frankfurter Nachtindex“ auf der Basis der DLR-Feldstudie stellt keine Zumutbarkeitsschwelle dar, sondern dient als Kriterium, in welchen Gebieten eine kontinuierliche Erfassung der Lärmbelastung empfohlen wird. Es ist zu unterstützen, dass allein aus dem Dauerschallpegel L_{night} , wie das in den Night-Noise-Guidelines for Europe durch die WHO 2009 empfohlen wurde, die Wirkungen nicht ausreichend abgedeckt werden und die Anzahl der Einzelschallereignisse und deren Pegel berücksichtigt werden sollte.

Es wird festgestellt, dass durch die zusätzlichen Maßnahmen des Mediationsvertrages sowohl die diskutierten Medienbereiche für die Störung des Nachtschlafes, für den Anstieg des Blutdruckes, für die Belästigungswirkung abgedeckt sind.

Im Folgenden soll inhaltlich auf ausgewählte Wirkungsaspekte noch etwas umfangreicher eingegangen werden, da zu erwarten ist, dass die folgenden Themenbereiche im Rahmen der Verfahrensdiskussion eine wesentliche Rolle spielen werden. Außerdem sollen die vorgeschlagenen Beurteilungskriterien nochmals überprüft werden.

B. Lärm und Gesundheit

Im Vordergrund der Diskussionen zu negativen Wirkungen des Lärms steht immer wieder die Gefährdung der Gesundheit. Auch in den letzten Jahren wurden Ergebnisse von Studien veröffentlicht oder in die Diskussion eingebracht, die sich dieser Thematik zuwenden. Im Vordergrund stehen dabei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, aber auch andere Erkrankungsgruppen wurden in Beziehung zur Lärmeinwirkung untersucht. In den letzten 3 Jahren fand insbesondere in Deutschland eine sehr intensive Diskussion, v. a. in den betroffenen Regionen auf verschiedenen Veranstaltungen zu Ergebnissen einer Medikamentenstudie und zu Krankenhausentlassungsdiagnosen um den Flughafen Köln/Bonn von Prof. Eberhard Greiser statt. Bisher erfolgte meines Wissens nur eine wissenschaftliche Veröffentlichung (GREISER et al. 2007) und ein vom Umweltbundesamt veröffentlichter Abschlussbericht, der überarbeitet werden muss (siehe unten). Ergebnisse zur Studie wurden vor allem als Gutachten in Gerichts- und Planfeststellungsverfahren unterschiedlicher Flughäfen in Deutschland eingebracht. Es soll im Folgenden auf diese Ergebnisse eingegangen werden.

GREISER et al. (2006, überarbeitete Fassung 2007, 2010) legten Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zur Arzneimittelverordnung als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung durch Lärm vor. Im Februar 2009 erstellte Herr Greiser ein „Gutachten zu krankenhausbearbeiteten Erkrankungen als Folge der Exposition gegenüber nächtlichem Fluglärm“ im Rahmen des Verfahrens Flughafen Berlin-Schönefeld. Die Studie zu den Beziehungen mit **Medikamentenverschreibungen** auf der Grundlage von Krankenkassendaten und Zuordnung von Verkehrslärmbetroffenheiten ist von der Quantität der Daten die größte Studie dieser Art. Es erfolgten seit 2006 mehrere Ergebnisdarstellungen zu unterschiedlichen Anlässen, die sich trotz gleicher Datengrundlage unterschieden, jedoch blieben die Grundaussagen weitgehend gleich.

Die Verschreibungsdaten kommen von acht gesetzlichen Krankenkassen, darunter 50,5 % von der AOK, 35,8 % von den Ersatzkassen, 13,7 % von den BKK, private Krankenkassen wurden nicht einbezogen. Damit kommt eine soziale Auswahl zustande. Das gewählte Untersuchungsdesign hatte notwendigerweise eine Reihe von Limitierungen. Die Qualität von Indikatoren der Medikamentenverschreibung für die Untersuchung der Beziehungen von Krankheiten zu Lärmwirkungen ist als gering einzustufen, auch die Quantität des Datenmaterials kann diesen Nachteil nicht ausgleichen. Verschreibung von Medikamenten ist keine

Einnahme, Aussagen zur ärztlichen Versorgungsstruktur in diesen Bereichen, die einen wesentlichen Einfluss auf Häufigkeit und Art der Medikamente hat, werden nicht vorgenommen, weitere Einflüsse auf Medikamentenverschreibung und –nutzung konnten nicht berücksichtigt werden. Es werden unterschiedliche Verkehrslärmquellen einbezogen. Nach Angabe der Autoren beziehen sich die Straßen- und Schienenverkehrslärmkarten auf den Stand vor dem 11.02.2000, die Berechnungen zu den Medikamentendaten erfolgten 2004 und 2005, die Fluglärmkarten sind von 2006. Insgesamt ist eine sehr breite Fächerung der Eingangsdaten anzumerken. Die Ergebnisse beziehen sich überwiegend auf den Fluglärm.

Es ist keinerlei Aussage zur Wohndauer und Wohnart der Personen mit Medikamentenverschreibungen möglich. Andere Lärmeinwirkungen wie Arbeit oder Hobby werden nicht erfasst.

Entscheidend ist, dass es keinerlei Angaben zu den wichtigsten Risikofaktoren für die Erkrankungsgruppen gibt, die mit den Medikamentenangaben erfasst werden sollen.

Einen wesentlichen Einfluss auf Krankheit und Gesundheit wie auch auf Umwelteinwirkungen haben soziale Faktoren. Als Einflussvariable zum Unterschied einer einfachen ökologischen Studie, die Herr Greiser kritisiert, werden Sozialdaten erfasst, die die tatsächlichen sozialen Einflussfaktoren auf Gesundheit und Krankheit nur in einem äußerst geringen Umfang widerspiegeln. Es wird die *regionale Sozialhilfeshäufigkeit* als Kriterium für soziale Einflüsse erfasst. Es stehen demnach die Sozialhilfe in einer Region (nicht der untersuchten „Rezeptperson“) und die berechneten Lärmkarten einer Region (nicht der Person) zur Verfügung. Die Bezugsgröße ist jedoch dann immer das individuelle Rezept. Es ist demnach weder eine Aussage zur tatsächlichen individuellen Betroffenheit gegenüber Lärm noch zur individuellen Zuordnung von sozialen Faktoren möglich. Außer Alter und Geschlecht liegen zu den Personen keine weiteren individuellen Daten vor, auch zu den Regionen gibt es keine weiteren relevanten Informationen.

Es soll nicht auf die einzelnen Ergebnisse eingegangen werden. Auf Inhalte dieser Untersuchungen ging auch Herr Dr. Haider im Gutachten Medizin und Umwelthygiene des Projektwerbers ein. Es werden Ergebnisse in Abhängigkeit von den Lärmpegelklassen, unterschiedlicher Zeitfenster der Lärmbelastung, teilweise der Art der Verkehrsbelastung, Alter und Geschlecht, Gruppierungen der Sozialhilfeshäufigkeit vorgenommen.

Es wurden vor allem Beziehungen zwischen dem Fluglärm nachts zwischen 03:00 Uhr bis 05:00 Uhr und verschiedenen Medikamentenverschreibungen gefunden.

Häufig nimmt bei den höchsten Pegeln die Verschreibungsrate wieder ab. Die Beziehungen waren bei Männern und Frauen unterschiedlich ausgeprägt. Bei Männern gab es in zwei verschiedenen Sozialklassen (siehe Veröffentlichung zu den Bluthochdruck- und Herz-Kreislauf-Medikamenten) eine negative Dosis-Wirkungs-Beziehung, d. h. je höher der Lärmpegel (unter Berücksichtigung des Alters) desto geringer war die Odds-Ratio als relatives Risikomaß. Zum Tageslärmpegel, zum Nachtlärmpegel von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr oder dem L_{eq} über 24 Stunden gab es keine oder deutlich niedrigere Beziehungen.

Es wurde auch innerhalb der einzelnen Sozialquartile (eingeteilt nach Sozialhilfeshäufigkeit) die Zuordnung der Verschreibungshäufigkeit von Medikamenten zu vier Lärmquartilen in der Nacht vorgenommen. Dabei zeigt

sich in nahezu allen Sozialquartilen und bei mehreren Medikamentengruppen in der jeweils höchsten Lärmbelastung wiederum eine Reduktion der Verschreibungsrate.

Die Sozialhilfeshäufigkeit hat einen viel stärkeren Einfluss auf die Unterschiede in der Medikamentenverschreibung als die Lärmbelastung.

Im Rahmen des laufenden Verfahrens Flughafen Berlin-Schönefeld wurde von Herrn Prof. Dr. Greiser eine Studie „Im Krankenhaus behandelte Erkrankungen als Folge der Exposition gegenüber nächtlichem Fluglärm – Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie im Umfeld des Flughafens Köln/Bonn“ vom Februar 2009 eingebracht. Diese Studie ist als Folge der vom Umweltbundesamt und dem Verein „Ärzte-Initiative für ungestörten Schlaf“ unterstützten Medikamenten-Studie dargestellt.

Als „Effektvariable“ werden aus den Krankenkassendaten der Beginn und das Ende jeder stationären Krankenhausbehandlung, dabei die Haupt- und bis zu acht Nebendiagnosen bei der Entlassung, einbezogen.

Ein Teil der Ergebnisse liegt dem vom Umweltbundesamt der BRD veröffentlichten Abschlussbericht von GREISER und GREISER (2010) „Risikofaktor nächtlicher Fluglärm. Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln/Bonn“ zugrunde.

Es wird eine „Fall-Kontroll-Studie“ postuliert, das erfordert, dass Fälle und Kontrollen beschrieben werden. Dies erfolgt nicht. In einer Nebennotiz wird lediglich eine unbelastete Referenzpopulation erwähnt.

Es wird ausgeführt, dass bei der Interpretation der Ergebnisse der logistischen Regression zu beachten ist, dass die jeweils betroffenen Teilpopulationen nur zum Teil identisch sind, worin die Unterschiede bestehen und welche Konsequenzen das hat, wird nicht ausgeführt. Aus der Abbildung 6 des Abschlussberichtes wird die deutlich höhere Belastung durch Straßenverkehrslärm sowohl am Tag als auch nachts gegenüber dem Fluglärm sichtbar. Zum Schienenverkehrslärm gibt es keine Aussagen. Trotz der vielfach höheren Lärmbelastung durch Straßenverkehrslärm, der nicht angegebenen Belastung durch Schienenverkehrslärm kommen Greiser und Greiser zur Schlussfolgerung: „Die Parameter für Straßen- und Schienenverkehrslärm liegen, soweit sie überhaupt statistisch signifikant ausfallen, in ihrem Ausmaß um mindestens eine Größenordnung unter dem Wert des entsprechenden Fluglärmparameters“ (Seite 16).

Auf Seite 12 des Forschungsberichtes wird aus den Abbildungen 8 bis 13 von Herrn Greiser geschlussfolgert, dass die Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufsystems einige Charakteristika aufweisen, die fast allen untersuchten Krankheitsentitäten gemein sind. „Es finden sich durchweg bei Frauen höhere Risikoanstiege“. Scheinbar wurden falsche Abbildungen verwendet oder die Interpretation ist grundlegend falsch, denn aus diesen Abbildungen geht das nicht hervor. Niedrigere Risikoerhöhungen finden sich bei Frauen für sämtliche Erkrankungen des Herzens (Abb. 8), für L_{eq24} 06:00 bis 22:00 Uhr, 22:00 bis 06:00 Uhr, 23:00 bis 01:00 Uhr, 03:00 bis 05:00 Uhr. Da ist kein höheres Risiko bei Frauen abzuleiten. Ähnlich ist die Situation in der Abbildung 9-12.

Von Herrn Greiser wurde mehrfach betont und in anderen Studien auch gefunden, dass insbesondere der nächtliche Fluglärm von Bedeutung ist, der Fluglärm am Tag dagegen meist keine wesentlichen Ergebnisse brachte. Von den Autoren wird nicht erklärt, warum diese einprozentige Steigerung ab 40 dB(A), so wurden die multivariaten Berechnungen vorgenommen, für die Tagwerte des Lärms höher oder gleich ist gegenüber

den Nachtwerten. Dies trifft auf alle Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Männer), Schlaganfälle/Hirndurchblutungsstörungen (Männer und Frauen), Schlaganfälle (Frauen), Herzinfarkt (Frauen und Männer), koronare Herzkrankheiten (Männer), Herzschwäche (Frauen und Männer) zu.

Es wird in der Diskussion eine Analyse mit kategorialer Aufteilung des Lärmparameters vorgenommen, jedoch nur für „sämtliche kardiovaskuläre Erkrankungen“, für andere kardiovaskuläre und psychische Erkrankungen fehlt dies. Kategorial heißt, Zuordnung der Erkrankungshäufigkeiten zu bestimmten Lärmpegelbereichen, meist in 5-dB(A)-Schritten. Für die Ableitung von Beurteilungsgrenzen ist dies eine wichtige Herangehensweise. Auch hier zeigt sich wiederum, dass in den höheren Pegelklassen die Odds Ratio wieder absinkt. Eine Dosis-Wirkungs-Beziehung als Grundlage für Kausalität ist in diesem kategorialen Ansatz nicht nachzuweisen.

In der Medikamentenstudie wurde besonders hervorgehoben, dass das Lärmfenster von 03:00 Uhr bis 05:00 Uhr die deutlichsten Beziehungen zur Medikamentenverschreibung aufweist. In dieser krankenhausesbezogenen Analyse ist dies bei der Mehrzahl der Erkrankungen nicht der Fall. So wird – wenn vorhanden – ein höherer prozentualer Anstieg der Krankenhausbehandlungen im Zeitfenster 23:00 Uhr bis 01:00 Uhr gefunden und zwar für sämtliche Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Männer und Frauen), Schlaganfälle (besonders Frauen), Herzinfarkte und koronare Herzkrankheiten (Männer und Frauen), koronare Herzkrankheiten (Männer und Frauen), Herzschwäche (insbesondere Männer). Es ist nicht erklärbar, warum diese unterschiedlichen krankheitsbezogenen Effektvariablen solche zeitbezogenen Differenzen aufweisen, denn auch bei der Medikamentenstudie wird betont auf Erkrankungen geschlossen. Als Erklärung für sich widersprechende Ergebnisse wird von Herrn Greiser angeführt, dass durch die Flugroutengestaltung für das Zeitfenster von 03:00 Uhr bis 05:00 Uhr auch Personen betroffen werden, die am Tag keinem Fluglärm ausgesetzt sind. Dies trifft natürlich auch für die Medikamentenstudie zu.

Eine Einordnung der Ergebnisse in klinische Erkenntnisse erfolgt überhaupt nicht. Zum Beispiel spielt in der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Neurologie 2008 „Primär- und Sekundärprävention der zerebralen Ischämie“ und der Deutschen Schlaganfallgesellschaft der Lärm überhaupt keine Rolle. Nach Herrn Greiser sei ein Fünftel der Schlaganfälle auf Fluglärm zurückzuführen.

Die Beziehungen zu psychischen Erkrankungen waren inkonsistent.

Herr Greiser untersucht den Indikator, „ob die Anschrift der Versicherten zur Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen von Schlafzimmern durch den Flughafen Köln/Bonn berechnete“. Anhand dieses Kriteriums wird sowohl in der Medikamentenstudie als auch in der Krankenhausstudie die Wirkung des Schallschutzes untersucht. Eine Aussage, ob tatsächlich Schallschutz gewährt worden ist, ist in diesen Studien nicht möglich. Damit ist dieser Indikator ein ausgesprochen weiches Kriterium. Nach Greiser besteht die Finanzierungsmöglichkeit ab 40 dB(A) außen.

Im Ergebnis dieser Studien wird festgestellt, dass die Risiken der Betroffenen mit angenommenen Lärmschutzmöglichkeiten nahezu in allen Erkrankungsgruppen und insbesondere bei Frauen erniedrigt sind im Vergleich auch zur Teilpopulation mit überhaupt keinem Fluglärm. Die Erklärung von Herrn Greiser ist,

dass eine Schalldämmung der Schlafzimmer natürlich nicht nur gegen nächtlichen Fluglärm sondern auch nächtlichen Straßenverkehrslärm schützt. Ungeachtet der methodischen Problematik dieses Untersuchungsansatzes wird mit den Ergebnissen nachdrücklichst unterstrichen, dass die Strategie des passiven Schallschutzes erfolgreich ist. Das Risiko an Erkrankungen bei Lärmbetroffenen mit passivem Schallschutz ist geringer als bei Anwohnern ohne jeglichen Fluglärm. Da eine Unsicherheit in der tatsächlichen Realisierung von Lärmschutzmaßnahmen besteht, wird von Herrn Greiser angenommen, dass der Effekt noch größer sei.

Ganz davon abgesehen, dass die Dauerschallpegel in der Nacht nicht die alleinigen Einflussmöglichkeiten sind, die Maximalpegelhäufigkeiten in der Lärmwirkungsforschung eine größere Rolle spielen, postuliert Herr Greiser, dass bei gewährtem Schallschutz ab 50 dB(A) außen in der Nacht kein gesundheitliches Risiko mehr vorhanden ist. Im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ wird als Beurteilungskriterium nachts ein Dauerschallpegel von 32 dB(A) innen vorgeschlagen. Üblicherweise wird eine Schallpegeldifferenz bei gekipptem Fenster von 15 dB(A) angenommen. Demnach liegt das Beurteilungskriterium von M. und T. Haider unter dem von Greiser vorgeschlagenen Wert.

Es wird in dem Verfahren zum Flughafen Berlin-Schönefeld ein Kapitel zu Krebserkrankungen von Herrn Greiser durch Kläger eingereicht. Dies scheint mehr als Information gedacht zu sein ohne wissenschaftlichen Anspruch, wurde inzwischen jedoch mehrfach als Gutachten in Verfahren eingebracht, z. B. auch Epi.Consult GmbH, Musweiler April 2010. Von Herrn Greiser wird im Zusammenhang mit Krebserkrankungen formuliert: „Bisher ist in keiner epidemiologischen Studie gezeigt worden, dass Lärm, insbesondere Fluglärm, zu einem erhöhten Erkrankungsrisiko führen könnte. Deshalb ist zu diskutieren, ob und in welchem Umfange der in der vorliegenden Fall-Kontroll-Studie erstmals beobachtete Befund in Einklang steht mit epidemiologischen, klinischen und experimentellen Studien zu Lärmwirkungen und zur Krebsentstehung“ (Seite 43). Die vorher aufgeführten und teilweise von Herrn Greiser auch selbst benannten erheblichen methodischen Einschränkungen dieser Studien gelten natürlich auch für die Aussagen zum Brustkrebs. Es sind mir keine Daten aus Bundesländern mit Krebsregistern bekannt, die eine Beziehung zum Lärm vermuten lassen. Auch aus anderen Ländern liegen keine verwertbaren Ergebnisse vor. SHEN et al. (2001) fanden bei Bewohnern um Flughäfen in den USA keine erhöhte Krebsrate von 1987 bis 1997. Auf diese Ergebnisse und die Arbeit von VISSER et al. (2005) wird unten noch eingegangen werden.

Solche Studien, wie von Herrn Greiser und Co-Autoren, generieren Hypothesen und fordern möglicherweise weitere, mit wissenschaftlicher Methodik begründete Untersuchungen. Dies ist auch ein Vorteil dieser Greiser-Studie.

Der Autor Herr Prof. Greiser selbst hat in seinem Projektantrag für die Arzneimittelstudie auf Einschränkungen hingewiesen (Qualitätssicherungsgruppe des UBA, WICHMANN et al. 2007):

„Sollte sich als Ergebnis einer solchen Studie zeigen, dass in Zonen, die durch Fluglärm stärker belastet sind, im Vergleich zu weniger belasteten Zonen niedergelassene Ärzte häufiger Psychopharmaka oder Mittel zur Behandlung von Bluthochdruck bzw. Herzkrankheiten anwenden, so darf dieser Befund auf keinen Fall als

kausaler Beweis dafür herangezogen werden, dass die den Verordnungen zu Grunde liegenden Erkrankungen durch Fluglärm hervorgerufen wären. Dieser Schluss ist deswegen unzulässig, weil neben Lärm jeder Art für die infrage kommenden Erkrankungen eine Vielzahl von anderen Risikofaktoren wissenschaftlich etabliert ist. Die Berücksichtigung dieser Risikofaktoren ist aber im Rahmen einer solchen ökologischen Studie unmöglich.“

Diese richtige Feststellung von Herrn Greiser trifft auch auf die Krankenhausbehandlungsergebnisse zu. Dem ist nichts hinzuzufügen. Das fasst meine Kritikpunkte an der Greiser-Studie zusammen.

Diese umfangreiche Auseinandersetzung mit Ergebnissen dieser Studie erfolgte nicht nur deshalb, weil sie gegenwärtig in allen Planfeststellungs- und Gerichtsverfahren zu Maßnahmen von Flughäfen/-plätzen in Deutschland eine besondere Rolle spielt, sondern auch, weil an dieser Studie die wesentlichsten Probleme des Designs, der Durchführung, der Auswertung, der Interpretation von epidemiologischen Untersuchungen in der Lärm-Wirkungs-Forschung deutlich gemacht werden können.

Die Problematik solcher verallgemeinernder Postulate und wissenschaftlich nicht ausreichend begründbarer Schlussfolgerungen von Herrn Greiser wird nachdrücklich durch die Ergebnisse der ergänzenden Auswertung der RDF-Belastigungsstudie zu Fragen der Gesundheit um den Flughafen Frankfurt/Main deutlich (SCHRECKENBERG et al. 2009b). 2.312 Personen wurden zu diagnostizierten Erkrankungen, Medikamentenverbrauch, Belästigung, Lärmempfindlichkeit, Beschwerden direkt befragt. Als sozialer Status wurden Einkommen, Bildung und berufliche Stellung verwendet und nicht ein auf Regionen bezogener Sozialhilfestatus. Wie bei Herrn Greiser wurden die Daten zu dem Bundesgesundheitsurvey (BGS) von 1998 in Beziehung gesetzt. Der Gesundheitszustand und die Beschwerden in der lärmbeeinträchtigten Rhein-Main-Region waren 2005 weitgehend günstiger als im BGS. Es wurden keinerlei Beziehungen zwischen der Lärmbelastung am Tag und in der Nacht zu den verschiedensten Erkrankungen und auch nicht zum Medikamentenverbrauch gefunden. Häufiger waren z. B. Beschwerden in mittleren Pegeln höher als in den höheren Lärmbelastungspegeln. Es fanden sich auch im Gegensatz zu den Angaben von Herrn Greiser keine signifikanten Beziehungen zu dem diagnostizierten Bluthochdruck oder zu Blutdruckmedikamenten, auch nicht zum nächtlichen Schallpegel. Teilweise waren diese Beziehungen sogar negativ, z. B. auch bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Es wurden auch keine Beziehungen der Erkrankungen zum Belästigungsmaß gefunden. Lärmempfindlichere haben dagegen engere Beziehungen zur Gesundheit, was durchaus zu begründen ist.

Diese beiden Studien, Greiser- und RDF-Studie, waren Gegenstand eines Expertenkolloquiums in Kelsterbach am 23.04.2010 durch das Gemeinnützige Umwelthaus GmbH Rüsselsheim. Aufgrund der massiven Kritik hatte Herr Greiser bereits zu diesem Kolloquium überarbeitete Ergebnisse vorgelegt.

In den letzten Jahren wurden mehrere Studienergebnisse und Meta-Analysen veröffentlicht, die sich mit der Beziehung zwischen Lärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen – speziell der Hypertonie – befassen. Hier

spielte insbesondere die HYENA-Studie eine wesentliche Rolle, auf die auch Herr HAIDER kurz in seinen Ergänzungen 2010 eingegangen ist.

Die ersten zusammenfassenden Ergebnisse der so genannten HYENA-Studie (Hypertension and exposure to noise near airports) wurden 2008 vorgelegt (u. a. JARUP et al. 2008). Es wurden Untersuchungen in der Nähe von Flughäfen in London, Berlin, Amsterdam, Arlanda, Mailand, Stockholm und Athen durchgeführt. Es wurde der Zusammenhang zwischen Schallbelastung durch Straßen und Flugverkehr mit dem Blutdruck und der Hypertonie analysiert. Die Studie wurde epidemiologisch gut durchgeführt. Als mögliche Risikofaktoren des Blutdrucks wurden weiterhin erfasst Nationalität, Geschlecht, Alter, Alkoholkonsum, Body-Mass-Index, Bewegungsverhalten und der Bildungsstand als Dauer der Ausbildung. Der Blutdruck wurde während einer Untersuchung gemessen. Als wesentliches Ergebnis ist die stärkere Beziehung zwischen dem nächtlichen Fluglärm und erhöhten gemessenen Blutdruckwerten bzw. Angabe von Hypertoniemedikamenten hervorzuheben. Das zusätzliche Risiko für eine Hypertonie ist gering und von verschiedenen untersuchten Faktoren abhängig. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Flughäfen waren beträchtlich, es wurden Differenzen in den Wirkungen zwischen Männern und Frauen, unerwartete Ergebnisse bei Rentnern, die länger um die Flughäfen gewohnt haben, beschrieben. Eine eindeutige Dosis-Wirkungs-Beziehung konnte nicht festgestellt werden (siehe Punkte in den Pegelklassen der Abb. 1 und 2), wobei auch in den höheren Pegelklassen keine Signifikanz auftrat. Warum gerade bei der Pegelklasse 40 dB(A) bis 44 dB(A) in der Nacht die höchste und sogar signifikante Odds Ratio auftrat, ist nicht erklärbar und stellt die Frage nach zusätzlichen Einflussfaktoren. (Signifikant, d.h. relevant sind die pegelklassenbezogenen Odds Ratio, wenn die Senkrechte die Gerade bei 1 nicht unterschreitet.)

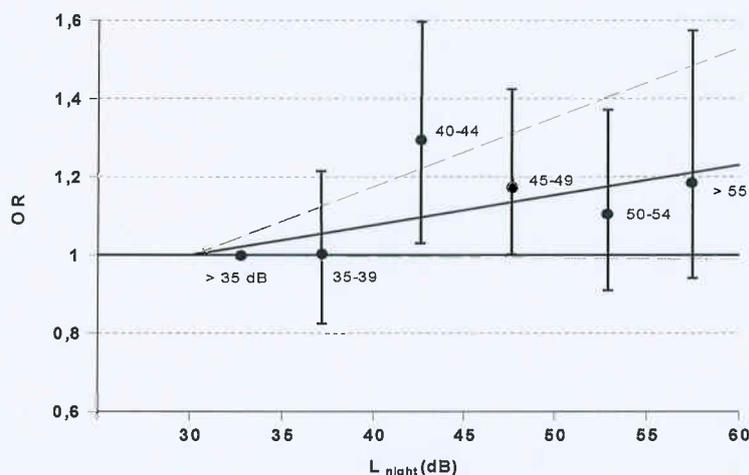


Abb. 1: Hyena-Studie: Fluglärm in der Nacht (JARUP et al. 2008); Odds Ratios und Confidenzintervalle von Hypertonie in den Lärmbelastungsklassen (adjustiert für Land, Alter, Geschlecht, BMI, Alkohol, Bildung und Belastung)

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern waren in der Nacht beträchtlich, wobei in keinem Land ein signifikanter Unterschied errechnet wurde.

Deutlich geringer sind die Beziehungen zum Fluglärm am Tag (Abb. 2). Signifikanz konnte nicht festgestellt werden. Pegel über 65 dB(A) unterscheiden sich nicht von Pegeln von 50 bis 54 dB(A).

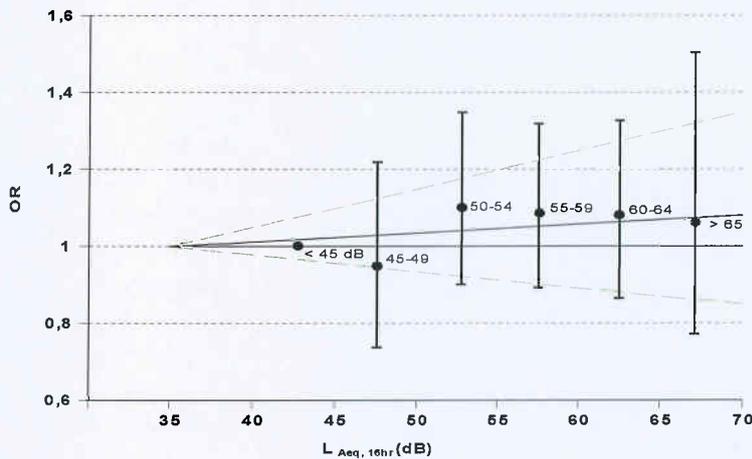


Abb. 2 : Hyena-Studie: Fluglärm am Tag (JARUP et al. 2008), Odds Ratios und Confidenzintervalle von Hypertonie in den Lärmbelastungsklassen (adjustiert für Land, Alter, Geschlecht, BMI, Alkohol, Bildung und Belastung)

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Flughäfen waren ebenfalls bei Tagfluglärm beträchtlich.

Mit mathematischen Berechnungen wird für den Fluglärm nachts pro Anstieg von 10 dB(A) als Dauerschallpegel ein Anstieg der Blutdruckprävalenz von 14,1 % berechnet, am Tag nimmt diese Bluthochdruckprävalenz mit Lärmpegelanstieg um 7,2 % ab. Von den Autoren wird die teilweise geringe Teilnehmerate in den einzelnen Ländern beklagt, außerdem wird festgestellt, dass die Hypertonierate über dem Durchschnitt der epidemiologischen Angaben in den Ländern wäre. Dies ist jedoch in der Untersuchungspopulation nicht verwunderlich, da es sich bei „Hypertonie“ um Situationsmessungen des Blutdrucks während der Untersuchungen handelte und die so genannte „Weißkittelhypertonie“ bekannt ist. Aus solchen situativen Blutdruckanstiegen lässt sich keine Beziehung zu einer vorhandenen Hypertonie herstellen. Diese Studie wurde umfangreicher dargestellt, weil sie die Unterschiede zwischen Tag- und Nachtlärm, zwischen den einzelnen Ländern verdeutlicht. Auf der Basis von Lärmkategorien konnte auch hier keine Dosis-Wirkungs-Abhängigkeit eindeutig gefunden werden.

Hypertonie (Bluthochdruck) ist in der Bevölkerung weit verbreitet, was eine Zuordnung von Lärm als Ursache erschwert. Die Ursachen einer Hypertonie sind ebenfalls vielgestaltig. Gesichert ist, dass bei Hypertonie eine genetische Komponente, die Ernährung, insbesondere der Kochsalz- und Fettgehalt der Nahrung, die Glukosetoleranz, d. h. eine mögliche Vorstufe für einen Diabetes mellitus, die Fettsucht eine wesentliche Rolle spielen. Dem Stress wird auch eine zunehmende Bedeutung beigemessen.

Die Zuordnung exogener Faktoren zur Herausbildung einer Hypertonie wird dagegen sehr unterschiedlich diskutiert. Dies trifft auch auf den Lärm zu. So ist die Frage, ob Lärm in der *Arbeitstätigkeit* zur Hypertonie führt, noch offen. Es gibt keine Berufskrankheit „Hypertonie“ durch Lärm, die es geben müsste, wenn die Kausalität eindeutig nachzuweisen wäre. Es gibt keine verbindliche Regelung zum Lärmschutz zur Verhinderung von Hypertonie. Die entsprechende EU-Richtlinie 86/2003/10/EU und die davon abgeleitete

deutsche Lärm- und Vibrationsschutzverordnung formuliert, dass der Erkenntnisstand unzureichend ist, um „exakte, jegliche Gefährdung ... erfassende Expositionsgrenzen festzulegen, insbesondere hinsichtlich extraauraler Lärmwirkungen“. Weitere Empfehlungen und Regelungen zum Lärmschutz in der Arbeit sind vordergründig auf die Leistungsfähigkeit und die Verringerung von Störung ausgerichtet, wobei jeder Arbeitgeber verpflichtet ist, nach Lärminderung zu streben, auch unter dem Gesichtspunkt der Reduktion extraauraler Lärmwirkungen. Hohe Anforderungen an den Arbeitnehmer in der Arbeit, die einhergehen mit mangelnder Kontrolle zur Erfüllung dieser Arbeit, geringem Entscheidungsspielraum führen zu einem deutlich höheren Risiko für eine Hypertonie als die anderen genannten Einflussfaktoren, insbesondere der Lärm (SCHEUCH 2004).

Es werden auch keine einheitlichen Befunde einer Hypertonie oder anderer Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Patienten mit Lärmschwerhörigkeit gefunden, bei denen ja ein kausaler Schadensmechanismus durch Lärm nachgewiesen wurde. So fanden wir in Auswertung der Vorsorgeuntersuchungen in der Bauwirtschaft bei 81.412 Lärmschwerhörigen insbesondere über dem 40. Lebensjahr gegenüber Gleichaltrigen keine höhere Hypertonierate, bewertet durch Ärzte und nicht erfragt (HAUFE et al. 2006), bei Lärmschwerhörigen unter 40 Jahren spielt vor allem das zusätzliche Vorhandensein eines metabolischen Syndroms (Fettstoffwechselstörung, Zuckerkrankheit, Adipositas, Harnsäureerhöhung) eine Rolle, einen geringeren Einfluss hat demgegenüber die Lärmbelastung in der Arbeit selbst (HAUFE et al. 2006).

Ähnliche Aussagen gelten für die viel diskutierte Problematik der Verbindung von Lärm und **ischämischer Herzkrankheit** einschließlich des Herzinfarktes sowie anderen Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Es gibt in der Literatur wenige Untersuchungen zwischen Umweltlärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die über einen längeren Zeitraum durchgeführt wurden. Eine Ausnahme sind die durch Verkehrslärm betroffenen Populationen um Caerphilly und Speedwell, die eine der wenigen Langzeituntersuchungen darstellen, die mit gleicher Methodik durchgeführt wurden, auf die bereits M. und T. Haider eingegangen sind.

Kürzlich haben BEELEN et al. (2009) auf der Grundlage der Mortalität (Sterblichkeit) an Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Zeitraum von zehn Jahren, keine relevante Beziehung zu den Lärmpegeln (Straßenverkehrslärm) feststellen können (Abb. 3). Es gibt kaum ein statistisch signifikantes erhöhtes Risiko (Herzschwäche bei > 65 dB(A) sind 10 Personen), keine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Als Pegelmaß wurde der L_{den} verwendet, bei dem zu den Pegeln in den Abendstunden 5dB (A) und in den Nachtstunden 10 dB(A) hinzugefügt werden. Für allgemeine kardiovaskuläre Mortalität ergibt sich ein gering signifikantes relatives Risiko von 1,25 bei Pegeln über 65 dB(A), in der Pegelklasse 60-65 dB(A) ist das relative Risiko 0,91, d.h. negativ, Signifikanz ist gerade nicht vorhanden bei jedoch einem sehr geringen Confidenzintervall. Schlaganfälle, cerebrovaskuläre Erkrankungen, die nach Herrn Greiser zu 25% durch Lärm verursacht werden (s. oben), zeigen in allen Pegelklassen eine negative Beziehung zum Lärm, teilweise sogar signifikant. Dies verdeutlicht wiederum die Problematik von verabsolutierenden Interpretationen.

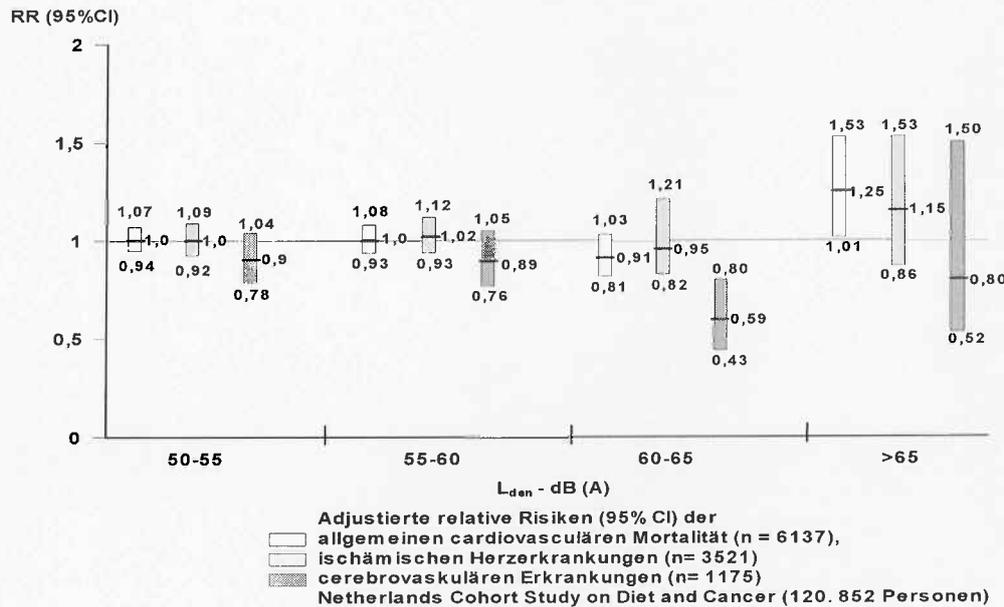


Abb. 3: Adjustierte relative Risiken (95 % CI) für die Beziehungen von kardiovaskulärer Mortalität und Straßenverkehrslärm in den Niederlanden (Cohortenstudie zu Diät und Krebs, 120.852 Personen), BEELEN et al. 2009

Auf die Ergebnisse von SCHRECKENBERG et al. (2009b) wurde bereits hingewiesen, die keine Beziehung zwischen Lärmbelastungen und Erkrankungen jeglicher Art um den Flughafen Frankfurt feststellen konnten. In den letzten Jahren wurden, auf der Grundlage der vorhandenen Studien mehrere Meta-Analysen der Beziehung zwischen Lärm und insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, dabei besonders zur Hypertonie veröffentlicht.

VAN KEMPEN et al. (2002) analysierten 43 epidemiologische Studien von 1970 bis 1999 und fanden durchaus relevante Beziehungen insbesondere zum Blutdruck, wobei methodische Probleme, wie die Charakterisierung der tatsächlichen Lärmbelastung, die Berücksichtigung von Confoundern und der so genannte Publikations-Bias (Veröffentlichung meist nur positiver Ergebnisse) nach Angabe der Autoren die Beurteilung zu diesem Zeitpunkt erheblich einschränken. In dem letzten Jahrzehnt wurde eine Reihe größerer Studien durchgeführt, die aber weitgehend die gleichen Probleme haben, die Ergebnisse zum Risiko bewegten sich in gleichen Bereichen wie die vorhergehenden Studien.

Anfang 2006 legte BABISCH eine Analyse von insgesamt 61 seit 1968 publizierten Arbeiten zur statistischen Assoziation zwischen der akustischen Belastung durch Luft-, Schienen- und Straßenverkehrslärm einerseits und Blutdruck/Bluthochdruck sowie ischämischen Herzerkrankungen andererseits vor (siehe auch Tab. 8). Zusammenfassend konstatiert Babisch, dass es keinen epidemiologischen Beweis für eine Steigerung des Blutdrucks durch Verkehrslärm gäbe. Dies trifft auch auf die Hypertonie bei akustischer Belastung zu. Babisch konstatiert 'Across all studies no consistent pattern of the relationship between the community noise and prevalence of hypertension can be seen.' (S. 29).

Babisch schreibt, dass die Evidenz einer Assoziation zwischen Lärm und ischämischen Herzerkrankungen im Vergleich zu einer vorausgegangenen Analyse größer geworden ist, auch wenn die einzelnen Arbeiten keine signifikanten Erhöhungen zeigen. Während das Risiko ischämischer Erkrankungen durch äquivalente

Tagespegel von weniger als 60 dB(A) nicht beeinflusst wird, nimmt dieses bei höheren akustischen Belastungen relativ konsistent zu (*'a higher IHD risk was relatively consistently found in the studies'*). Das Signifikanzniveau nimmt jedoch auch zu, wenn Wohndauer, Raumaufteilung und Fensteröffnungsverhalten berücksichtigt werden. Konsistent ist hier auch die Assoziation mit der subjektiven Belästigung, wobei die relativen Risiken zwischen 0.8 und 2.7 variieren, wobei die Ergebnisse auf Grund methodologischer Probleme eine geringere Validität haben. (*'However, these findings may be of lower validity due to methodological issues'* BABISCH 2006).

Tab. 8: Prävalenz bzw. Inzidenz des Myokardinfarkts in 2 deskriptiven bzw. 4 analytischen Studien. Odds-Ratios berechnet für die einzelnen Pegelkategorien, die einzelnen Studien und für die gepoolten Daten (BABISCH 2006)

L _{day} [dB(A)]	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	N
Deskriptive Studien							
Caerphilly	1.00	1.00 (0.58-1.71)	0.90 (0.56-1.44)	1.22 (0.63-2.35)			2512
Speedwell	1.00	1.00 (0.57-1.83)	1.22 (0.70-2.12)	1.07 (0.59-1.94)			2348
Gesamt	1.00	1.00 (0.68-1.50)	1.02 (0.72-1.47)	1.14 (0.73-1.76)			
		p = 0.96	p = 0.41	p = 0.77			
Analytische Studien							
Berlin I		1.00	1.48 (0.57-3.85)	1.19 (0.49-2.87)	1.25 (0.41-3.81)	1.76 (0.11-2.85)	243
Berlin II		1.00	1.16 (0.82-1.65)	0.94 (0.62-1.42)		1.46 (0.77-2.78)	4035
Berlin III		1.00	1.01 (0.77-1.32)	1.13 (0.86-1.49)			4115
Caerphilly/Speedwell		1.00	0.65 (0.27-1.57)	1.18 (0.74-1.89)			3850
Gesamt		1.00	1.05 (0.86-1.29)	1.09 (0.90-1.34)	1.19 (0.90-1.57)	1.47 (0.79-2.76)	
N		12 343 (100 %)	12 343 (100 %)	12 343 (100 %)	8 393 (68 %)	4 278 (35 %)	
Untersuchte			p = 0.57	p = 0.87	p = 0.84	p = 0.90	

Die Zusammenfassung der Untersuchungen erfolgte getrennt für zwei Studientypen und beschränkte sich auf die männlichen Teilnehmer. Die Teilnehmer der beiden deskriptiven Studien wurden 3, die der analytischen Studien 3-5 Belastungsstufen mit der Klassenbreite 5 dB(A) zugeordnet (Tab. 8). Da die 95 % Confidenzintervalle immer den Wert 1 umfassen, sind die nur gering erhöhten Odds-Ratios in keinem Fall signifikant, weder für die einzelnen Studien noch für die gepoolten Daten (Tab. 8).

Mit dem *kategorialen* Herangehen wurde keine relevante Beziehung festgestellt, wobei von den Autoren – und das ist überhaupt ein wesentliches Problem unterschiedlicher Lärmwirkungsforschung – auf die unterschiedlichen Lärmdaten hingewiesen wurde. Es ist ja selten der tatsächliche gemessene äquivalente Lärmpegel, sondern in den einzelnen Ländern unterschiedlich berechnete Lärmbeschreibungen mit unterschiedlichen „Penalrys“ für bestimmte Tageszeiten oder andere Bedingungen, die als Bezugsgröße für die Lärmbelastung dienen. Das führt auch dazu, dass in einem Regressionsansatz zwar diese Unterschiede verringert werden, aber die Aussage, bezogen auf z. B. 10 dB(A), nur eine errechnete Größe ist. So wird auch von den Autoren Babisch und van Kamp festgestellt, dass unklar ist, ob die gewichteten Lärmindikatoren mit Zuschlägen tatsächlich adäquat die physiologischen Reaktionen widerspiegeln. Für einen Vergleich und eine Wertung dieser Lärmparameter wäre eine ganze Reihe von konkreten Informationen z. B. zur Häufigkeit des Fluglärms und in bestimmten Zeiten erforderlich. Es wird von den Autoren Babisch und van Kamp festgestellt, dass keine einfache, generalisierte oder in bestimmten Zeiten empirisch unterstützte Dosis-Wirkungs-Beziehung festgestellt werden kann für die Beziehung zwischen Fluglärm und kardiovaskulärem Risiko aufgrund methodischer Differenzen zwischen den Studien (Lärmeinschätzung, Lärmindikatoren, Definition der Hypertonie) und dem Fehlen von kontinuierlichen oder semikontinuierlichen Lärmdaten in den entsprechenden Publikationen. Deshalb kann auch keine Antwort gegeben werden zu einer möglichen Effektschwelle. Es wird geschlossen, dass die beschriebene Beziehung zwischen Fluglärm und Hypertonierisiko vorläufig ist aufgrund der Limitationen der entsprechenden Studien. Es werden weitere Studien zur besseren Bewertung des Risikos gefordert (BABISCH und van KAMP 2009).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Lärm wie andere unspezifische Stressoren zu einer Blutdruckerhöhung/auch Hypertonie führen kann. Eine Dosis-Wirkungs-Beziehung mit einer möglichen Schwelle ist jedoch in dem Bereich von Verkehrslärm auf der Grundlage der bisherigen Studienergebnisse nicht wissenschaftlich beweisbar.

Die medizinisch-wissenschaftliche Literatur geht davon aus, dass im Vergleich zu anderen Risikofaktoren Lärm – wenn überhaupt – ein geringes zusätzliches Risiko darstellt. Die Mitautorin von Herrn Greiser in der Medikamentenstudie (2006), um den Flughafen Köln/Bonn, Frau Dr. JANHSEN, ist Erstautorin des Hefts 43 „Hypertonie“ der Gesundheitsberichterstattung des Bundes, herausgegeben vom Robert-Koch-Institut im Jahre 2008. Die Gesundheitsberichterstattung des Bundes liefert daten- und indikatorengestützte Beschreibungen und Analysen zu allen Bereichen des Gesundheitswesens. Es wird ein Überblick zur Hypertonie einschließlich der Risikofaktoren, Begleitfaktoren, der Risikostratifizierung und Prognose gegeben. Der Lärm taucht in der gesamten Arbeit nicht auf, weder als Risiko noch als Begleitfaktor oder als

Präventionsziel. In den klinischen Anleitungen und Hinweisen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen der wissenschaftlichen medizinischen Gesellschaft wird der Lärm als Risikofaktor nirgends aufgeführt. Das trifft auch auf die Leitlinien zur Hypertonie und zu anderen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, z. B. der Deutschen Hochdruckliga, der American Heart Association, der Europäischen Leitlinien zur Hypertonie u. a. zu.

Da es durchaus ein gering (im Vergleich zu anderen Risikofaktoren) erhöhtes Risiko unter Lärm für Herz-Kreislauf-Erkrankungen gibt, ist es bedauerlich, dass der Lärm in den großen nationalen und internationalen medizinischen Langzeitstudien im Herz-Kreislauf-Bereich mit der Erfassung und Beobachtung von relevanten Risikofaktoren nicht berücksichtigt wird.

Dies ist umso bedauerlicher, da die Hinweise sich tatsächlich verdichten, dass Lärm vor allem für die Hypertonie-Entstehung und möglicherweise auch für den Erhalt einer Hypertonie bedeutungsvoll sein kann. Unklar ist nach wie vor die Lärmschwelle, bei der von einer erhöhten Gefährdung auszugehen ist, die bei der Grenzwertsetzung zu berücksichtigen wäre.

In der Bevölkerung und zum Teil auch in der Lärm-Wirkungs-Forschung werden unterschiedliche Erkrankungsgruppen in Zusammenhang mit Lärm-Einwirkung diskutiert. Es besteht weitgehend Einigkeit, dass es keine gesicherten Erkenntnisse zwischen Lärm und ärztlich diagnostizierten weiteren Erkrankungen/Erkrankungsgruppen gibt. Dies trifft auch auf Krebserkrankungen zu, die im Zusammenhang mit Informationen von Herrn Greiser intensiver diskutiert werden.

Es sind mir keine Daten aus Bundesländern mit Krebsregistern bekannt, die eine Beziehung zum Lärm vermuten lassen. Auch aus anderen Ländern liegen keine verwertbaren Ergebnisse vor. SHEN et al. (2001) fanden bei Bewohnern um Flughäfen in den USA keine erhöhte Krebsrate bei Datensätzen von 1987 bis 1997 (über 300.000 Krebsfälle). Diese Studie um Flughäfen in Illinois erbrachte umgekehrte Beziehungen zwischen Entfernung vom Flughafen und Krebserkrankungen. In der dem Flughafen am nächsten liegenden Studienregion war das Auftreten von Krebserkrankungen gegenüber einer Referenzregion seltener. Je weiter die untersuchte Region vom Flughafen entfernt war, desto höher lag das Risiko. Auch für den Brustkrebs scheint sowohl für weiße als auch für farbige Frauen eine negative Beziehung zu bestehen. Die Untersuchungen wurden mit dem Schwerpunkt Luftverunreinigungen durch Flughäfen durchgeführt. Da die Gruppen entsprechend des Abstandes von den Flughäfen gewählt wurden, spielt natürlich der Lärm auch eine Rolle.

Die Arbeit von VISSER et al. (2005) befasst sich mit der Untersuchung des Einflusses von Emissionen des Flugverkehrs auf Krebserkrankungen und betrachtet auch den Lärm. In der Studie werden zur Zuordnung der Flugverkehrsbelastungen, da keine entsprechenden Gefahrstoffmessungen vorliegen, die berechneten Fluglärmkarten verwendet. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis: „The major finding of our study is that total cancer incidence in the area around Schiphol airport was almost equal to the national cancer incidence (SIR 1.02)“. („Das Hauptergebnis unserer Studie ist, dass die totale Krebsinzidenz im Gebiet um den Flughafen Schiphol beinahe gleich der nationalen Krebsinzidenz ist“, Übersetzung der Autor). Es wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse vorgestellt hinsichtlich Region, betrachtetem Zeitabschnitt und Geschlecht. Hämatologische Krebserkrankungen sind mit einer SIR (standardized incidence ratio) von 1,12 signifikant

erhöht, Krebserkrankungen der Atemwege signifikant vermindert. Es werden durch die Autoren weitere Untersuchungen gefordert.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der gegenwärtige Wissensstand zum Zusammenhang zwischen chronischer Lärmbelastung und

- ❖ Schwerhörigkeit nachgewiesen,
- ❖ einzelnen Herz-Kreislauf-Erkrankungen als „begrenzt bis hinreichend (sufficient)“ nachgewiesen, am Überzeugendsten ist die Datenlage zur Hypertonie,
- ❖ Hormon- und Stoffwechseleränderungen als „begrenzt“ (limited) nachgewiesen,
- ❖ den anderen, oben genannten weiteren Erkrankungen „fehlend bis begrenzt“ nachgewiesen ist.

Es ist anzunehmen, dass der Nachtverkehrslärm eine größere Bedeutung als der Taglärm für insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen/Hypertonie hat. Es gibt sehr wenige Untersuchungen, die Lärmwirkungen in unterschiedlichen Nachtphasen untersuchen. Es deutet sich an, dass insbesondere Lärm in der zweiten Hälfte der Nacht eine stärkere Auswirkung hat.

Eine Kausalität zwischen Lärm und extraauralen Erkrankungen ist noch nicht hinsichtlich einer Gefährdungsschwelle ausreichend bewiesen, jedoch sind aufgrund der Datenlage Schutzmaßnahmen erforderlich. Dies wird auch in dem Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ umgesetzt. Die vorgeschlagenen Beurteilungswerte berücksichtigen auch die gegenwärtigen Erkenntnisse zu negativen Auswirkungen von Lärm auf die Gesundheit.

C. Lärm und Schlafstörungen

In den Fachbeiträgen „Medizin und Umwelthygiene“ wird auf die unterschiedlichen Kriterien zum Nachweis einer Schlafstörung sowie auf wesentliche wissenschaftliche Ergebnisse Lärm und Schlaf eingegangen. Schlafstörungen lassen sich am besten, aber auch am aufwändigsten mit Untersuchungen des Elektroenzephalogramms (EEG) nachweisen.

Im Allgemeinen 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 Aufweckreaktionen geschieht.

Dabei werden in der wissenschaftlichen Literatur sehr unterschiedliche Prozesse als Aufwachreaktionen bezeichnet. In vielen Fällen werden Veränderungen so genannter „Arousal-Reaktionen“ als „Aufwachreaktionen“ angegeben. Dies sind in elektrophysiologischen Parametern, z. B. dem Elektroenzephalogramm, nachweisbare Veränderungen der Gehirnströme, die einer Aktivierungsreaktion entsprechen. Solche Reaktionen können im normalen Schlaf mehr als 20-mal / Stunde auftreten, je nachdem

wie man sie definiert. In der DLR-Labor- und Feldstudie (siehe unten) werden als Aufweckreaktionen der Wachzustand (nicht der erinnerbare, sondern der aus elektrophysiologischen und vegetativen Veränderungen ablesbare) und das Schlafstadium S 1 zusammengefasst. Während die Arousal sich in den Hirnströmen nur wenige Sekunden zeigen, wird diese physiologische Aufwachreaktion definitorisch mit mindestens 15 Sekunden Dauer angesetzt. Es wird von der Hypothese ausgegangen, dass das Schlafstadium S 1 und die elektrophysiologisch nachweisbaren Vorgänge einer Aktivierung 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 nur bei besonderer Betonung von Vorsichtsaspekten nachzuvollziehen. Diese physiologisch definierten Wachphasen aus bestimmten Merkmalen des EEG und in dieser Dauer sind auch im ungestörten Schlaf häufig. So fanden BASNER et al. (2004) eine durchschnittliche Anzahl pro Person von $24,4 \pm 9,3$ solcher Wachphasen im Labor, die aber meist nicht am Morgen erinnerbar sind. Die mathematische Berechnung der den Lärm zuzuordnenden EEG-Veränderungen ist nicht einfach. Es gibt unterschiedliche Herangehensweisen, unterschiedliche Hypothesen zur Berechnung. Deshalb fand 2006 ein Kolloquium in Zürich statt, bei dem die DLR-Berechnungsform bestätigt wurde (BRINK et al. 2006).

Erinnerbare Phasen dieser Aktivierungszustände müssen mindestens 3 bis 4 Minuten dauern. Bei diesen Häufigkeiten ist die Frage zu stellen, wann eine gesundheitliche Gefährdung beginnt. EEG-Arousals, von manchen 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.

Bei dem Begriff der Aufweck- bzw. Aufwachreaktion ist demnach deutlich zu machen, wovon man spricht. Arousals mit wenigen Sekunden Dauer haben wahrscheinlich keine wesentliche langfristige Wirkung, physiologische Aufwachreaktionen an Hand von EEG-Veränderungen mit etwa 15 Sekunden Dauer könnten bei gehäuftem Auftreten durchaus Effekte am Folgetag haben, was jedoch bisher auch noch nicht bewiesen ist, Langzeiteffekte sind bisher nur hypothetisch anzunehmen (BRINK et al. 2006). Erinnerbares Aufwachen hat auf alle Fälle eine Bedeutung für die subjektive Wertung der Schlafqualität. Es ist auch anzunehmen, dass bei Schwierigkeiten des Wiedereinschlafens zusätzliche negative Effekte am Folgetag auftreten können, und es besteht die Hypothese, dass daraus Langzeiteffekte entstehen können.

2001 bis 2010 wurden Ergebnisse der so genannten DLR-Nachtfluglärm-Studie publiziert, den bisher größten experimentellen Untersuchungen im Labor und im Feld zu Wirkungen von Fluglärm in der Nacht (z. B. BASNER et al. 2004, 2006, HUME 2008, BASNER et al. 2010), auf die auch im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene Bezug genommen wurde. Schwerpunkt dieser Untersuchungen liegt auf der physiologischen Aufwachreaktion als Kriterium für Begrenzungswerte. Es werden jedoch auch nahezu alle relevanten primären und sekundären Wirkungen unter Nachtlärm untersucht. Auf der Grundlage der physiologischen Aufweckreaktionen wurde ein Konzept für den Flughafen Leipzig-Halle entwickelt, das verhindern soll, dass in einer Nacht durch Fluglärm eine zusätzliche Aufweckreaktion ausgelöst wird, d.h. zusätzlich zu den physiologischen, lärmunabhängigen etwa 24 Aufweckreaktionen in einer Nacht. Statistisch schwanken diese normalen Reaktionen in der Nacht um 9 Ereignisse zwischen 15 und 33 physiologischen, d. h. normalen

Reaktionen. Es ist nicht bekannt, welchen Effekt ein „zusätzliches Ereignis“ auf die sekundären und tertiären Wirkungen haben könnte. Unter Vorsorgeaspekten wurde dies einfach festgelegt.

Bei bisherigen Regelungen durch Verordnungen oder Vorschlägen um Flughäfen wird ein Dauerschallpegel und/oder eine Maximalpegelhäufigkeit herangezogen. Bei diesem Herangehen für den Flughafen Leipzig/Halle wird auf der Grundlage einer konkreten wissenschaftlichen Untersuchung ein Wirkungskriterium, ein zusätzliches lärmbedingtes Aufwachen, im EEG für die Ableitung von Schutzmaßnahmen gewählt.

Diesem Konzept liegen zugunsten der Betroffenen weitere Vorsorgegesichtspunkte zugrunde, die einem 3- bis 4-fach erhöhten Schutzniveau entsprechen:

- ❖ es wurde das Schlafverhalten eher lärmempfindlicher Personen untersucht,
- ❖ der Schlafstufenwechsel nach S1 wird bereits als Aufwachen gewertet,
- ❖ es wird für die gesamte Nacht das empfindlichste Stadium S2 gewählt,
- ❖ es wird für die gesamte Nacht die empfindlichere 2. Hälfte zugrunde gelegt,
- ❖ die Berechnungen erfolgten auf der Basis der 6 verkehrsreichsten Monate,
- ❖ es wurde ein Malus von 1.4 dB(A) in der zweiten Nachthälfte gesetzt
- ❖ alle Ereignisse ab $L_{Amax} = 33$ dB(A) wurden berücksichtigt. In bisherigen experimentellen Studien (auch der DLR-Laborstudie) wurden jedoch Pegel unter 45 dB(A) kaum eingesetzt, da man von ihrer biologischen Irrelevanz ausging.

Es wird demnach keine Worst-Case-Berechnung für die denkbar ungünstigste Möglichkeit vorgenommen, eine solche Berechnungssituation kann überhaupt niemals auftreten. Nach SAMEL (2006) werden präventivmedizinische Annahmen getroffen, wodurch eine Überschätzung der Aufwachwahrscheinlichkeiten zustande kommt, die zu einer Differenz von ungefähr 12 dB(A) zur real zu erwartenden Aufwachreaktion der untersuchten Population führen.

Es werden unter präventivmedizinischen Gesichtspunkten Annahmen getroffen, die es erlauben, die Ergebnisse auf einen großen Teil der Bevölkerung zu übertragen, für die die DLR-Studie selbst nicht repräsentativ war.

In der Tabelle 9 sind die Pegel mit ihren Häufigkeiten genannt, die in der Labor- oder Feldstudie zu einem solchen zusätzlichen Aufwachen führen. Es ist zum Beispiel zu entnehmen, dass 2,6 Fluglärmereignisse pro Nacht von 70 dB(A) im Labor, 11,3 Ereignisse im Schlafzimmer in einer Nacht ein zusätzliches EEG-Aufwachen bedingen. Wird das Modell der Cortisolzunahme von Spreng verwendet, was auch den Synopsewerten zugrunde lag, dann sind es 6 x 70 dB(A) Einzelereignisse, die zu einem relevanten Cortisolanstieg führen (Tabelle 9).

Der Wert von 53 dB(A) ist markiert, da im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene 13 x 53 dB(A) als Begrenzungswert in der Nacht innen vorgeschlagen wird, außerdem ein Wert von 1 x 65 dB(A). Die im EEG nachgewiesene Anzahl für ein zusätzliches Aufwachen in einer Nacht liegt deutlich darüber. Auf die Schlafdauer, das Cortisol, negative Effekte am nächsten Morgen und Tag hatten sowohl die Lärmbelastungen im Labor als auch im Feld in der DLR-Studie geringe Effekte. Die Wirkungen, die unter

normalen Schlafbedingungen erfasst worden sind, waren grundsätzlich geringer als die laborbezogenen Effekte.

Tab. 9: Anzahl von Überflügen, die in der DLR-Labor- und in der Feldstudie zu genau einer durch Fluglärm verursachten physiologischen Aufwachreaktion führten. Zum Vergleich die mit dem Cortisolmodell berechnete tolerable Anzahl von Überflügen bei verschiedenen äquidistant einwirkenden Maximalpegeln am Ohr des Schlafers während 8 Nachtstunden (SPRENG 2002).

$L_{AS, max}$	Zulässige Anzahl von Ereignissen für		
	ein zusätzliches durch Fluglärm bedingtes Aufwachen		Cortisolzunahme (gerundet)
	Laborstudie	Feldstudie	
80			4
70	2.6	11.3	6
65	3.5	13.7	7
60	5.0	17.2	8
56	6.8	20.4	8
55	7.4	21.7	11
53	8.6	24.4	13
50	10.1	29.4	13
45	15.9	43.5	18
40	-	76.9	23

In der Synopse (GRIEFAHN et al. 2002) wird vom so genannten Cortisol-Modell zur Ableitung von Maximalpegelhäufigkeiten als Begrenzungswerte ausgegangen, sie wurden auch anhand der Aufweckreaktionen der DLR-Ergebnisse überprüft. Die DLR-Studie bestätigte die Auffassungen der Synopseautoren, dass die äquivalenten Dauerschallpegel eine nachrangige Rolle spielen. Es wurden sowohl in der Labor- als auch in der Feldstudie keinerlei signifikante Auswirkungen auf Wirkungen im Schlaf und am Folgetag in Abhängigkeit vom Dauerschallpegel festgestellt. Da der L_{eq} jedoch bedeutungsvoll für das Wiedereinschlafen nach Aufwachen sein kann, schlugen die Autoren der Synopse vor, auch noch den L_{eq} bei Bedarf heranzuziehen. Dies wird auch im deutschen FlugLärmG angewandt. Auch Lärmschutzmaßnahmen können den Dauerschallpegel einbeziehen. Auch im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ wird neben der Maximalpegelhäufigkeit ein begrenzender Dauerschallpegel vorgeschlagen.

Neben Aufweckreaktionen und Hormonveränderungen wurden auch andere Kriterien zur Ableitung von Begrenzungswerten herangezogen. Auch selbst berichtete Schlafstörungen wurden untersucht. MIEDEMA und VOS (2007) analysierten 24 Feldstudien, die Nachtpegelbelastungen lagen zwischen 44 und 65 dB(A). Sie fanden bei 50 dB(A) etwa 8 % erheblich Schlafgestörte, bei 55 dB(A) 10 %, für Schlafstörungen ohne qualitative Abstufung sind es bei 50 dB(A) etwa 11 % bei 55 dB(A) etwa 16 %.

HUME (2008) fasste in seinem Übersichtsreferat zum 9. Internationalen Kongress „Lärm und Public-Health-Probleme“ (ICBEN) die Ergebnisse der letzten Jahre hinsichtlich Schlafstörungen durch Lärm zusammen und gab einen Ausblick auf die nächsten fünf Jahre. Er betonte, dass die wesentliche Entwicklung der Erkenntnisse auf diesem Gebiet in den letzten fünf Jahren die Ergebnisse der DLR-Studie sind. Von Hume wurde auch die Frage des Dauerschallpegels und Einzelpegels diskutiert. Die Verwendung von Einzelpegeln wurde vor allem auch damit begründet, dass der Dauerschallpegel für die Betroffenen eine zu geringe Nachprüfbarkeit hätte. Der Dialog und die Überprüfbarkeit von Vorgaben seien ein zunehmend wichtiger Faktor. Dies ist auch eine Schwierigkeit der Anwendung der DLR-Ergebnisse generell bei Flughäfen und für den Flughafen Leipzig/Halle speziell. Von Hume wurde auch betont, dass trotz aller Anstrengungen und Arbeit der letzten Jahre gegenwärtig keine Aussage zu den Langzeiteffekten eines gestörten Schlafes machbar sind. Er betonte die Notwendigkeit von sowohl epidemiologischen als auch experimentellen Forschungsansätzen. Es wird auch festgestellt, dass kaum Aussagen zu den Wirkungen von Schlafstörungen bei vulnerablen Gruppen, insbesondere Kranke, Ältere, Kinder, vorhanden sind.

In einer zusammenfassenden Bewertung von Feldstudien kommen MICHAUD et al. (2007) zur Feststellung, dass die Übertragbarkeit dieser unterschiedlichen Ergebnisse von Nachtlärmstudien auf die Bevölkerung schwierig ist aufgrund der individuellen Unterschiede, den divergierenden Methoden und analytischen Herangehensweisen. Die Beziehung (Varianz) der Reaktionen in der Nacht zu der Höhe des Fluglärms ist gering. Die Autoren kommen zu der Feststellung, dass Schlafstörungen durch nächtliche Fluglärmbelastungen im Feld nicht dramatisch sind, Schlafstörungen nur gering in Beziehung zur Außenlärmbelastung stehen. Aufwachreaktionen stehen stärker mit dem Innen- als dem Außenlärm in Beziehung. Es wird unterstrichen, dass spontane und nicht dem Fluglärm zuzuschreibende Aufwachreaktionen sehr viel häufiger sind als fluglärmbedingte.

Neuere Erkenntnisse zu den Maximalpegelhäufigkeiten in der Nacht gibt es nicht. Im Vordergrund der Forschung der letzten Jahre standen epidemiologische Untersuchungen, die sich nahezu ausschließlich auf die Dauerschallpegel auch in der Nacht konzentrierten, da Maximalpegel und ihre Häufigkeit bei diesem Ansatz den Studien nicht zur Verfügung standen. Deshalb sind nach wie vor die auf der Grundlage der Aufwachreaktionen und des Cortisolmodells abgeleiteten Begrenzungswerte für die Maximalpegelhäufigkeiten relevant.

Im Rahmen des Anti-Lärm-Pakts des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt/Main wurden wirkungsbezogene Fluglärmindizes vorgeschlagen, die von SCHRECKENBERG et al. (2009a) begründet wurden. Der Frankfurter Fluglärmindex (FFI) und der Frankfurter Nachtindex (FNI) haben nicht das Ziel, „das Belastungsausmaß für einzelne Personen zu bestimmen oder Grenzwerte zu formulieren, die eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch die Fluglärmbelastung für den Einzelnen markieren“. Es sollen u. a. die Entwicklung verfolgt, die Auswirkungen von aktiven Schallschutzmaßnahmen geprüft, vergleichbare Bewertungsmöglichkeiten zur Abwägung von Vor- und Nachteilen aktiver Schallschutzmaßnahmen vorgenommen und regionale Lärmobergrenzen definiert werden. Der FNI beruht auf den DLR-Untersuchungen und bezieht ein Gebiet ein, in dem mit mindestens 0,5 zusätzlichen lärmbedingten

Aufwachreaktionen zu rechnen ist. Wie oben bereits angeführt, hat der FNI einen anderen Charakter, als er in dem Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ dargestellt wurde.

Im Folgenden soll auf die im Oktober 2009 durch die WHO veröffentlichten „Night Noise Guidelines“ (NNG) intensiver eingegangen werden, da Handlungsziele für Verkehrslärm vorgeschlagen werden und damit auch die Diskussion in der Lärmwirkungsforschung angeregt wurde. Dieses Dokument beruht auf einem Forschungsbericht einer Expertengruppe. Bereits 1999 veröffentlichte die WHO Guidelines for Community Noise, die jetzigen Empfehlungen werden komplementär zu dieser Veröffentlichung angesehen. Empfehlungen für die Mitgliedsstaaten von 1999 werden als nach wie vor valide und relevant betrachtet, obwohl sich Beurteilungswerte verändert haben (siehe unten). Der Forschungsbericht von einem ausgewiesenen internationalen Expertengremium durchlief einen WHO-internen und –externen Begutachtungsprozess (BABISCH 2009 und 2010). Es erfolgte eine umfangreiche Einbeziehung von Literatur in die Diskussion, die sich sowohl mit Kriterien von Schlafstörungen, den grundsätzlichen Beziehungen zwischen Schlaf und Gesundheit, Effekten des Nachtlärms auf den Schlaf, den Wirkungen von Nachtlärm auf Gesundheit und Wohlbefinden befasste. Die aufgeführten Ergebnisse und Teilkapitel tragen natürlich die Handschrift der entsprechenden Autoren, weitgehend wurde die Literatur bis 2008 berücksichtigt.

Wie vom WHO-Regionaldirektor für Europa Marc Danzon betont, handelt es sich bei diesen Guidelines weder um Standards noch gesetzlich bindende Kriterien. Es wird ein Leitfaden zur Reduzierung negativer gesundheitlicher Auswirkungen durch Nachtlärm auf der Grundlage von Expertenmeinungen und der wissenschaftlichen Erkenntnis vorgelegt. Es wird kritisch der gegenwärtige Wissensstand zu den Beziehungen von Nachtlärm und gesundheitlichen Auswirkungen referiert, auch noch vorhandene Defizite der Erkenntnis diskutiert. Dem ist weitgehend zuzustimmen.

Für die Beurteilung des Nachtlärms wird ein nächtlicher Mittelungspegel (L_{night}) verwendet. Dies entspricht auch der in Deutschland und Österreich üblichen Verfahrensweise, um einem Tag- und Nachtpegel zu unterscheiden. Dieser L_{night} gilt für acht Stunden. Maximalpegel und deren Häufigkeiten werden als Grenz- oder Zielwerte nicht einbezogen, bei der Ableitung von L_{night} spielen sie eine Rolle (siehe unten). In den Community Noise Guidelines von 1999 wurden Immissionsschallpegel von 45 dB(A) außerhalb der Wohnungen und 30 dB(A) innen als Zielwerte zur Vermeidung von Schlafstörungen genannt, die nicht überschritten werden sollten. Diese Zielwerte werden mit dem jetzigen Dokument auf 40 dB(A) reduziert. Begründet wird dies mit neuen Erkenntnissen insbesondere von PASCHIER-VERMEER et al. (2002) und der DLR-Studie (BASNER et al. 2004), wobei die DLR-Studie insgesamt mit ihren sehr umfangreichen Ergebnissen sehr kurz weg kommt und gerade für die Dauerschallpegel in der Nacht keine wesentliche Wirkungsabhängigkeit festgestellt hat. Deshalb unterstützen besonders diese Studien jedoch nicht die Ableitung dieses neuen Richtliniengrenzwertes.

Für die „primäre Prävention von subklinischen adversen Gesundheitswirkungen in Folge nächtlicher Lärmbelastung“ (BABISCH 2010) wird ein Mittelungspegel außen in der Nacht von 40 dB(A) als Richtwert empfohlen. Er wird als Grenzwert angesehen, „der notwendig ist, um die Allgemeinbevölkerung einschließlich der empfindlichsten Gruppen, wie Kinder, chronisch Kranke und Ältere, vor den adversen Wirkungen des Nachtlärms zu schützen“ (BABISCH 2010). Weiterhin wird ein Interimszielwert von 55 dB(A) außen in der

Nacht als Minimalziel angegeben, wenn die 40 dB(A) kurzfristig nicht zu erreichen sind. Dieser Wert schützt empfindliche Gruppen nicht hinreichend. Es wird grundsätzlich von einer Differenz außen/innen von 21 dB(A) ausgegangen, bei gekippten Fenstern von 15 dB(A). Dies bedeutet, dass im Durchschnitt in den Innenräumen bei Realisierung dieses Richtwertes 19 dB(A) angestrebt werden. In der DLR-Studie wurden im Feld in den Schlafzimmern als Hintergrundspiegel 34 dB(A) gemessen, im Labor besteht meist ein Hintergrundspiegel von 30 dB(A), häufig höher.

Für die Bewertung der Wirkungen wird das Konzept der Toxikologie mit einer No Observed Effect Level (NOEL) und No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) verwendet. In der Toxikologie ist NOEL die höchste Konzentration eines Gefahrstoffes, bei dem gerade noch keine Reaktion auftritt, die ursächlich diesem Gefahrstoff zuzuordnen ist. NOAEL ist die Konzentration, bei der adverse Effekte dieses Gefahrstoffes gerade noch nicht vorhanden sind. Unter advers werden mögliche gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen verstanden. Dieses Konzept wird überwiegend in Laboruntersuchungen bei Gefahrstoffen angewandt, als Effektvariable werden objektivierbare, meist somatische Veränderungen genutzt. Die dabei angewandten genau zu definierenden (Labor-)Untersuchungsbedingungen lassen einen Schluss auf die tatsächlichen untersuchten Gefahrstoffwirkungen zu. Bei Lärmwirkungen haben wir meist eine andere Situation. Die Definition, was advers ist, erfolgt nicht einheitlich. Teilweise werden in diesem Bericht Lärmschwellen verwendet, bei denen Reaktionen überhaupt auftreten können, ohne nach der Adversität zu fragen.

Bis 30 dB(A) wird für Nachtlärm das NOEL gesehen, 40 dB(A) als NOAEL. Zwischen 40 und 50 dB(A) wird davon ausgegangen, dass vulnerable Gruppen deutlich stärker betroffen sind. Diese 40 dB(A) beziehen sich demnach auf Risikogruppen und nicht auf die Allgemeinbevölkerung. Hier sind politische Entscheidungen erforderlich.

Als vulnerable Gruppen werden Kinder, Ältere, Schichtarbeiter, kranke Personen, Personen mit chronischen Schlafstörungen, Personen, die am Tag ruhen müssen, Menschen mit Tendenzen zur Depression, leicht störbare Schläfer, Schwangere, Personen mit hoch ausgeprägter Angst und hohem Stressniveau bezeichnet. Wie teilweise in den einzelnen Kapiteln auch aufgeführt, ist die wissenschaftliche Erkenntnis zu den Lärmwirkungen, speziell Nachtlärmwirkungen, bei diesen unterschiedlichen Risikogruppen überhaupt nicht vorhanden, mangelhaft oder teilweise widersprechend. Zu einigen dieser Gruppen gibt es keine spezielle Erkenntnis zur Nachtlärmwirkung über die Zeit oder in experimentellen Studien. Es werden teilweise indirekte Begründungen herangezogen, die nicht besonders überzeugend sind, so bei Kindern, z. B. die Beziehungen zwischen Schlafstörungen und Atemwegsbeeinträchtigungen und ihre Folgen für die Leistung. Es ist unklar, was hier Henne und Ei ist, auch die Beziehungen zum Lärm sind unklar. Die Daten zu Älteren sind unterschiedlich, werden auch in diesen Empfehlungen als unterschiedlich interpretiert.

Wie die Autoren in der Einführung formulieren (Seite IX), ist der direkte Beweis von Effekten des Nachtlärms auf die Gesundheit in der wissenschaftlichen Literatur selten verfügbar, deswegen wird in diesen Richtlinien auf den indirekten Beweis zurückgegriffen und umfangreich die Beziehung zwischen Schlaf und Gesundheit sowie Schlafstörungen und Gesundheit dargestellt. Es wird dann geschlossen, dass, wenn Beziehungen zwischen Schlafstörungen und Beeinträchtigung der Gesundheit nachweisbar sind, auch Lärm zu gesundheitlichen Störungen führt.

Der $L_{\text{night}} = 40 \text{ dB(A)}$ ist aus den Diskussionen in den verschiedenen Kapiteln dieser Richtlinie nicht eindeutig nachzuvollziehen. Es werden unterschiedliche Wirkkriterien für eine Schlafstörung verwandt. Darauf ist in den Stellungnahmen und den Gutachten, die bisher vorliegen, bereits umfangreich eingegangen worden. Aus einer schwedischen Studie (ÖHRSTRÖM 2002, Abb. 1.7, Seite 11) dieser Richtlinien geht hervor, dass zwischen 37 bis 41 dB(A) nachts außen im Vergleich zu 47 bis 51 dB(A) hinsichtlich des Aufwachens, der Schlafqualität und auch der Einschlafschwierigkeiten keine wesentlichen Unterschiede bestehen. Aus der DLR-Studie (BASNER et al. 2004) (Seite 47 der Richtlinie) ist zu entnehmen, dass ab 35 dB(A) am Ohr des Schlafers Aufwachreaktionen im EEG beginnen und bei 73 dB(A) Maximalpegel etwa 10 % Aufwachreaktionen auftreten. 35 dB(A) innen bedeutet unter den verwendeten Kriterien der Differenz innen/außen in der NNGL 55 dB(A) außen. PASSCHIER-VERMEER (2002) findet auf der Grundlage von Körperbewegungen eine Schwelle bei 32 dB(A) Maximalpegel innen, bei 70 dB(A) treten etwa 7 % Körperbewegungen auf, bei 73 dB(A) etwa 10 %. Die Mehrzahl der Autoren untersuchen kaum Einzelpegel unter 45 dB(A). Von BASNER et al. (2004) wurden für Einzelpegel von 40 dB(A) im Feld 76,9 Ereignisse in einer Nacht errechnet, die zu einem zusätzlichen EEG-Aufwachen führen, von SPRENG (2002) auf der Grundlage der Cortisolzunahme 23 Ereignisse in einer Nacht. 55 dB(A) müssen im Feld 21,7-mal, im Labor 7,4-mal für ein zusätzliches EEG-Aufwachen auftreten, für eine Cortisolzunahme 11 Ereignisse. PASSCHIER-VERMEER et al. (Seite 50/51 der Richtlinie, Abb. 3.1) untersuchten verhaltensbezogenes Aufwachen, u. a. durch Drücken eines Knopfes. Demnach ist man tatsächlich aufgewacht. Aus der Abb. 3.1 geht hervor, dass bei einem Außen- L_{night} bis 45 dB(A) kaum ein zusätzliches Aufwachen im Jahr berechnet worden ist. Bei 55 dB(A) ist dies mit etwa 30 Aufwachreaktionen im Jahr auch noch sehr gering, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass im Mittel 600-mal spontanes Aufwachen pro Person berichtet wurde (Seite 51). Eine andere Störungsvariable ist die ausgeprägte Schlafstörung als subjektives Kriterium. Aus Abbildung 4.1 ist zu entnehmen (Untersuchungsergebnisse nur zwischen 45 und 65 dB(A)), dass bei etwa 45 dB(A) für unterschiedliche Verkehrslärmquellen unter 5 % stark Gestörte auftreten, bei 55 dB(A) in der Nacht außen sind es zwischen etwa 4 % bis 10 % für die unterschiedlichen Lärmquellen.

Es wird darauf hingewiesen, dass es kaum Studien zu den Beziehungen zwischen Nachtlärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen gibt. Auf die HYENA-Studie wurde oben bereits eingegangen. Es wird die Spandau-Studie erwähnt, die ebenfalls ein gering erhöhtes Risiko für Hypertonie in Beziehung zum Nachtlärm fand. Es wird geschlossen (Seite 77-79) aus dem NOAEL von 60 dB(A) für den Tag auf ein NOAEL von 50 dB(A) für die Nacht, was nur für den Straßenverkehr gelten sollte. Für Fluglärm ist die Datenlage deutlich schlechter (Seite 79). Diese Differenz zwischen Tag und Nacht von 10 dB(A) entspräche den üblichen Gepflogenheiten, ist jedoch nicht wissenschaftlich zu begründen.

Subjektive Schlafstörungen, vor allem Einschlafstörungen, wurden in einer japanischen Studie (Blatt 79) für Pegel L_{night} um 65 dB(A) gegenüber geringer belasteten Gruppen mit einem relativen Risiko von 1,4, bei 67 dB(A) 2,1 und bei 70 dB(A) von 2,8 beschrieben.

Es ist demnach aus den verwendeten Literaturangaben in dieser Richtlinie der $L_{\text{night}} 40 \text{ dB(A)}$ außen nicht nachzuvollziehen. Es wird von den Autoren selbst formuliert, dass es gegenwärtig nicht beantwortet werden kann, in welcher Beziehung die akuten Veränderungen durch Lärm in der Nacht (z. B. Schlafstörungen,

Beschwerden, Aufwachen im EEG, bewusst werdendes Aufwachen, Körperbewegungen) mit Langzeiteffekten stehen. Hormonuntersuchungen wurden nicht mit einbezogen. Es wird formuliert, dass gesundheitsbasierte Grenzen die Dosis-Wirkungs-Effekte einzelner Lärmereignisse und die Zahl dieser Ereignisse zu berücksichtigen haben, was zu unterstützen ist. Es wird vorgeschlagen, dass bewusstes Aufwachen ein adverser Effekt ist, dem ebenfalls zuzustimmen ist. Durchschnittlich treten nach den Autoren der Richtlinie 1,8 bewusst werdende Aufwachreaktionen pro Nacht ohne Lärm auf, advers wäre es dann, wenn durch Lärm eine zusätzliche Aufwachreaktion vorhanden wäre (Blatt 98). In den Untersuchungen von BASNER et al. (2006) trat erinnerbares zusätzliches Aufwachen bis 70 dB(A) Einzelpegel am Ohr des Schlafers nicht auf. Die Wiedereinschlafzeit (EEG-Aufwachen) war bei Einzelpegeln zwischen 45 und 65 dB(A) annähernd gleich. Hier handelt es sich um Fluglärm. In Ableitung der vorgeschlagenen Grenzwerte wird in diesen Richtlinien von der Schwelle für bewusstes Aufwachen von 42 dB(A) (NOEL) und einer Schwelle für Körperbewegungen von 32 dB(A) (NOEL) ausgegangen. Es werden weitere Untersuchungen gefordert, um diese Ausgangspunkte zu bestätigen. Davon wird der NOAEL von 42 dB(A) als gesundheitsrelevanter Maximalpegel abgeleitet. Für das subjektive Kriterium Schlafstörungen wird als NOAEL 42 dB(A) außen abgeleitet, d. h. innen ein Pegel bei gekippten Fenstern von 27 dB(A). Dies würde unterstützt werden durch die Untersuchung zur Körperbewegung, EEG-Aufwachreaktionen und bewusst werdendes Aufwachen.

Es wird auf die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen sowie auf einige Limitierungen hingewiesen, so die Möglichkeit der Habituation, die unklare Rolle des Taglärms.

Diese Guidelines stellen eine gute Darstellung des gegenwärtigen Erkenntnisstandes in der Lärmwirkungsforschung mit allen Unzulänglichkeiten und Unklarheiten dar und zeigen Handlungsempfehlungen und Handlungsziele.

Jeder Minderung von negativ wirkendem Schall, d. h. Lärm, in unserem Umfeld ist zuzustimmen. Demnach ist auch das Anliegen der WHO zur Lärminderung zu unterstützen. Wie bei den Richtlinien selbst formuliert, müssen dann natürlich andere Aspekte mit berücksichtigt werden, die für die Ableitung von Begrenzungswerten einzubeziehen sind. Aus meiner Sicht lässt sich aus der internationalen Literatur ein L_{night} von 40 dB(A) außen nicht begründen. Es gibt eine Vielzahl von Annahmen, Verallgemeinerungen, Ableitungen, Forderungen weiterer Untersuchungen. Es ist auch zu berücksichtigen, dass ein wesentlicher Teil der Bevölkerung in einem solchen Belastungsbereich wohnt, in den Niederlanden sind 82 % der Bewohner einem L_{night} über 40 dB(A) ausgesetzt (Seite 13 der NNG). In den ergänzenden Unterlagen des Fachbeitrages „Medizin und Umwelthygiene“ von 2010 bezieht sich Herr T. Haider auf BASNER (2009) und BASNER et al. (2010a und b), die aus der DLR-Studie gemessene Daten für den Außen- und Innenpegel zur Verfügung haben. Die daraus errechneten jährlichen durchschnittlichen zusätzlichen fluglärminduzierten Aufwachreaktionen für die einzelnen L_{night} -Außen-Zielwerte der WHO, bezogen auf die Spontanreaktionen, sind bei 30 dB(A) drei zusätzliche zu 8.760 Spontanreaktionen pro Jahr, bei 40 dB(A) 14 zusätzliche zu 8.760 Spontanreaktionen pro Jahr und bei 55 dB(A) 275 zusätzliche bei den angegebenen Spontanreaktionen im Jahr. In dem Frankfurter Nacht-Index (FNI), der bereits zitiert worden ist, wird von zusätzlichen 0,5 Aufwachreaktionen in einer Nacht ausgegangen. Nach T. Haider sind dies 183, die einem L_{night} außen von

etwa 53 dB(A) entsprechen. Dieser Frankfurter Nacht-Index ist, wie oben diskutiert, nicht als Grenzwert der Zumutbarkeit anzusehen.

Es wurde in der Erarbeitung der Richtlinie häufig auf die unterschiedlichen Wirkungen der verschiedenen Verkehrslärmquellen hingewiesen. Die Richtlinie schlägt jedoch einen Grenzwert für alle Verkehrslärmquellen vor, damit auch für die Gesamtlärmbelastung in der Nacht. Das Problem Gesamtlärm wird aber in der Richtlinie nicht diskutiert.

Wie mit der Gesundheitsdefinition als „vollständiges psychisches und physisches Wohlbefinden und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit“, was kein alleiniges Kriterium für die Ableitung von Umwelt- oder Arbeitsplatzgrenzwerten sein kann, oder der Zielstellung „Gesundheit für alle bis zum Jahr 2000“, hat die WHO anzustrebende Ziele zu formulieren. Hier ordne ich auch den L_{night} 40 dB(A) ein. KERSCHSIEPER et al. (2006) interpretieren ein ruhiges Schlafzimmer bei 35 dB(A). Die DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) legt für sogenannte schutzbedürftige Räume einen Schalldruckpegel von maximal 35 dB(A) im Innenraum fest.

Im deutschen FlugLärmG wurde für neue oder wesentlich baulich erweiterte zivile Flugplätze eine Nachtschutzzone bis 31.12.2010 von $L_{\text{Aeq}} = 53$ dB(A) und $L_{\text{Amax}} = 6 \times 57$ dB(A) sowie ab 01.01.2011 von $L_{\text{Aeq}} = 50$ dB(A) (außen) und $L_{\text{Amax}} = 6 \times 53$ dB(A) (innen) festgelegt. Für bestehende zivile Flugplätze wird eine Nachtschutzzone mit $L_{\text{Aeq}} = 55$ dB(A) (außen) und $L_{\text{Amax}} = 6 \times 57$ dB(A) (innen) definiert. Die Herangehensweise entspricht weitgehend der Synopse, wobei die besondere Bedeutung der Maximalpegelhäufigkeiten nicht hervorgehoben wurde, sondern die Umhüllende durch die jeweiligen Grenzwerte als Nachtschutzzone angesehen wird. Bei der Überarbeitung der Synopse wurde eine ähnliche Herangehensweise in Anlehnung an das FlugLärmG inzwischen gewählt (SCHEUCH et al. 2007).

Die im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ vorgeschlagenen Beurteilungskriterien für die Nacht von einem Dauerschallpegel von 32 dB(A) und einer Maximalpegelhäufigkeit von 13×53 dB(A) sowie das nicht Überschreiten eines Maximalpegels in der Nacht von 1×65 dB(A) innen sind aus meiner Sicht der wissenschaftlichen Datenlage adäquat und berücksichtigen die verschiedensten negativen Wirkungen von Lärm in der Nacht und auf den Schlaf. Lärminderung ist grundsätzlich eine Aufgabe, wenn weiterführende Ziele angestrebt werden, ist dies zu unterstützen, z. B. im Mediationsvertrag zum Flughafen Wien.

D. Lärm und unzumutbare Belästigung

Die Belästigung durch Lärm ist die häufigste negative Schallwirkung. Da sie vom Untersuchungszeitaufwand einfach zu ermitteln ist – nicht unter dem Gesichtspunkt der Bewertung und Interpretation – wurde sie auch im Zusammenhang mit Lärm am häufigsten untersucht. Dabei bestehen auch heute noch – wie bei der Gesundheit – Unklarheiten und unterschiedliche Auffassungen in der Definition von *Belästigung* oder *Beeinträchtigung* durch Lärm. Die Betroffenen sind an den für sie wichtigen Aktivitäten gehindert und die Wirkungen können nicht durch mittelbare oder unmittelbare, zumutbare Zusatzanstrengungen kompensiert werden. Hier hat man zusätzlich jedoch eine quantitative Grenze definiert. Von der einfachen Belästigung

sind die „erheblichen Belästigungen“ oder „unzumutbaren Belästigungen“ zu trennen. Im Umweltschutzgesetz der BRD wird der Begriff „erheblich“ verwendet, auch in den Ergebnissen der Lärmwirkungsforschung wird dieser Begriff genutzt. Die erhebliche Belästigung tritt nicht vor der körperlichen Erkrankung ein, sondern sie ist ein eigenständiges Schutzkriterium. Sonst würde suggeriert, dass die erhebliche Belästigung Vorstufe der körperlichen Erkrankung *ist* und zu dieser führen *muss*, was wissenschaftlich nicht haltbar ist.

Während die Gefährdung im Wesentlichen einen medizinischen, d. h. pathophysiologischen, krank machenden Charakter haben kann, ist die erhebliche Belästigung oder erhebliche Beeinträchtigung dadurch gekennzeichnet, dass durch Geräusche bedingte, unerwünscht starke Beeinflussungen menschlicher Verhaltensweisen auftreten. Dies braucht nicht objektiv vorhanden zu sein, die individuelle Bewertung, das individuelle Erleben bestimmen wesentlich das Auftreten einer erheblichen Belästigung.

Es ist anerkannt, dass eine Null-Belästigung wie auch ein Null-Anteil an erheblich Belästigten in der Gesellschaft nicht zu realisieren ist. Das liegt daran, dass

- ❖ es bei allen erfragten Belastungsfaktoren eine bestimmte Grundgesamtheit mit negativen Angaben gibt, ein bestimmter Anteil von Personen fühlt sich durch alles Erfragte belästigt,
- ❖ bei Fragebogenerhebungen eine Tendenz zur Mitte existiert,
- ❖ Betroffenheit in Abhängigkeit von einer Vielfalt situativer und persönlicher Einflussfaktoren eine unterschiedliche Wertigkeit hervorruft, wodurch insgesamt eine erhebliche Breite von Antworttendenzen zu verzeichnen ist,
- ❖ die Erfassungsmethoden die subjektiven Angaben meist auf einen Schallpegel zurück führen, dieser jedoch nur eine Einflussgröße auf Pegel-Belästigungs-Beziehungen ist,
- ❖ die Verursachung negativer Empfindungen/Beeinträchtigungen häufig äußeren, nicht selbst zu verantwortenden Faktoren zugeschrieben wird,
- ❖ menschliches Leben einen bestimmten Schallpegelbereich braucht und erzeugt und alle davon betroffen sind.

Zum anderen hat bei der Bewertung von Belästigung natürlich eine Abwägung mit anderen Risiken und Konsequenzen zu erfolgen, was jedoch nicht unmittelbare Aufgabe einer Lärmwirkungsbeurteilung ist.

Die Festlegungen zu einer erheblichen Belästigung sind erst einmal ein administrativer Akt, der aus zwei Teilen besteht. Zum einen geht es um die Frage, ab wann man *stark belästigt* ist. Da häufig Fragebögen mit unterschiedlicher Skalierung der Beantwortungsmöglichkeiten eingesetzt werden (zwischen 2 und 10 Abstufungsmöglichkeiten bei nicht übereinstimmenden Formulierungen der Frage), ist es nicht einfach, unterschiedliche Studien zu vergleichen. Nach ROHRMANN (1984) ist „erheblich“, in meinem Verständnis „stark“ belästigt, wer auf einem Fragebogen in einer Skalierung über 78 % seine Zuordnung trifft. Das wäre auf einer Zehnerskala von 0 (überhaupt nicht belästigt) bis 10 (sehr stark oder extrem belästigt, je nach Befragung) die Skalen 8, 9 oder 10. In einer Reihe von Untersuchungen werden erhebliche/ starke Belästigungen auch bereits ab der Mitte einer Skala verwandt, was von der Definition und dem Inhalt der Frage her unzulässig ist. Das führt natürlich auch zu anderen Pegel-Belästigungs-Beziehungen. Von WIRTH (2004) wurden bei den gleichen Personen Skalenwerte von 1 – 7 und Skalenwerte von 0 – 10 zur Bewertung der Belästigung verwandt. Es zeigte sich, dass das hinter der Beantwortung liegende mentale Konzept

unterschiedlich erfasst wird. Damit könnten nur Untersuchungsergebnisse mit der gleichen Skalierungsabstufung miteinander verglichen werden.

Eine zweite Festlegung besteht darin, welcher Anteil stark Belästigter durch die Gesellschaft zu akzeptieren ist. Dieser Anteil wird zwischen 1 % 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/stark Belästigter, teilweise Belästigter 28 % herauskristallisiert. Im Folgenden wird unter präventiven Gesichtspunkten von 25 % erheblich/stark Belästigter ausgegangen. Dies berücksichtigt die beträchtlichen methodischen Einflüsse auf die Beziehung zwischen Pegel und Belästigungsangabe. Als kritischer Wert werden 28 bis 30 % erheblich/stark Belästigter gesehen.

Es ist demnach trotz der vorher genannten Probleme die Frage zu beantworten, bei welchen Pegeln 25 % oder bis 30 % erheblich/stark Belästigter auftreten. GUSKI (2002) sieht den Schutz von nur 75 % der Betroffenen unter dem Gesichtspunkt der Prävention von Schäden eher dürftig, unter dem Gesichtspunkt der Machbarkeit gegenwärtig als anspruchsvoll und zugleich erfüllbar an.

Ergebnisse in der Literatur sind vielgestaltig, so dass es nicht einfach ist, Schwellen für erhebliche Belästigungen aus diesen Studien abzuleiten. Dies wird auch aus den Metaanalysen deutlich, die nachfolgend in die Bewertung mit einbezogen werden. Im Vordergrund stehen dabei die Beziehungen zu den unterschiedlichen Dauerschallpegeln, teilweise werden auch Maximalpegel und ihre Anzahl in die Bewertung einbezogen.

MIEDEMA und VOS (1998), auf die auch im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene Bezug genommen wird, führten eine Metaanalyse der Beziehung zwischen Schallpegeln und Belästigung durch. Diese Belästigungskurven von MIEDEMA und VOS (1998) beruhen größtenteils und notgedrungen auf älteren Daten (z. T. vor 1980), die damals mit anderem, in der Regel lauterem Verkehrsmix erhoben wurden. Die für diese Kurven gewählten Belastungsmaße L_{dn} bzw. L_{den} sind problematisch. Diese errechneten Pegel über 24h werden teilweise mit Aufschlägen/Penalties versehen. Deshalb sind die in diesen so genannten „Miedemakurven“ angegebenen Pegel nicht einfach auf einen L_{eqTag} , auf den sich die Belästigungsbeurteilung bezieht, zu übernehmen, ohne den Nachtanteil der Verkehrsbewegungen zu kennen. Rechnet man die Kurven von Miedema und Vos (1998) auf einen L_{eq} um unter Annahme eines Nachtfluganteils von 5 %, dann sind bei einem Pegel von 62,7 dB(A) 25 % erheblich belästigt, bei 64,7 dB(A) 28 %.

GJESTLAND et al. (1990) beschreiben einen Anteil von 25 % stark Belästigte bei 63,7 dB(A), 28 % bei 65 dB(A). SKANBERG und ÖHRSTRÖM (2002) fanden bei einem L_{Aeq} 24h von 52 bis 65 dB(A), Durchschnittswert 61,1 dB(A), für die letzten 12 Monate 12,2 % stark Belästigter und 5,4 % extrem stark Belästigte. Bei OLIVA (1998) ist unter 60 dB(A)-Einwirkung ein Anteil von 15 % erheblich Belästigter zu finden. RYLANDER und BJÖRKMANN (2002) beschrieben auf der Grundlage schwedisch-japanischer Untersuchungen für Straßenverkehr einen Anteil von stark Belästigten bei einem L_{Aeq} von 65 dB(A) unter 20 %, von 70 dB(A) unter 30 %. Die Autoren stellten keine Beziehung der Ausprägung von Belästigung zur Zahl der Autos fest. Sie fanden jedoch eine Beziehung der drei lautesten Ereignisse in einer 3-Stunden-Periode zum Belästigungsausmaß, wobei jedoch die Beziehungen zum L_{Aeq} enger waren. Bei Maximalpegeln

von 90 dB(A) und 95 dB(A) waren etwa 20 % stark belästigt, bei 100 und 105 dB(A) zwischen etwa 35 und 45 %, wobei letztere Daten sehr schwankten.

Die unterschiedlichen Arten von Verkehrslärm scheinen zu differenten Wirkungen zu führen. Aus den von Miedema und Vos verwendeten Publikationen geht eine stärkere Belästigungswirkung von Flug- gegenüber Straßen- und Schienenlärm hervor. Daraus wird eine Malusforderung für den Fluglärm erhoben und in einzelnen Ländern ein Bonus für den Schienenverkehr realisiert. Dies ist jedoch mit den neueren Untersuchungen kaum noch zu untersetzen. Einer Untersuchung der Anrainer des Flughafens Zürich zufolge belästigt Fluglärm – anders als von MIEDEMA und VOS (1998) dargestellt – weniger als Straßenverkehrslärm (BRINK et al. 2005). Abweichend von den von MIEDEMA und VOS (1998) errechneten Belästigungskurven kommen auch ÖHRSTRÖM (2004), basierend auf einer Befragung von nahezu 2 000 Personen, zu dem Ergebnis, dass Schienen- und Straßenverkehrslärm bei gleichem äquivalenten Pegel etwa gleich stark belästigen.

Van KEMPEN, STAATSEN und van KAMP (2005) analysierten Studien von 1993 bis 2002. Sie wiesen auf die großen Unterschiede zwischen den Flughäfen hin. In dieser Publikation empfahlen van KEMPEN, STAATSEN und van KAMP (2005) zur Bewertung gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch Lärm in den Niederlanden für die Beziehung zwischen Verkehrslärm und Belästigung die Kurven von MIEDEMA und OUDSHOORN (2001). In der Veröffentlichung von van Kempen und van Kamp wird diese Berechnung als generalisierte EU-Kurve bezeichnet. Es werden für Flug-, Straßen- und Schienenlärm Kurven für die Beziehung zwischen dem L_{den} , der in der Berechnung für die Abendstunden 5 dB(A) und die Nachtstunden 10 dB(A) als Aufschlag erhält, und den Prozentzahlen für erhebliche Belästigung angegeben. Der Anteil der erheblich Belästigten liegt unter Fluglärm entsprechend der Berechnungsformel der Tab. 5 dieser Veröffentlichung bei L_{dn} 55 dB(A) bei 11 %, bei 60 dB(A) 18,5 %, 62 dB(A) 22 %, 65 dB(A) bei 28 % erheblich Belästigter. Für den Straßenlärm werden zwischen L_{dn} 61 und 65 dB(A) 13,8 % erheblich Belästigte angegeben.

In der Publikation von van KEMPEN und van KAMP (2005) sind in der Abbildung 3b die Beziehungen zur hohen oder erheblichen Belästigung aufgeführt (siehe Abb. 4). Die Autoren geben an, dass die Mehrzahl dieser Beziehungen aus den unterschiedlichen Studien keine Korrektur durch mögliche Confounder erfuhr, was wissenschaftlich problematisch ist. Es wird auch deutlich, dass eine Reihe dieser Kurven, d. h. der Beziehungen zwischen erheblicher Belästigung und dem Lärmpegel links dieser EU-Kurve liegen. In den meisten Studien wurden solche Befragungen im Zusammenhang mit bevorstehenden oder stattfindenden Änderungen an Flughäfen durchgeführt.

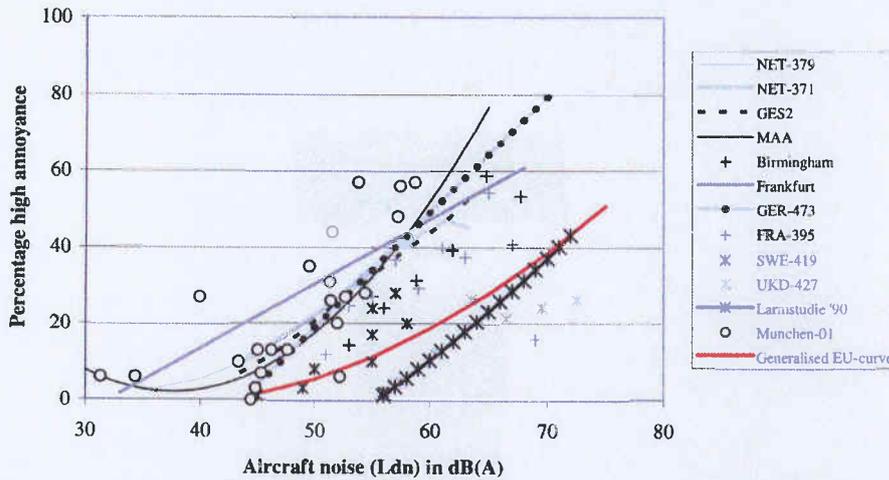


Abb. 4: Dosis-Wirkungs-Beziehungen von Fluglärm zu erheblich Belästigten. Entsprechend der üblichen Kriterien wurde auf einer Skala von 0 - 100 der Anteil der Personen über 70 - 75 einbezogen (van KEMPEN und van KAMP 2005).

Figure 3b: Summary of exposure-response data from 11 surveys, using a cut-off point of 70-75 (on a scale 0-100) for being highly annoyed, without adjustment for potential confounders. The two Shiphohl surveys (GES2 and NET-371) were adjusted for selective non-response and study design.

SCHRECKENBERG und MEIS (2007) befragten um den Frankfurter Flughafen die Bevölkerung zu Lärmbelästigung und Lebensqualität. Diese Befragung fand 2005 im unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang mit der Einreichung von Unterlagen und der Anhörung zur wesentlichen Änderung dieses Flughafens statt. Es wird bereits bei einem L_{eq} tags oberhalb von 50 dB(A) bzw. einem L_{den} oberhalb von 54 dB(A) ein Anteil von 25 % Hochbelästigter errechnet.

Es ist sozialwissenschaftlich bekannt, dass im Zusammenhang mit einer bevorstehenden Änderung eines Flughafens und den entsprechenden Diskussionen und rechtlichen Verfahren eine besondere Situation sowohl hinsichtlich der Teilnahmebereitschaft als auch der subjektiven Angaben besteht. In ihren Untersuchungen konnten die Autoren auch nachweisen, dass der Erwartungseffekt einen wesentlichen Einfluss auf die Fluglärmelastung hat. In der Literatur wird häufig diskutiert, dass diese über die Belästigung und Störung erfasste Reaktion bei Lärmänderungen zu hoch ausfällt, da die Befragten aufgefordert werden, Änderungen zu reflektieren, durch die Diskussion wird erst das Problem bewusst (FIELDS et al. 2000), so dass von den Befragten „vorbeugende“ Negativantworten gegeben werden. Es spielt auch mit Wahrscheinlichkeit das Antwortverhalten eine Rolle, was bei dauerndem Lärm anders sein kann als vor, in und nach einer Veränderung des Lärms.

In einer Arbeitsgruppe zu den Dosis-Effekt-Beziehungen bei Fluglärm vom 30.11.2006 wird ein gewisser Trend konstatiert, den Guski bereits vor Jahren angenommen hat, dass der Anteil der erheblich Belästigten bei geringeren Pegeln bei Fluglärm zunehmen würde. Weitere Untersuchungen werden gefordert. Es ist auch die Anzahl der Betroffenen und die Diskussionen um Umweltrisiken und insbesondere Fluglärm erheblich gestiegen.

Bei allen Diskussionen um die Ableitung von Schallpegel-Belästigungs-Beziehungen ist nicht zu vergessen, dass wissenschaftlich durch den Schallpegel nur ein geringer Teil der so genannten Varianz der Beziehungen

von Schallpegel und der Angabe von Belästigung aufgeklärt wird. In der Lärmstudie 2000 um den Züricher Flughafen sind das höchstens 15 % (WIRTH 2004), d. h. 85 % der angegebenen Belästigung durch Fluglärm wird nicht durch die Höhe des Schallpegels bestimmt. Im Allgemeinen wird die Varianzaufklärung der Beziehungen Belästigung – Schallpegel zwischen 9 % und 33 % angegeben (u. a. GUSKI 1999). Das bedeutet auch, dass verschiedene wissenschaftliche Bemühungen zur Ableitung von pegelbezogenen Grenzwerten aus unterschiedlichen Studien mit einem erheblichen Fehler behaftet sein müssen. Jedoch werden nahezu immer mit dem Schallpegel Bewertungsgrenzen festgesetzt. Trotzdem existieren zwischen Schallpegel und Belästigung Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die in anderen Bereichen nicht so deutlich ausgeprägt sind (MIEDEMA und VOS 2003). Doch sind sie nicht, wie das häufig postuliert wird, über alle Pegelbereiche linear.

Diese gemeinsame Varianz scheint in den letzten Jahrzehnten deutlich geringer geworden zu sein. Während Mitte der siebziger Jahre in der so genannten DLR-Münchenstudie eine Varianz von etwa 33 % bis 35 % beschrieben wird, liegt sie in den Studien der letzten Jahre bei 5 % bis 10%, höchstens 15 %. Dies heißt, dass der tatsächliche Lärmpegel einen immer geringeren Einfluss auf die angegebene Belästigung hat, andere, nicht pegelbezogene Einflussfaktoren an Bedeutung gewinnen. Damit wird die Frage immer dringender, was eigentlich mit der Belästigung im Rahmen von Flughafenveränderungen gemessen wird. Auf diese vielfältigen Schwierigkeiten der Ableitung von fluglärmbezogenen Pegelgrenzwerten auf der Grundlage subjektiver Belästigungsangaben wird von der Mehrzahl der Autoren hingewiesen, u. a. van KEMPEN und van KAMP (2005). Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (2008) unterstreicht ebenfalls diese Probleme, weist jedoch darauf hin, dass die Belästigung auch für die Ableitung von Handlungsaktivitäten weiter verwendet werden solle, „so lange eine umfangreiche Erfassung der Lärmimmissionen nicht vorliegt“ (Seite 622).

Die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen zu lärmbedingter Belästigung und Erheblichkeit variieren zwischen 50 dB(A) und 70 dB(A). Trotz der großen Variabilität der Untersuchungsergebnisse zahlreicher Autoren wird ersichtlich, dass Belästigungen sich zwischen 50 dB(A) und 55 dB(A) einstellen und ab 65 dB(A) wahrscheinlich erheblich sind, da sich zwischen 28 % bzw. 30 % der Belasteten als „äußerst“ oder „stark“ belästigt bezeichnen. Bei den Untersuchungen von WIRTH (2004) um den Flughafen Zürich zeigte sich eine kontinuierliche Zunahme der Belästigung bei Pegeln bis 60 dB(A), dann stellte sich nahezu ein Plateau bis 65 dB(A) ein, erst ab 70 dB(A) stieg die Belästigung wieder an. Bis 65 dB(A) wurde auf einer zehnstufigen Skala der mittlere Wert von 5 angegeben. Die Lärmbelästigung in einem Stuttgarter Stadtteil stieg bis 50 dB(A), zwischen 50 bis 65 dB(A) war sie nahezu konstant, um über 65 dB(A) wieder anzusteigen (SCHOLZ und JEBENS 2008).

Der deutsche Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 2008) schlägt als kurzfristiges Ziel zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen 65 dB(A), als mittelfristiges Ziel zur Minderung erheblicher Belästigung 62 dB(A) und als langfristiges Ziel zur Vermeidung erheblicher Belästigung 55 dB(A) am Tag vor. Damit wird weitgehend den Synopsewerten Rechnung getragen (SCHEUCH et al. 2007). Nachts wird ein Pegel außen von 45 dB(A) als anstrebenwertes Ziel genannt.

Es wird auch diskutiert, dass nicht der energieäquivalente Dauerschallpegel sondern die Häufigkeit der Einzelpegel bei der Bewertung der Belästigung 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 von 60 x 70 dB(A), bei dem eine erhebliche Belästigung beginnt. Die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse mit diesen Kriterien sind gering. In der nationalen und internationalen Literatur werden Belästigungswerte überwiegend auf den L_{eq} bezogen. Darüber hinaus sind die Beziehungen zwischen Belästigung und unterschiedlichen Belastungsmaßen weitgehend identisch, wie die nachfolgende Tabelle 10 zeigt (Zürich-Studie, WIRTH 2004).

Tab. 10: Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Fluglärmmaßen (zivile Fluggeräte) und Belästigung für den Tag (N: 1.223 - 1.225, WIRTH 2004).

Akustische Maße	Belästigung generell/tags (Skala 1-7)			
	Generell	Fenster offen	Fenster geschlossen	vor dem Haus
$L_{eq, 6-22 h}$.31	.38	.29	.35
L_{den}	.35	.38	.31	.38
L_{dn}	.34	.37	.30	.37
$L_{eq, 0-24 h}$.32	.39	.30	.36
NNI	.32	.38	.31	.36
NAT68	.32	.39	.30	.36

Die Korrelationen sind zudem für unterschiedliche Bedingungen weitgehend gleich (geschlossenes/offenes Fenster/vor dem Haus), nur geringfügig bei offenem Fenster höher.

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.

Der höchste Dauerschallpegel für den Tag wird im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene mit 62 dB(A) in angegeben. Dies entspricht dem Präventiven Richtwert der Synopse zur Vermeidung erheblicher Belästigung von 62 dB(A). Die generalisierte EU-Kurve, die von van KEMPEN, STAATSEN und van KAMP (2005) für die Anwendung in der Lärmschutzpraxis empfohlen wurde, führt – wie oben dargestellt – bei 62 dB(A) zu 22 % erheblich Belästigter (Abb. 4).

E. Schutzbedürftige Bereiche

In der Bevölkerung gibt es lärmempfindliche Gruppen von Menschen, zum Beispiel Kranke, Kinder und Ältere, woraus sich eine Reihe besonders schutzbedürftiger Bereiche ergibt. Hierzu zählen Kindergärten, Schulen, Altenpflegeheime und Krankenhäuser. Es ist besonders hervorzuheben, dass im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ von HAIDER und HAIDER für diese schutzbedürftigen Bereiche eigene Beurteilungsgrenzen empfohlen werden. Wie oben dargestellt, wird sich dabei auch auf die Synopse bezogen. Im Folgenden sollen einige Argumente zur Untersetzung dieser Beurteilungswerte für diese schutzbedürftigen Bereiche ergänzt und der gegenwärtige Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Lärmwirkungen dieser Populationen dargestellt werden.

Kinder

Es gibt eine Reihe von Studien zu Wirkungen von Verkehrslärm auf Kinder mit widersprüchlichen Ergebnissen. Eine der umfangreichsten Studien ist die so genannte RANCH-Studie, auf die auch vom M. und T. Haider eingegangen wurde. 2005 wurden erste Ergebnisse dieser internationalen umfangreichen Studie an Kindern zum Flug- und Straßelärm veröffentlicht (STANSFELD et al. 2005). In die RANCH-Studie wurden 2.844 Kindern im Alter von 9 bis 10 Jahren in Schulen der Niederlande, Spanien, Schweden und Großbritannien einbezogen. Die Studie hat eine hohe Rücklaufquote, nutzte standardisierte Methoden und berücksichtigte eine Reihe von so genannten Moderator-Variablen. Signifikante Effekte von *Fluglärm* wurden auf „reading comprehension“ (verständnisvolles Lesen) und „recognition memory“ (Erkennungsgedächtnis), von *Straßelärm* auf „information-recall“ (Informationswiedergabe) und „conceptual-recall“ (Begriffswiedergabe) gefunden. Die Effekte waren nach Aussagen der Autoren gering.

Es handelt sich um eine Querschnittsuntersuchung, Langzeiteffekte können davon nicht abgeleitet werden, wie die Autoren betonen. Es gibt keinen gleichartigen relevanten Effekt von Flug- und Straßelärm auf die unterschiedlichen psychischen und Leistungsfunktionen, was nicht nur durch die unterschiedliche Charakteristik des Lärms erklärbar ist. Kein Effekt von beiden Lärmarten wurde auf das working memory“ (Arbeitsgedächtnis), „prospective memory“ (vorausschauendes Gedächtnis), „sustained attention“ (Aufmerksamkeit über die Zeit) gefunden. Es werden die englischen Bezeichnungen der jeweiligen psychischen Funktionen aufgeführt, weil deutsche Übersetzungen möglicherweise nicht voll zutreffend sind.

Die Auswirkungen auf das Lesen und das Leseverständnis stehen auch in Übereinstimmung mit anderen Ergebnissen. Bei mehreren Untersuchungen wurde das Aufmerksamkeitsverhalten als beeinträchtigt eingeschätzt, was jedoch in der RANCH-Studie nicht der Fall war. Die Lärmbelastigung stand in dieser Studie in einem nicht linearen signifikanten Verhältnis zum Fluglärm. Kein Effekt des Lärms wurde auf die selbst angegebene Gesundheit sowie auf die mentale Gesundheit der Kinder gefunden.

Die RANCH-Studie unterstreicht die Aussage, dass durch (Flug-)Lärm die Leistungsfähigkeit von Kindern beeinträchtigt werden kann, jedoch in unterschiedlichen Bereichen psychischer Funktionen. Die bisherigen Ergebnisse in der Literatur sind jedoch inkongruent und teilweise widersprüchlich. Das wird auch von den Autoren der RANCH-Studie hervorgehoben. Ebenso wird formuliert – wie bereits erwähnt – dass eine Aussage für Langzeiteffekte sich aus der Literatur bisher nicht ableiten lässt.

Wie in anderen Studien waren auch in der Ranch-Studie die sozialen Einflüsse auf die Leistungsfunktionen der Kinder weitaus ausgeprägter als Lärmwirkung.

Nach SPRENG (1994, 2003) sind es weniger die Umweltschalle, die die kindliche Sprachentwicklung und Kommunikation beeinflussen, sondern sprachähnliche Geräusche, die bei Kindern jeden Alters im Wohnumfeld (permanent laufendes Radio/Fernsehen) und in Schulen (Klassenraum, Nebenräume usw.) auftreten. Hinzu kommen Geräusche, die im Raum selbst entstehen, vermischt mit solchen, die aus anderen Gebäudeteilen und von außen eindringen. Der Hintergrundgeräuschpegel hängt ab vom Alter der Kinder/Schüler, der Gebäude- bzw. Raumgestaltung, der Lage der Einrichtung sowie der Art und Qualität der Schallisolierung (BORMANN et al. 2003, SCHÖNWÄLDER et al. 2004). Es ist bekannt, dass Kindergarten-, Schulkinder und auch Jugendliche im Vergleich zu anderen Bevölkerungsgruppen erheblich lärmerezeugend sind, lärmintensive Beschäftigungen suchen und auch Lärm weniger negativ bewerten.

In Fortführung und Ergänzung der RANCH-Studie wurde auch der Blutdruck und die Herzfrequenz von Kindern untersucht (van KEMPEN et al. 2006). Die Ergebnisse waren unterschiedlich in den einzelnen Ländern (Niederlande und England) und zwischen den Lärmquellen (Fluglärm führte zu Hause zu signifikanten Erhöhungen des Blutdrucks, in der Schule zu nicht signifikanten Erhöhungen, Straßenlärm führte zur Erniedrigung des Blutdrucks). In England führte eine Erhöhung des Lärmpegels Tag und Nacht zu Hause und an den Schulen zu einer Veränderung des Blutdruckes von -0,1 mm Hg bis 0,4 mm Hg, in den Niederlanden von 1,3 bis 2,0 mm Hg. Das ist biologisch irrelevant, der Fehler der Messungen des Blutdruckes mit der eingesetzten Methodik (ohne Messfehler des Gerätes) liegt bei etwa 3 mm Hg bis 5 mm Hg (erfahrene Blutdruckmesser). Es ist nicht verwunderlich, dass bei den bisherigen Studien sowohl geringfügige Erhöhungen als auch geringfügige Erniedrigungen bei Kindern in lärmbelasteten Gebieten gefunden wurden.

In einer Metaanalyse von BABISCH (2006) werden auch die bisherigen Erkenntnisse zum Blutdruck unter Lärmeinwirkung bei Kindern zusammengefasst. In 16 Untersuchungen wurde der Blutdruck bei unterschiedlich stark belasteten Kindern gemessen. In fünf dieser Untersuchungen war der Blutdruck der stärker belasteten Kinder zumindest systolisch signifikant höher als in der Gruppe der weniger belasteten Kinder ($p < 0.05$). Die Bedeutung der numerisch nur geringen Unterschiede ist jedoch völlig unklar.

Insgesamt wurden in der Literatur keine unterschiedlichen Lärmwirkungen auf das kardiovaskuläre System und die vegetativ-hormonelle Beanspruchung bei Kindern aus unterschiedlich lauten Schulen gefunden (COHEN et al. 1973, 1980). MASCHKE und HECHT (2005) schlussfolgern zu den Lärmwirkungen bei Kindern: „Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen bei Kindern keine verminderten Zumutbarkeitsgrenzen gegenüber Erwachsenen erkennen“.

Von 2003 bis 2006 arbeiteten Experten im Rahmen eines EU-Projektes mit dem Titel PINCHE (Policy interpretation network on Children's Health and Environment (EU-Projekt QLK4-2002-02395) den wissenschaftlichen Erkenntnisstand zur Problematik Umwelt und Gesundheit von Kindern auf. Es sollten Schwerpunkte zur Umweltbeeinflussung und -gestaltung im Interesse der Gesundheit von Kindern für

politische Strategien vorgeschlagen werden (Tab.11). Die Ergebnisse der RANCH-Studie wurden mit einbezogen.

Tab. 11: PINCHE Policy Interpretation Network on Children's Health and Environment (EU-Projekt QLK4-2002-02395): Empfehlungen von Maßnahmen, um negative Effekte der Umweltbelastung auf Kinder zu verhindern (Reihenfolge)

<http://www.hvdgm.nl> oder peter.van.den.hazel@hvdgm.nl

Höchste Priorität:	Luftschadstoffe Benzol, Dieselaabgase, Stickstoffdioxid und Partikel
Mittlere bis hohe Priorität:	Allergene, As, Pb, Cd, Hg
Mittlere bis hohe Priorität:	Ozon, Polyzyklische aromatische Amine (PAK) Schimmelpilze, Radon, Formaldehyd, VOC, Dioxine, PCB
Mittlere Priorität:	Lärm in Schulen, Verkehr, freiwillige Exposition über Kopfhörer und Diskotheken
Mittlere Priorität:	Ionisierende Strahlen, UV-Strahlen aus künstlichen Quellen
Mittlere bis niedrige Priorität:	Pestizide

Dem Lärm insgesamt (in Schulen, dem Verkehrslärm sowie der freiwilligen Exposition über Kopfhörer und Diskotheken) wurde eine mittlere Priorität in Umweltstrategien zugeordnet.

Hinsichtlich der Gesundheit und Lärmbeeinflussung, wobei dies nicht nur den Verkehrslärm betrifft, wurde festgestellt, dass für die Beeinträchtigung perinataler Gesundheit (um die Geburt) durch Lärm ein Beweis fehlt, bei Schul- und Kindergartenkindern zwischen Lärm und Wachstum und Hören nur eine schwache bis keine Beziehung vorhanden ist, dass durch Lärm ein wahrscheinlicher Anstieg der Belästigung bisher nachgewiesen wurde. Die Ergebnisse zu anderen Erkrankungen, zu Blutdruck und Stresshormonen haben nach Meinung der Experten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen geführt. Eine Aussage ist nach diesen Autoren zur Höhe des Risikos, zur Stärke des Zusammenhangs, zu sensiblen Subgruppen, zur Reversibilität oder Persistenz von Gesundheitseffekten und damit zu den Langzeitwirkungen nicht möglich. Wenn es überhaupt Ergebnisse mit Gesundheitsrelevanz bei Kindern gegeben hat, war dies entsprechend der Feststellung dieser Experten nur im Vergleich von Belastungspegeln über 62 dB(A) gegenüber Pegeln mit etwa ≤ 57 dB(A) der Fall. Es wird konstatiert, dass die Zusammenhänge nicht besonders stark sind.

Bezüglich kognitiver Effekte wird zusammenfassend festgestellt, dass eine Verschlechterung der Lesefähigkeit und sprachbasierter kognitiver Fähigkeit möglich ist. Es kann auch zur Beeinträchtigung des Lernens und Gedächtnisses kommen. Es bestehen jedoch sehr unterschiedliche Ergebnisse bei verschiedenen Verkehrslärmquellen, die Zusammenhänge sind nicht konsistent, Langzeiteffekte sind nicht nachgewiesen, die Mechanismen sind unklar, quantitative Schätzungen sind äußerst schwierig. Auch hier

wird von der Expertengruppe festgestellt, dass, wenn überhaupt, im Gruppenvergleich Unterschiede bei Verkehrslärm ≥ 62 dB(A) bzw. ≥ 65 dB(A) zu Gruppen ≤ 57 dB(A) als Kontrollgruppe auftraten.

Fasst man den gegenwärtigen Erkenntnisstand zusammen, so sind, basierend auf den vorliegenden Studien, besondere Betrachtungen von Kindern und Jugendlichen in den Wohnbereichen nicht erforderlich. Die zu erwartende Lärmbelastung in den Wohnbereichen für Kinder ist wesentlich niedriger als in Schulen und Kindergärten durch den selbst erzeugten Lärm.

Die selbst erzeugten Schallpegel in Schulen und Kindergärten sind erheblich. HOUCHE (1998) gibt in Kindergärten gemessene Mittelungspegel von 69 bis 74 dB(A) an. Diese Werte entsprechen auch unseren Messerfahrungen sowie denen von SCHICK et al. (1999). Während des Schulunterrichts lagen die Schallpegel zwischen 50 und 65 dB(A). In Pausen in Schulen, während des Sportunterrichts 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. FISCHER (2007) registrierte über 24 Stunden die individuelle Lärmbelastung in pädagogischen Berufen. Während der Arbeitszeit betragen die äquivalenten Pegel (Durchschnitt während der Arbeitszeit) und die Spitzenpegel (L_{Amax} : Mittelung der höchsten Pegel, die in einer Minute auftraten) bei Erzieherinnen im Kindergarten 74/107 (dB(A), bei Ganztageserzieherinnen (Hortnerinnen) 76/105 (dB(A), bei Grundschullehrerinnen 71/101 (dB(A) und bei Gymnasiallehrern 69/100 (dB(A). Dies entspricht auch Messergebnissen von BUCH und FRIELING (2002), die Maximalpegel bis 113 dB(A) feststellten oder von SEIBT et al. (2004), die in Kindergärten über 8 Stunden Dauerschallpegel von 65 bis 81 dB(A) angaben. In Klassenräumen wurden über 15 Minuten gemittelte Geräuschpegel gemessen, die von 52 dB(A) bis zu beachtlichen 101 dB(A) reichten (KAMPS und OBERDÖRSTER 2002).

Auf einem Symposium zur Belastung und Beanspruchung in Kindergärten (Dresden 20./21.01.2006) wurden Lärmampeln zur Reduktion des Lärms in Kindergärten und in Schulen vorgestellt, die bei Pegeln von 65 dB(A) auf gelb (Achtung!) und bei Pegeln über 80 dB(A) auf rot (mehr Ruhe!) schalten. Empfehlungen der Bayerischen Unfallkasse (2005) schlagen für Kindergärten Dauerschallpegel möglichst unter 70 dB(A) vor.

In den Schulen erfolgt der Unterricht meist bei geschlossenen Fenstern. Auf einem Kolloquium zum Innenraum (Umweltmedizinische Forschung und Praxis 2005, 10(5): 339-341) wurden die lufthygienischen Bedingungen untersucht und u. a. auf die Notwendigkeit einer *regelmäßigen Pausenlüftung* hingewiesen, was organisatorische Maßnahmen seitens der Schule erfordert (z. B. Lüftungsdienst der Schüler, HEHL 2005). Besondere Berücksichtigung muss dem Raumvolumen pro Person gewidmet werden, deshalb ist nicht pauschal für jede Schule von einem geschlossenen Fenster auszugehen, sondern es werden Einzelfallprüfungen angeregt.

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 durchgeführt werden kann. Außerdem sind die Angaben der Lärmpegel Mittelungspegel über

eine bestimmte Zeit, während der es auch deutlich leiser oder lauter sein kann, was für die Arbeit mit den Kindern zu berücksichtigen ist.

Auch wenn die Datenlage zu negativen Effekten von Verkehrslärm bei Kindern unzureichend ist und erheblicher Forschungsbedarf besteht, ist von einer grundsätzlichen Schutznotwendigkeit bei Kindern auszugehen. Deshalb sind Sonderregelungen für Kindergärten und Schulen zu unterstützen, um weitgehend sicherzugehen, dass die Entwicklung der Kinder durch solche Einflüsse nicht gestört wird.

Für Kindergärten, Horten und Schulen wurde im Fachbeitrag **Medizin und Umwelthygiene** ein Begrenzungswert von $L_{Aeq(3)} = 35 \text{ dB(A)}$ innen, 55 dB(A) außen empfohlen. Damit wird auch der mittäglichen Ruhezeit in Kindertagesstätten Rechnung getragen.

Dies sind sehr hohe Zielsetzungen des Lärmschutzes, zumal in Schulen, Horten und Kindergärten die üblicherweise auftretenden Lärmpegel wie auch die nur kurzzeitigen Änderungen der Kommunikationsgüte durch Überflugschalle in Betracht zu ziehen sind. Damit liegt der Beurteilungswert für Schulen, Horte und auch Kindergärten deutlich unter den Pegeln mit negativen Effekten aus der wissenschaftlichen Literatur.

Ältere

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 im höheren Alter 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 jedoch 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 häufig unterrepräsentiert ist, da das Interesse an solchen Wirkungsuntersuchungen in dieser Altersgruppe meist sehr gering ist. Demnach beruhen die Ergebnisse für Wohngegenden auch auf den Angaben Älterer, so dass für Wohngebiete unter Berücksichtigung der übrigen Umweltregelungen keine besondere Betrachtung Älterer erforderlich ist und in einer solchen lärmmedizinischen Stellungnahme auch nicht vorgenommen werden kann.

Auch in der epidemiologischen Literatur sind die Ergebnisse zu Älteren unterschiedlich. So stellte Greiser in seiner Krankenhausstudie mit ergänzenden Untersuchungen fest, dass bei Älteren die Beziehung zwischen Fluglärmbelastung und Erkrankungen meist deutlich niedriger sind, teilweise sogar negativ, gegenüber jüngeren Altersgruppen. BEELEN et al. (2009) fanden dagegen bei Älteren stärkere Befunde. SCHOLZ und JEBENS (2008) beschrieben bei Bewohnern über 65 Jahren eine geringere Belästigung als bei jüngeren Personen durch Verkehrslärm. Ein anderer Schutz als die übliche Wohnbevölkerung lässt sich für Ältere

nicht ableiten, es gibt auch andere Verhaltensaktivitäten als bei Jüngeren. Greiser begründet die geringere Beziehung zwischen Lärm und Krankheit bei Älteren u. a. mit der stärker ausgeprägten Schwerhörigkeit. Einer differenzierteren Beurteilung bedürfen dagegen Altenheime. Hierbei ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen den Bereichen, in denen Ältere konzentriert wohnen, z. B. in Seniorenwohntzentren, und den Pflegeheimen. In den Seniorenwohntzentren ist damit zu rechnen, dass überwiegend nicht schwerkranke, ältere Menschen leben, die wenig Unterschiede in den Lärmwirkungen gegenüber dem Erwachsenenalter zeigen. Anders sind die Pflegeheime zu beurteilen, in denen kranke oder teilweise sich in der Rekonvaleszenz befindende Patienten aufhalten.

Dies wird auch von den Autoren des Fachbeitrags „Medizin und Umwelthygiene“ so gesehen. Es werden gleiche Beurteilungskriterien für Krankenhäuser und Altenpflegeheime sowohl für den Tag als auch die Nacht bei Dauerschallpegeln mit 30 dB(A) vorgeschlagen. Es wird – wie auch in der Synopse – sowohl auf Dauerschallpegel als auch auf Maximalpegelhäufigkeiten zurückgegriffen. Es gelten natürlich Innenraumpegel. Am Tag und in der Nacht gelten für Krankenhäuser 25 x 45 dB(A) sowie 25 x 51 dB(A) in Pflegeheimen.

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.

Kranke

In den letzten zwei Jahrzehnten gab es nur wenige 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 für Krankenhäuser erfolgt daher häufig aus Analogieschlüssen.

Im Mittelpunkt der folgenden Betrachtungen stehen bei den Kranken die Verhinderung von Verschlechterungen einer Erkrankung sowie von Beeinträchtigungen der Heilungs- und Regenerationsprozesse durch Fluglärm. Untersuchungen zur besonderen Belästigung von Kranken gibt es kaum. Stärkere Einschränkungen und Beeinträchtigungen sind bei Schwerhörigen und Hörgeräteträgern zu erwarten. 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, möglicherweise auch nicht vorhanden. Da in Krankenhäusern Leicht- bis Schwerstkranke aufgenommen sind, sollte man die Schwerstkranken zum Bezugspunkt nehmen, außer es gibt keine solchen Erkrankten aufgrund des Profils der Einrichtung. Entscheidend für Krankenhäuser ist der Innenpegel.

Krankenhäuser sollten stets als Einzelimmissionsort geprüft werden. Schwerstkranke sind heute häufig auf Intensivstationen mit Klimaanlage, so dass ein geöffnetes oder gekipptes Fenster nicht in Frage kommt. Nach den Untersuchungen von GRIEFAHN (1982) weisen Schwerstkranke gegenüber Gesunden eine um etwa 30 dB(A), Schwerkranke um etwa 21 dB(A) erhöhte Empfindlichkeit unter Lärmeinwirkung auf. Dies ist eine der ganz wenigen Untersuchungen, die sich dieser Fragestellung widmet. Dabei wurden nur kurzfristige physiologische Reaktionen erfasst, die zu erwartenden Verringerungen solcher Reaktionen unter häufiger Einwirkung spielten keine Rolle. Die erhöhte Empfindlichkeit wurde an den Durchblutungsreaktionen in den Extremitäten bestimmt. Es ist demnach anzunehmen, dass wir hier eine **Maximalaussage** haben, die trotzdem unter Vorsorgegesichtspunkten für die Ableitung von Begrenzungswerten herangezogen wird. Im Vordergrund standen Wirkungen von Maximalpegeln, relevante Dauerschallpegel lassen sich aus diesen Untersuchungen nicht ableiten. 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 den vorgeschlagenen Beurteilungswerten im Fachbeitrag Medizin und Umwelthygiene Rechnung getragen. Die Synopse unterscheidet zwischen Tag- und Nachtbegrenzungspiegeln, da die am Tag auftretenden, betriebsbedingten Einwirkungen deutlich höher sind als die hier vorgeschlagenen Begrenzungswerte und sich auch von den betriebsbedingten Regelungen in der Nacht unterscheiden. Dies wird von den Autoren des Fachbeitrages „Medizin und Umwelthygiene“ nicht übernommen. Es werden sowohl für den Tag als auch die Nacht gleiche Dauerschallpegel und Maximalpegelhäufigkeiten vorgeschlagen. Da diese unter den Synopsewerten liegen, sind sie zu unterstützen.

Unberücksichtigt bleibt, dass z. B. auf Intensivstationen die Schallpegel durch die Überwachungsgeräte und durch den Stationsbetrieb deutlich höher liegen als die hier vorgeschlagenen Begrenzungswerte.

Verkehrslärmbelastungen können nicht isoliert von anderen Einwirkungen auf die Kranken betrachtet werden. Weitere, üblicherweise auftretende Verkehrslärm-, Wohnraumlärmbelastungen, selbst erzeugte Lärmeinwirkungen, Lärm durch die Pflege und das soziale Umfeld sind zu berücksichtigen.

CMIEL et. al. (2004) führten Lärmmessungen im Krankenhaus durch. In leeren Patientenräumen wurden nachts 45 dB(A), in belegten Krankenzimmern 53 dB(A) gemessen. Kurzzeitpegel traten von 113 dB(A) auf. Alarmsignale von Monitoreinrichtungen betragen 79 dB(A), Tür-Zumachen 74 dB(A). Bei Schichtwechsel und Übergabe traten 86 dB(A) auf.

Die Geräte in einer Notfalleinrichtung liegen bei etwa 70 dB(A) nach TOPF (2000) zwischen 60 bis 83 dB(A) entsprechend der American Academy of Pediatrics 1997. TOPF (1992a) hat in einer chirurgischen Station nachts im Patientenzimmer ein Minimum von 50 dB(A), ein Maximum von 86,8 dB(A), im Mittel 56,3 dB(A) gemessen, wobei insbesondere Kontrolltätigkeiten ins Gewicht fielen. SCHNELLE et al. (1998) haben in 8 Pflegeheimen in der Nacht im Durchschnitt 80,2 Schallereignisse über 60 dB registriert. Bei 27 % dieser Schallereignisse war dies verbunden mit einer Aufwachreaktion. MISSILDINE (2008) untersuchten das Schlafverhalten von Älteren (75 bis 86 Jahre) auf einer Akutstation. Es konnten mithilfe des Aktogramms (Bewegungserfassung) bei diesen Älteren in der Nacht 13 bis 26 Aufwachreaktionen (Bewegungen) festgestellt werden, was die Unruhe des Schlafes bei Älteren unterstreicht. Der mittlere Schallpegel in den Schlafzimmern lag bei 52,9 dB(A), mehr als eine Stunde der Nacht lag der Schallpegel über 60 dB(A). Es gab keine Beziehung zur Art der Erkrankung, zu Privatstationen. Zur Reduktion des Lärms wird eine ganze Reihe

an Vorschlägen durch TOPF (2000) oder MARSHALL (2001) unterbreitet, wobei die Reduktion des Umweltlärms nur einen geringen Raum einnimmt. Es bleibt offen nach Meinung der Autoren, ob dieser Lärm auf Stationen tatsächlich zu Stress führt. Hier sollten weitere Untersuchungen realisiert werden.

Die Empfehlungen für Beurteilungskriterien in Krankenhäusern durch die M. und T. HAIDER entsprechen den oben genannten Werten für Altenpflegeheime. Dabei ist besonders zu vermerken, dass diese Immissionskennwerte unter präventiven Gesichtspunkten vorgeschlagen worden sind, d. h. sie liegen deutlich unterhalb eventueller Gefährdungswerte. Da es sich 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 dabei ermittelten Belastungen die für Kindergärten, Schulen, Altenpflegeheime 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 die durchschnittlichen Belastungen vorgesehenen oder schon durchgeführten Lärminderungsmaßnahmen den Schutzziele für sensible Bereiche entsprechen.

F. Einschätzung der gegenwärtigen Diskussionen zu Ergebnissen und Schwerpunkten der Lärmwirkungsforschung

Diskussionen zur Lärmwirkungen und ihre wissenschaftlichen Begründungen sind in Anhörungen und in entsprechenden Gerichtsverfahren immer kontrovers. Für ein Risikomanagement sind der Risikovergleich und die Einordnung erforderlich, um konkrete Handlungen abzuleiten. Es ist legitim, dass in Anhörungen und anderen Verfahren nur der jeweilig diskutierte Belastungsfaktor eine Rolle spielt. Schlussfolgerungen lassen sich jedoch nicht ohne Risikovergleich ziehen.

Zum anderen charakterisiert Schall und Lärm menschliches Leben. Schall ist notwendig, auch Lärm, überall auftretend, in seiner Wirkung unspezifisch, d. h. das Wirkungsspektrum und die Wirkungsart ist ähnlich wie bei vielen anderen Faktoren menschlichen Lebens. Deshalb ist es notwendig, auch den Verkehrslärm in die üblichen Schallbelastungen des Menschen einzuordnen. Dabei sind auch physikalische Grundlagen zu berücksichtigen, u. a. Wahrnehmbarkeit bei Pegeldifferenzen, logarithmische Abhängigkeit der Wirkung von dem Schallpegel, Messbarkeit u. a.

Wesentliche Probleme in diesen Diskussionen zu Ergebnissen in der Lärmwirkungsforschung bestehen vor allem in

- ❖ der mangelnden oder fehlenden Berücksichtigung der Qualität der Eingangsdaten und des unzureichenden Einbezugs von Confoundern/zusätzlichen Einflussfaktoren bei der Interpretation,
- ❖ der Nichtbetrachtung der Gesamtheit der Ergebnisse und ihrer Wertung, es werden nur „passende“ Ergebnisse dargestellt,

- ❖ der Überbetonung multivariater statistischer Verfahren ohne Berücksichtigung der Qualität der Eingangsdaten und einer fehlenden medizinisch und auch psychologisch fundierten Interpretation der Ergebnisse,
- ❖ der fehlenden Einordnung der Ergebnisse in biologische und medizinische Prozesse, wodurch erst die Relevanz der Ergebnisse bewertbar wird,
- ❖ der Nichtberücksichtigung von Erkenntnissen aus anderen Belastungsbereichen des Menschen,
- ❖ der fehlenden Einordnung in die üblichen Schallbelastungen des Menschen, womit die Prüfung der ökologischen Plausibilität umgangen wird,
- ❖ der Nichtberücksichtigung von Kriterien des Umweltrechtes und Grundlagen der Risikobewertung, z.B. nicht die Wirkung von Umwelteinflüssen an sich ist relevant, sondern ihre Adversität, Schutzkriterien können nicht jede einzelne Person berücksichtigen.

Die Wissenschaft entscheidet nicht über Begrenzungswerte, hat aber die Spannbreite und Sicherheit der Erkenntnisse zu (adversen) Effekten zu verdeutlichen.

Die Wirkungsforschung hat Beurteilungskriterien bei Belastungen zu liefern, die frühe gesundheitliche Beeinträchtigungen verhindern, aber auch frühe Effekte unklarer Bedeutung ohne gesundheitliche Konsequenzen berücksichtigen. In diesem Bereich liegen mögliche negative, d. h. *adverse Effekte*. Unter Vorsorgegesichtspunkten beginnt hier die Schutzbedürftigkeit. In diesem Bereich ist abzuwägen, was zumutbar und unzumutbar ist und welche Belastung medizinisch oder gesellschaftlich toleriert werden kann. Unzumutbar ist in Bezug auf dieses Gutachten, wenn Lärm zu Erkrankungen, Schädigungen oder nicht zumutbaren Belästigungen führt. Dies sind eindeutig adverse Effekte, die Gesetzgebung hat sie zu vermeiden. Unterhalb dieser Schwelle besteht Spielraum für Entscheidungen aus anderen Gründen. Zumutbar ist, dass unter Schalleinwirkung psychophysische Effekte auftreten, wenn diese Effekte über die Zeit kompensierbar sind.

Vor allem in der epidemiologischen aber auch experimentellen Lärmwirkungsforschung bleibt eine Vielzahl methodischer und inhaltlicher Probleme, die immer wieder zu auch kontroversen Diskussionen führen. Die *Beteiligung an Studien* zur Untersuchung von Lärmwirkungen ist meistens freiwillig. Bevölkerungsbezogene Erhebungen werden häufig unterstützt von Verbänden, Interessensvertretern, Rechtsanwälten. Die Folge ist die Untersuchung von Risikopopulationen oder von besonders Gesundheitsinteressierten. Dies führt unter anderem zu den in den Sozialwissenschaften bekannten Einschränkungen der Qualität von Studien durch „overreporting“, dem „Nimby-Effekt“ (Not in my backyard) oder „Intra-Class-Korrelationen“ (Familien, Verbandsmitglieder, Nachbarn haben häufig gleiche Antworttendenzen). Hierzu zählen auch weitere vorgelegte Studien, die z. B. im zeitlichen Zusammenhang mit geplanten Änderungen von Flughäfen realisiert wurden. Schlussfolgerungen für Begrenzungswerte lassen sich aus Studien in solchen Situationen nicht ziehen.

Auch die *Auswertungsqualität* vieler Studien lässt nicht selten zu wünschen übrig, da im Drang nach relevanten Ergebnissen, die eher publikationsfähig sind, kaum noch inhaltlich zu untersetzende Auswahl- und Rechenprozeduren vorgenommen werden. Das traurigste Beispiel der ansonsten guten Untersuchung stellt

die NaRoMi-Studie dar, bei der die Charitéauswertung (KEIL et al. 2004) etwa zwei Drittel der Studienpopulation nicht mehr einbezog, was zu nahezu konträren Ergebnissen mit einer Auswertung des Umweltbundesamtes (BABISCH 2004) an der gleichen Untersuchungspopulation führte. Diese *Gruppenklassifizierung* (BECK-BORNHOLDT und DUBBEN 2005) stellt ein grundlegendes und erhebliches Problem in mathematisch-statistischen Analysen sowohl im Experiment als auch in der Epidemiologie dar. In der Lärmwirkungsforschung zeigt sich dies durch teilweise willkürliche, auf statistisch signifikante Ergebnisse ausgerichtete Veränderungen der *Lärmbelastungskategorien* (Streitpunkt in der Auswertung der NaRoMi-Studie) oder der Zusammenfassung *unterschiedlicher Verkehrsarten*, ohne nach Wirkungsgleichheit zu fragen (z. B. LARES-Studie), oder der Zusammenfassung *unterschiedlicher Grade der Belästigung* (z. B. Zusammenfassen von mittelgradig Belästigten mit stark und äußerst stark Belästigten, ohne zu fragen, ob die gleichen Wirkungen zu erwarten sind). Hier sind auch die unterschiedlichen Lärmquartilenbereiche von Greiser et al. einzuordnen, die Klassengröße von 2 dB(A) bis 13 dB(A) umfassen. Damit werden unter Wirkungsaspekten Scheinergebnisse produziert. Dies ist unter anderem auch den Publikationsgewohnheiten zu schulden, dass vor allem „positive“, „relevante“ Ergebnisse veröffentlicht werden, der so genannte „*Publikations-Bias*“.

Die mathematisch-statistische Bearbeitung von Daten ist Mittel zum Zweck, Voraussetzung für die Interpretation der damit erreichten Ergebnisse sind die Bewertung und der Umgang mit den Eingangsdaten und die Bewertung der Ausgangsdaten für die zu erwartenden, wissenschaftlich zu begründenden Wirkungen. Dies kann nur entsprechend wissenschaftlicher Kriterien an Hand bisheriger Erkenntnisse der medizinischen und psychophysiologischen Belastungsforschung erfolgen. Lärmwirkungsforschung hat die Aufgabe, Wirkungen zu prognostizieren und nicht isolierte Berechnungen zu produzieren. Dem Datenniveau angemessen, bewerten die meisten Autoren ihre Ergebnisse durchaus in den wissenschaftlichen Publikationen kritisch. Diese kritische Haltung ist in Anhörungen dagegen häufig zu vermissen.

G . Bewertung der Lärmbelastungen im Rahmen der vorgesehenen Maßnahmen

Im Rahmen des Teilgutachtens Lärmschutz, Verfasser Prof. Dr. Schaffert, Dipl. Ing. Becker, Dipl. Ing. Loewenhoff vom 01.03. 2011, erfolgt eine Prüfung der zum Themenkomplex Geräuschimmissionen erstellten Einreichungsunterlagen in Bezug auf Vollständigkeit, Plausibilität und Richtigkeit der gutachterlichen Aussagen. Darauf aufbauend, werden eigene Bewertung des Vorhabens vorgenommen. Die entsprechenden verwendeten Unterlagen sind in diesem Gutachten, das künftig „Lärmschutz“ genannt wird, aufgeführt.

In den Einreichungsunterlagen und in der Bewertung dieses Gutachtens werden die einzelnen Lärmquellen Fluglärm, Bodenlärm, Straßen- und Schienenverkehrsgeräusche, Straßenverkehrsgeräusche durch Verlegung B10, Baulärm getrennt dargestellt und eine zusammenfassende Lärmdarstellung vorgenommen. In dem Gutachten Lärmschutz werden die einzelnen Lärmquellen vorerst gesondert betrachtet. Dies erfolgt auch in meinem Gutachten. Für die Prüfung der Ergebnisse werden insbesondere die Kriterien des Lärmmedizinischen Fachbeitrags der Einreichunterlagen herangezogen (UVE 02.170).

Fluglärm

Grundlage für die Bewertung sind der Fachbeitrag UVE 2.110 „Fluglärm“ sowie die ergänzende Unterlage K4.1 „Fluglärm“.

Für die ergänzenden Unterlagen K4.1 „Fluglärm“ wurde auf der Grundlage veränderter Flugverkehrsprognosen eine vollständig neue Berechnung vorgenommen. Die neuen Eingangsdaten wurden dargestellt und in dem Gutachten „Lärmschutz“ bewertet. Neben den Szenarien Betrieb 2003, Nullfall 2020 und Planfall 2020 wurde durch die Ergänzungen auch das Szenario für 2025 einbezogen. Die Planszenarien 2020 und 2025 sind jeweils mit dritter Piste. Wie üblich, wurden als Bezugszeitraum die jeweils 6 verkehrsreichsten Monate eines Jahres genommen.

Die Berechnungen wurden als adäquat bewertet. Für Anflüge auf die neue Piste 11 R sind ausschließlich gekurvte Anflüge vorgesehen, die nicht über das Stadtgebiet von Wien führen. Auf den gegenwärtigen technischen Stand zur Realisierung wurde in diesem Gutachten „Lärmschutz“ eingegangen. Die Berechnungsergebnisse wurden überprüft und bestätigt.

Die Ergebnisse der Berechnungen werden als Schallimmissions-Isophone flächenhaft dargestellt, außerdem Ergebnisse für Einzelpunkte in Ortslagen wie auch lärmsensibler Einrichtungen mitgeteilt.

Im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ wurden Bewertungsgrenzen für den Fluglärm vorgegeben: L_{den} 65 dB(A) (Lärmindex nach Bundes-Umgebungslärmschutzverordnung), L_d 62 dB(A) für den Tag, als Zielwert wird für den Tag ein Innenraumpegel von 40 dB(A) bei Stoßlüftung angegeben.

Die Isolinie L_d ist 62 dB(A) für den Schutz für wohnmäßige Nutzung **am Tag** vergrößert und verkleinert sich im Vergleich zu den Nullszenarien im Planfall 2020, einige Ortsteile werden ent-, andere belastet. Dies trifft auch für den Planfall 2025 zu. Die insbesondere durch die neue Piste veränderten Konturen sind in der Abbildung 1 des Anhangs des Gutachtens „Lärmschutz“ für den Tag dargestellt.

Für die folgenden Immissionsorte ist Lärmschutz im Planszenario 2020 erforderlich durch Überschreiten eines Pegels von 62 dB(A), wobei nach dem Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ der Innenpegel von 40 dB(A) entscheidend ist (Tab. 3 des Anhangs Gutachten „Lärmschutz“): AI010, EK010, EK070. Für das Planszenario 2025 trifft das für die Immissionsorte AI010, AI020, AI030, EK060, EK070, KT010 zu. Der höchste Pegel zur Tagzeit wird im Planszenario 2020 mit 63,6 dB(A) am EK070 und mit 65,5 im Planszenario 2025 an dem gleichen Immissionsort erreicht. Der Lärmindex nach Bundesumgebungslärmschutzverordnung von L_{den} 65 dB(A) wird im Planszenario 2020 an dem IO EK070, im Planszenario 2025 an den AE010, EK060, EK 070 erreicht oder überschritten.

In der Tabelle 6 des Anhangs des Gutachtens „Lärmschutz“ wurde für den Fluglärm die Differenz zwischen dem Nullszenario 2020 und der Umhüllenden von den Planszenarien 2020 und 2025 für den Fluglärm u. a. am Tag aufgeführt. Mit der Darstellung einer solchen Umhüllenden wird letztendlich eine worst-case-Betrachtung durchgeführt, es wird für beide Szenarien die jeweils weiteste Ausprägung gewählt. Für die

vorher genannten relevanten Orte steigt der Fluglärm von 0,9 dB(A) (KT010) bis zu 5,6 dB(A) (EK070) an. Aus der Tabelle 6 ist ersichtlich, dass an 43 IO der Fluglärm gegenüber dem Nullszenario 2020 an Wohnbereichen zunimmt, an 30 abnimmt. Die höchste Differenz wurde für den Tag für den TR020 mit 14,4 dB(A) errechnet. Der erreichte Pegel liegt jedoch deutlich unter den 62 dB(A). An den genannten Immissionsorten sind entsprechende Maßnahmen erforderlich, wobei der Zielwert der genannte Innenpegel von 40 dB(A) bei Stoßlüftung ist.

Der Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ schlägt als Beurteilungswerte für die **Nacht** Maximalpegelhäufigkeiten von 13 x 68 dB(A) und 1 x 80 dB(A) außen vor. Es wird eine umhüllende Kontur für diese beiden Maximalpegelhäufigkeiten gebildet. Im Planfall 2020 kommt es zur Erweiterung dieses Lärmschutzbereiches auch für bewohnte Gebiete in Klein-Neusiedl, Mühleiten, Nord-Zwölfaxing, Himberg. Im Planfall 2025 bleibt diese Kontur der Maximalpegelhäufigkeiten weitgehend unverändert, eine geringfügige Zunahme ist am Rande von Himberg aus den Karten zu entnehmen. In der Abbildung 2 des Anhangs des Gutachtens „Lärmschutz“ sind die Maximalpegelhäufigkeitskonturen für die Nacht (Umhüllende von 13 x 68 dB(A) plus 1 x 80 dB(A)) für das Nullszenario 2020 sowie die Planszenarien 2020/2025 aufgeführt, aus denen die vorher geschilderten Änderungen hervorgehen. Zwischen den Planszenarien 2020 und 2025 ergeben sich nur unwesentliche Änderungen (Abb. 4 des Anhangs).

Von den Gutachtern „Medizin und Umwelthygiene“ wird für die Nacht den Maximalpegelhäufigkeiten der Vorzug eingeräumt. Es wird ein Innenpegel von 32 dB(A) gefordert. In der Bundesumgebungslärmschutzverordnung wird für die Nachtstunden ein Außenpegel von 55 dB(A) angegeben. Dieser Außenpegel wird im Planszenario 2020 an den EK060 und EK070 und im Planszenario 2025 zusätzlich durch Fluglärm an den AI010, MP04 überschritten. Hier sind Maßnahmen erforderlich. Die höchsten Dauerschallpegel in der Nacht treten mit 60,6 dB(A) am EK060 auf. Die höchste Differenz wurde für die Nacht für den Punkt TR020 mit 14,2 dB(A) erreicht. Der erreichte Pegel liegt jedoch deutlich unter 55 dB(A). Geht man von dem Kriterium 32 dB(A) in der Nacht innen aus und nimmt eine Dämmung von 21 dB(A) an, dann überschreiten folgende IO die 53 dB(A) in der Nacht im Planszenario 2020: KT010, SE036 und SE037 unter der Annahme, dass dort auch Wohnbebauung ist. An 44 IO kommt es zur Zunahme der Lärmbelastung in der Nacht durch die Umhüllende der Planszenarien gegenüber dem Nullszenario 2020, an 26 IO zur Verringerung.

In der Tabelle 8 des Anhangs des Gutachtens „Lärmschutz“ werden Maximalpegelhäufigkeiten an Immissionsorten in allgemeinen Ortslagen im Nullszenario wie in den beiden Planszenarien aufgeführt. Dabei wird insbesondere das Maximalpegelhäufigkeitskriterium 13 x 68 dB(A) überschritten, vereinzelt auch das Kriterium 1 x 80 dB(A). Gegenüber dem Nullszenario sind insbesondere der FI010, der TR020, TR030 und ZW010 durch die Planvarianten zusätzlich betroffen. Alle anderen aufgeführten IO sind bereits im Nullszenario höheren Maximalpegelhäufigkeitskriterien ausgesetzt. An einzelnen IO kommt es durch die Planungen zu einer Verringerung der Belastung in der Nacht (BE040, BE060, BE070).

Im Teilgutachten „Lärmschutz“ wird auf die Sicherheit und auf Einflussfaktoren der Prognose eingegangen. Dem kann aus lärmmedizinischer Sicht nichts hinzugefügt werden. Wie im Teilgutachten „Lärmschutz“ ausgeführt, spielt eine wesentliche Rolle die Verfügbarkeit des gekurvten Anflugs (Capability). Damit soll u. a. eine stärkere Belastung der Stadt Wien aufgrund des Ausbaus vermieden werden, was gegenwärtig für 2025 prognostiziert wird.

Bodenlärm

Im Teilgutachten „Lärmschutz“ wird sowohl der Fachbeitrag UVE 02.150 als auch die ergänzende Unterlage K4.4 „Bodenlärm“ diskutiert. Die Berechnungsgrundlagen sind dort aufgeführt. Einbezogen als Geräuschemissionen werden Luftfahrzeuge am Boden, Triebwerksprobeläufe, Kraftfahrzeuge im Airside-Bereich, Klimaaggregate auf dem Flughafengelände, Kraftfahrzeuge im Landside-Bereich. Es wurden insbesondere in den ergänzenden Unterlagen K4.4 für die Szenarien 2020 und 2025 Worst-Case-Berechnungen vorgenommen. Es kommt nur zu geringfügigen zusätzlichen Anteilen des Bodenlärms hinsichtlich der Lärmbelastung.

Aus Flug- und Bodenlärm, den Luftfahrzeugen am Boden, High power runs und den Kfz im Airside-Bereich wird eine energetische Summe der Schallpegel sowohl für den Tag als auch die Nacht errechnet. Die energetische Summe ist keine Wirkungsgröße.

Die Isolinie L_d 62 dB(A) wird überwiegend bei energetischer Summierung von Flug- und Bodenlärm durch den Fluglärm bestimmt. Nur an den IO Katharinenhof und Aichhof in der Ortschaft Klein-Neusiedl trägt der Bodenlärm zum Überschreiten der 62 dB(A) bei.

Auch in der Nacht wird die Lärmimmission vom Fluglärm bestimmt. Der Bodenlärm trägt nicht zur Erweiterung der Isokonturen bei.

Im Wesentlichen ist auch für die IO zu bestätigen, dass der Fluglärm entscheidend ist. Aus der energetischen Summierung ist abzuleiten, an welchen IO es durch den Bodenlärm zu wesentlichen zusätzlichen Belastungen kommt. Dies trifft für den BE060 zu, der für den Tag insbesondere durch die High power runs die stärkste Belastung aufweist. Die 62 dB(A) werden auch überschritten durch die Kombination von Flug- und Bodenlärm an den IO AI030, KT010 und KT020. Diese sind im Wesentlichen auch die IO im Planszenario 2025. Auch für die Nacht trifft das insbesondere für den BE060 und auch die IO KT010, KT020 zu.

Aufgrund vorhandener Unsicherheiten in der Bewertung wird im Gutachten „Lärmschutz“ vorgeschlagen, in den betroffenen Bereichen neben dem Fluglärm auch den Bodenlärm messtechnisch zu erfassen. Dazu werden vier Messstellen vorgeschlagen. Dies ist zu unterstützen.

Straßen- und Schienenverkehrslärm

Grundlage für die Bewertung im Gutachten „Lärmschutz“ sind die Fachbeiträge UVE 02.130 und UVE 02.140.

Beim Straßen- und Schienenverkehrslärm wird vor allem auf Pegeldifferenzen zwischen Nullszenario und den Planungsszenarien eingegangen. Dabei wird, aufbauend auf dem lärmmedizinischen Fachbeitrag UVE 02.170, eine Pegelzunahme unter 1 dB(A) als irrelevant, unter 2 dB(A) als jedenfalls zumutbar, ab 2 dB(A) Detailuntersuchungen erforderlich eingeschätzt. Im Allgemeinen geht man davon aus, dass Pegelunterschiede etwa ab 3 dB(A) wahrnehmbar sind. Deshalb ist diese Zuordnung durchaus unter Vorsorgegesichtspunkten anzusehen.

Im Gutachten „Lärmschutz“ wird begründet, warum aufgrund der Berechnungen die Verkehrsgeräusche grundsätzlich überschätzt werden. Für das Planszenario 2020 wird im gesamten bewohnten Gebiet des Untersuchungsbereiches keine Pegelerhöhung aufgrund der Verkehrssteigerungen im Straßen- und Schienenverkehr von mehr als 2 dB(A) zu erwarten sein. Bis auf Bereiche in der Ortschaft Rauchenwarth treten auch im Planszenario 2025 keine Zunahmen über 1 dB(A) in bewohnten Gebieten auf. Nur im Bereich des nördlichen Ortsrandes von Rauchenwarth sind Pegelzunahmen von 2 dB(A) zu erwarten, wie das im Lärmschutzgutachten beschrieben ist und in den Abbildungen 6.1 und 6.2 dargestellt wurde. An einzelnen Objekten werden die entsprechenden Werte der Bundesumgebungslärmschutzverordnung überschritten. Maßnahmen sind hier erforderlich.

Die Tabelle 10 vergleicht den Straßenverkehrslärm im Null- und Planszenario 2025. Sowohl für den Tag als auch die Nacht liegen die Differenzen bis auf den genannten Immissionsort in Rauchenwarth deutlich unter 1dB(A). An anderen Immissionsorten im Bereich Rauchenwarth kommt es auch zu einer Verringerung um teilweise mehr als 2 dB(A).

Aus den geschilderten Veränderungen der Lärmbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr in den Planszenarien 2020 und 2025 ergeben sich keine zusätzlichen Schlussfolgerungen für den Lärmschutz. Die geplanten Maßnahmen führen zu keinen wesentlichen zusätzlichen Beeinträchtigungen durch diese Verkehrslärmquellen.

Straßenlärm, Verlegung B10

Dies wird im Fachbeitrag UVE 02.140 berechnet. Im Teilgutachten „Lärmschutz“ wird festgestellt, dass die maßgeblichen Werte von tags 50 dB(A), sowie der L_{den} von 60 dB(A) durch die Verlegung der B10 nicht zu erwarten sind. Damit wird auch ein Lärmschutzwall als nicht zwingend notwendig angesehen.

Insgesamt ist festzustellen, dass durch den Flughafenausbau keine wesentlichen Erhöhungen des Straßen- und Schienenverkehrslärms zu erwarten ist. Dies ist auch unabhängig vom Prognosejahr 2020 oder 2025.

Die aufgeführten Zunahmen im Nordbereich von Rauchenwarth werden vom Flughafen aus als unabhängig eingeschätzt.

Baulärm

Im Fachbeitrag UVE 2.120 „Baulärm“ und in der ergänzenden Unterlage K 4.2 wird auf die Geräuschimmissionen während der Bauphase in der Nachbarschaft eingegangen. Im Teilgutachten „Lärmschutz“ erfolgt die entsprechende Beschreibung. Es werden die im lärmmedizinischen Gutachten „Medizin und Umwelthygiene“ von HAIDER und HAIDER angegebenen Grenzen realisiert durch die Organisation des Baubetriebes in der Tag- und auch der Nachtzeit. In der vom Gutachter „Medizin und Umwelthygiene“ herangezogenen ÖAL-Richtlinie Nr. 3 werden für den Baulärm Grenzwerte von $L_{eq} = 65$ dB(A) tags (06:00 Uhr bis 19:00 Uhr) sowie ein $L_{eq} = 55$ dB(A) für die Abend- und Nachtzeit (19:00 Uhr bis 06:00 Uhr) bestimmt, bei deren Überschreitung eine lärmmedizinische Beurteilung hinzuzuziehen ist. Im Gutachten „Medizin und Umwelthygiene“ wird eine geringfügige Überschreitung von bis zu 2 dB(A) als zumutbar eingestuft. Dem ist auch von meiner Seite aus zu folgen. 2 dB(A) Unterschiede sind kaum wahrnehmbar.

In der Tabelle 12 des Teilgutachtens „Lärmschutz“ werden für einzelne Immissionsorte die Lärmbelastungen entsprechend der Bauphasen aufgeführt.

Es wird eine Reihe von Maßnahmen vorgesehen zur Begrenzung bzw. Reduktion der durch den Baubetrieb erzeugten Geräuschimmissionen, denen zu folgen ist.

Die Pegel werden emissionsseitig berechnet. Im Gutachten wird festgestellt, dass durch die Bautätigkeit mit Pegelzunahmen im irrelevanten (< 1 dB(A)) oder vereinzelt im zumutbaren Bereich (1 bis 2 dB(A)) zu rechnen ist.

Wohnbebauungen mit ausgeprägteren Zunahmen sind nicht betroffen. Dies trifft auch für schutzbedürftige Bereiche zu.

Im Gutachten „Lärmschutz“ wird darauf hingewiesen, dass zum derzeitigen Zeitpunkt natürlich nur eine grobe Abschätzung erfolgen kann. Ansonsten wird an den Berechnungsgrundlagen keine wesentliche Kritik geäußert. Es gibt eine Reihe von worst-case-Annahmen. Die Berechnungsergebnisse enthalten z. B. den über die gesamte Bauphase gemittelten Beurteilungspegel, obwohl die Bauarbeiten an den einzelnen Bauorten zeitlich verschoben auftreten. Dies führt auch dazu, dass es an einigen Tagen und Nächten zu deutlich höheren Geräuschimmissionen kommen kann. Damit kann Belästigung verbunden sein. Dies trifft insbesondere für die Abend- und Nachtzeiten zu. Deshalb ist dem Vorschlag im Gutachten „Lärmschutz“ zu folgen, dass Bauarbeiten während der Abend- und Nachtstunden restriktiv zu behandeln sind.

In der Tabelle 12 des Gutachtens „Lärmschutz“ werden die Detailergebnisse für den Baulärm für sämtliche untersuchte Bauphasen an den einzelnen IO der Wohn- und schutzbedürftigen Bereiche dargestellt. Dies

trifft nicht zu für die Arbeitnehmer der entsprechenden Baufirmen. Hier gelten die relevanten Arbeitsschutzbestimmungen. Die Verordnung zum Schutz von Arbeitnehmer/innen bei einer Gefährdung durch Lärm und Vibrationen verpflichtet die Arbeitgeber zur Einhaltung der in der Verordnung festgelegten Lärmgrenzwerte. In Anlehnung an die entsprechende EU-Richtlinie werden Expositionsgrenzwerte mit einem mittleren Dauerschallpegel von 85 dB(A) und einem Spitzenpegel von 137 dB(C) sowie Auslösewerte zum Handeln bei mittlerem Dauerschallpegel von 80 dB(A) sowie Spitzenpegel von 135 dB(C) festgelegt. Diese Grenzwerte orientieren sich an der Gehörgefährdung. Bei Einhaltung ist keine wesentliche gesundheitliche Beeinträchtigung durch Lärm und speziell durch dieses Vorhaben zu erwarten. Um Störwirkungen zu vermindern, werden für Räume mit überwiegend geistigen Tätigkeiten sowie für Aufenthalts- und Bereitschaftsräume 50 dB(A) und für Räume mit einfacher Bürotätigkeit 65 dB(A) festgelegt.

Lärmbelastung an schutzbedürftigen Bereichen

Wie bereits erwähnt, werden im Teilgutachten „Medizin und Umwelthygiene“ für schutzbedürftige Bereiche mit Konzentration wahrscheinlich lärmsensibler Personen eigene Beurteilungskriterien empfohlen. Hier erfolgt eine immissionsortbezogene Bewertung. Im Gutachten „Lärmschutz“ werden in Tabelle 1 die Objekte mit lärmsensibler Nutzung oder Sondernutzung aufgeführt. Es handelt sich um 62 Kindergarten- /Horteinrichtungen, 53 Schulen und 8 Alten- und Pflegeheime. Bei Letzteren wird davon ausgegangen, dass es sich um Pflegeheime handelt. Krankenhäuser sind nicht mit aufgeführt. Die Immissionsorte SE316 bis SE356 sind in der ergänzenden Unterlage K4.1 neu hinzu gekommen.

Für Schulen und Kindergarten ist der berechnete Lärmpegel L_d von 06:00 Uhr bis 19:00 Uhr relevant. In der Tabelle 6 des Teilgutachtens „Lärmschutz“ wird für den Fluglärm das Nullszenario 2020 und die umhüllenden Planszenarien 2020/2025 aufgeführt. Relevant für die Beurteilung sind alle Immissionsorte mit einem Pegel von über 55 dB(A). Hier ist zu prüfen, inwieweit der Innenraumpegel von 35 dB(A) eingehalten werden kann. Das sind 25 Immissionsorte im Nullszenario und 27 Orte bei der Umhüllenden für die Planszenarien 2020/2025. Die höchsten Werte werden in den Planszenarien mit 61,8 dB(A) am SE036 und 61,7 dB(A) am SE037 erreicht. An 24 relevanten Immissionsorten liegt die Pegeldifferenz zwischen den Planszenarien und dem Nullszenario unter 2 dB(A), teilweise kommt es zu beträchtlichen Verminderungen der Belastung bei einzelnen Immissionsorten. An den beiden IO mit der höchsten zu erwartenden Belastung SE036 und SE037 ist eine erhebliche Steigerung von 5,0 dB(A) in den Planszenarien zu erwarten. Hier sind aus meiner Sicht Maßnahmen erforderlich.

Die Nachtlärmbelastung spielt an diesen IO natürlich keine Rolle.

Der Bodenschall ist an diesen schutzbedürftigen Bereichen weitgehend zu vernachlässigen. Der Fluglärm ist die entscheidende Einwirkung. Dies trifft auch weitgehend auf das Planszenario 2025 zu.

In der Tabelle 10 des Teilgutachtens „Lärmschutz“ ist der Straßenverkehrslärm im Vergleich der Nullszenarien und Planszenarien 2025 dargestellt. Im Bereich der Ortschaft Ebergassing sind die lärmsensiblen Bereiche bereits im Nullszenario 2025 durch einen erhöhten Lärmpegel betroffen, der sich im Planszenario 2025 nahezu nicht ändert. Das trifft auch auf lärmsensible Bereiche in Enzersdorf an der Fischa, den SE333 in Göttlesbrunn, den SE316 Großenzersdorf zu. Weitere Immissionsorte sind in Lanzendorf, Mannswörth, Maria Ellend, in Rannersdorf, Schwadorf, Schwechat und Simmering betroffen. An keinen der relevanten Immissionsorte liegt die Differenz zwischen Plan- und Nullszenario 2025 über 1 dB(A). Demnach kommt es durch den Straßenverkehrslärm zu keiner wesentlichen Änderung der Lärmbelastung an diesen Immissionsorten. Wie bereits bei Straßenlärm insgesamt festgestellt, kommt es durch die geplanten Maßnahmen des Flughafens zu keiner wesentlichen Änderung des Ausmaßes der Lärmbelastung. Wie dargestellt, ist diese jedoch für eine ganze Reihe von schutzbedürftigen Immissionsorten als hoch einzuschätzen.

An den 8 Immissionsorten mit *Alten- und Pflegeheimen* werden die relevanten Außenpegel von 55 dB(A) für den Tag von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr durch die Umhüllende der Planszenarien 2020 und 2025 nicht erreicht. Für die Nacht von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr wird der Außenpegel von 45 dB(A) an den IO SE041 und SE293 überschritten. Der Bodenlärm spielt keine wesentliche zusätzliche Rolle.

Für den Straßenverkehr kommt es zwischen Null- und Planszenario 2025 auch an diesen Immissionsorten zu keiner wesentlichen Änderung.

Zusammenfassende Lärmdarstellung

Im Fachbeitrag UVE 02.160 werden die Ergebnisse der Einzelpunktberechnungen aus den Fachbeiträgen 02.110 „Fluglärm“, 02.130 „Straßen- und Schienenverkehrslärm“ und 02.150 „Bodenlärm“ zusammenfassend dargestellt. Dies erfolgt in Form von Mittelwerten für die Zeiträume 06:00 Uhr – 19:00 Uhr, 19:00 Uhr – 22:00 Uhr sowie 08:00 Uhr bis 22:00 Uhr. Zusätzlich wird der 24-Stunden-Pegel L_{den} sowie die Überschreitungshäufigkeiten bestimmter Maximalpegel durch flugbetriebsbedingte Geräusche angegeben. Fluglärm und Bodenlärm werden auch als Summenpegel dargestellt.

In diesem Gutachten werden keine neuen Berechnungsergebnisse vorgelegt. Deshalb ergeben sich auch keine weiteren Schlussfolgerungen.

Die Wirkungen mehrerer gleichzeitig vorhandener Lärmquellen auf die Gesundheit sind kaum untersucht. Im Vordergrund stehen die jeweiligen Einzelquellen, deren Wirkungen berechnet werden. Natürlich sind Gesundheitsdaten immer als Ergebnis aller einwirkenden Faktoren zu sehen. Dies trifft auch auf die Belästigung zu. Die Ergebnisse der letzten Jahre zu verkehrsspezifischen Lärmquellen und Belästigung sind unterschiedlich. So wird häufig von einem Schienenbonus ausgegangen, dem Fluglärm die höchste Belästigungswirkung zugeordnet. Inzwischen gibt es auch andere Ergebnisse sowohl aus dem Labor als

auch aus dem Feld (siehe vorn BASNER et al. 2010a). Die unterschiedlichen Geräuscharten haben eben Unterschiede in der Zeitlichkeit von Schall (Anstiegsteilheiten, Intervalle), der Örtlichkeit dieser Schallquellen (seitlich oder von oben), der Qualität (z. B. Frequenzzusammensetzung), Unterschiede differenter Wirkungsschwerpunkte (z. B. informativ, mögliche Unfallgefährdung). Auch scheinen die nicht akustischen Faktoren bei den unterschiedlichen Lärmquellen eine differente Bedeutung auszuüben. So gibt es Vorschläge für die Bewertung von Gesamtlärm, z. B. GRIEFAHN et al. (2002) für die Bewertung der Gesamtbelastung um den Flughafen Frankfurt/Main oder der VDI-Richtlinie 3722 in Deutschland. Eine wissenschaftlich fundierte Begründung liegt diesen Vorschlägen nicht zugrunde. Die Kombination unterschiedlicher Lärmquellen hängt auch entscheidend von den konkreten Bedingungen ab, der Dominanz einer Lärmquelle, den konkreten Rahmenbedingungen der Einwirkung verschiedener Lärmquellen u. a. Deshalb ist es legitim, wie in den meisten Regelungen und Verordnungen verfahren wird, dass die einzelnen Lärmquellen gesondert betrachtet und bewertet werden und eine Einzelfallbeurteilung bei besonderer Betroffenheit erfolgt.

Schutzkonzept/Auflagen/Maßnahmen im Teilgutachten „Lärmschutz“

Im Teilgutachten „Lärmschutz“ wird ein gestuftes Schallschutzprogramm und ein gleitendes Monitoring vorgeschlagen. Aus lärmmedizinischer Sicht sind solche Maßnahmen vertrauensbildend und können Negativwirkungen verringern. Damit können auch die prognostischen Unsicherheiten bewältigt werden, auf die im Teilgutachten „Lärmschutz“ ausführlich und adäquat eingegangen wurde. Bei Notwendigkeit ist dann auch eine lärmmedizinische Beurteilung einzubeziehen.

Wie vorn dargestellt, kommt der Risikokommunikation eine immer größere Bedeutung zu, insbesondere zur Reduktion erheblicher Belästigungen und Störungen sowie auch gesundheitlicher Beeinträchtigungen. Deshalb wird vorgeschlagen, ein Konzept für eine kontinuierliche Risikokommunikation mit den Anwohnern zu entwickeln und anzuwenden. Die Erfassung begleitender Daten zu den Wirkungen insbesondere des Lärms sollte geprüft werden.

Beantwortung der Fragestellungen zum Risikofaktor 23

Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens von Lärmeinwirkung

zu 1.

Zur Bewertung des Vorhabens – Betrieb der Parallelpiste 11R/29/L – im Planszenario 2020 und 2025 sind Lärmimmissionen des Flug- und Bodenlärms, des Straßen- und Schienenverkehrslärms, des Baulärms herangezogen worden. Die Auswirkungen für die Wohn- und schutzbedürftigen Bereiche sind differenziert nach den entsprechenden Regionen zu betrachten.

Als Beurteilungskriterien werden in dem Fachbeitrag UVE 02.170 „Medizin und Umwelthygiene“ für den Tag 62 dB(A) außen und 40 dB(A) innen, für die Nacht 32 dB(A) innen und 13 x 68 dB(A) sowie 1 x 80 dB(A) außen, das bedeutet 13 x 53 dB(A) / 1 x 65 dB(A) innen, herangezogen. Damit liegen diese Beurteilungskriterien günstiger als in der Bundesumgebungslärmschutzverordnung. Dies ist aus meiner Sicht ebenfalls zu bewerten. Das betrifft insbesondere den Tagespegel von 65 dB(A) und den Nachtpegel von 55 dB(A) außen. Sollten aufgrund konkreter Bedingungen diese Werte überschritten werden, dann sind natürlich Maßnahmen erforderlich. Die Beurteilungskriterien im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ sind als umweltverträglich zu bewerten. Das Prinzip der weitgehenden Lärminderung entsprechend der Möglichkeiten und nach Abwägung bleibt trotz der für die Anwohner günstigeren Beurteilungskriterien weiter bestehen. Die gewählten Beurteilungskriterien für die schutzbedürftigen Bereiche sind als zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe besonders zu unterstreichen. Höhe und Art der Lärmbelastung (sowohl Dauerschallpegel als auch Maximalpegel) für diese Bereiche sind als umweltverträglich einzustufen.

Durch die neue Piste werden bisher wenig belastete Gebiete stärker, andere Gebiete geringer belastet. Die Lärmemissionsquellen sind unterschiedlich zu bewerten. So werden durch den Flugverkehr an einzelnen Immissionsorten die Beurteilungskriterien für die Tag- und Nachtzeit des lärmmedizinischen Gutachtens überschritten. Vereinzelt werden auch die Werte der Bundesumgebungslärmschutzverordnung nicht eingehalten. Dies trifft vor allem für die IO AI010, AI020, AI0030, EK010, EK060, EK070, KT010, MP04, MP09-MP12, FI010 zu. Hier sind Maßnahmen erforderlich. Für den Bodenlärm betrifft das den IO Katharinenhof und Eichhof in Klein-Neusiedl sowie den BE060 und den KT020. Dabei ist nochmals zu betonen, dass die Beurteilungskriterien durch das lärmmedizinische Gutachten Vorsorgeaspekte beinhalten und Innenwerte als Zielwerte vorsehen.

Die vorhabensbedingten Veränderungen des Straßenverkehrslärms sind sehr gering, negative Auswirkungen sind nicht zu erwarten.

Für die Durchführung der Bauarbeiten wurde eine Reihe von Maßnahmen vorgeschlagen, bei Realisierung sind keine Auswirkungen auf Gesundheit und Leben zu erwarten. Entsprechend des Baufortschrittes sind Belästigungen an einzelnen Bereichen möglich.

Eine besondere Betrachtung erfahren schutzbedürftige Bereiche, wofür ebenfalls Beurteilungskriterien festgelegt wurden, die Vorsorgeaspekte beinhalten. Durch den Flugverkehr und den Bodenlärm kommt es an einzelnen Kindergärten und Schulen zur Überschreitung dieser Werte. Hier sind Maßnahmen erforderlich. Dabei ist zu prüfen, dass insbesondere die Innenraumpegel eingehalten werden. Für die schutzbedürftigen Bereiche Kindergärten und Schulen spielt der vorhabensunabhängige Straßenlärm eine deutlich größere Rolle.

An den Alten- und Pflegeheimen sind aufgrund der Angaben zu den Lärmimmissionen keine vorhabensbedingten zusätzlichen Maßnahmen erforderlich. Krankenhäuser liegen nicht in diesem Bereich.

Arbeitnehmer sind insbesondere während der Bautätigkeit durch Lärm betroffen. Bei Einhaltung der üblichen Schutzvorschriften ist keine Beeinträchtigung von Leben und Gesundheit durch den Baulärm zu erwarten. Dies trifft auch für Arbeitnehmer des Flughafens zu. Während des Betriebs in den Planungsszenarien wird sich der Lärm direkt für die Arbeitnehmer des Flughafens unwesentlich ändern. Hier müssen evtl. konkrete Bedingungen eingeschätzt werden und Schallschutz zur Erfüllung der Aufgabenstellungen gewährt werden, eine Gefährdung für Gesundheit und Leben ist durch Lärm nicht für die Beschäftigten am Flughafen zu erwarten.

Zu 2.

Die Lärmimmissionsberechnung der verschiedenen Lärmquellen werden nach dem Stand der Technik durchgeführt, es wird eine Reihe von worst-case-Annahmen vorgenommen, so dass anzunehmen ist, dass es bei den verschiedenen Lärmquellen durchaus zu einer Überschätzung der berechneten Lärmbelastung kommt. Es erfolgte auch eine Reihe von Nachberechnungen, die die Sicherheit erhöhen, die Ausbreitungsverhältnisse wurden berücksichtigt, eine besondere Rolle spielte die Vermeidung eines direkten Überfluges des Stadtgebietes von Wien. Auch die Flugrouten wurden so prognostiziert, dass die Lärmbelastung bewohnter Gebiete minimiert wird.

Zu 3.

Bei allen Lärmquellen werden die Immissionen nach dem derzeitig bekannten Stand zur Lärminderung reduziert. Es werden organisatorische Maßnahmen, Schallschutz, Begrenzungen der Emissionen eingesetzt und bewertet. Dem Gutachter sind keine Maßnahmen bekannt, die nicht berücksichtigt bzw. wenigstens auf ihre Anwendbarkeit diskutiert wurden.

Zu 4.

Wie aus den vorher gehenden Antworten bereits hervorgeht, wurde durch eine Vielzahl von Maßnahmen versucht, die Lärmimmissionsbelastungen möglichst gering zu halten. Ein Vermeiden von Schallimmissionen ist bei diesem Vorhaben nicht möglich. Wenn bestimmte Beurteilungswerte durch Lärm überschritten werden, sind und werden Maßnahmen zur Herabsetzung der Lärmbelastung getroffen. Es wird sich primär um Maßnahmen des passiven Schallschutzes handeln. Für Arbeitnehmer in der Bauphase sind keine zusätzlicher Maßnahmen erforderlich. Für Arbeitnehmer am Flughafen während des Betriebes sind die Belastungen konkret zu ermitteln und evtl. Maßnahmen festzulegen.

Zu 5.

An einzelnen Immissionsorten werden verbindliche Grenzwerte wie auch vorgeschlagene Beurteilungswerte im lärmmedizinischen Gutachten überschritten. Diese Überschreitungen werden in den jeweiligen Gutachten adäquat bewertet. Es werden technische Maßnahmen zur Reduzierung der Lärmbelastung insbesondere in

den Innenräumen empfohlen. Im Fachbeitrag „Medizin und Umwelthygiene“ wird eingeschätzt, dass durch die technischen Maßnahmen die genannten Beurteilungswerte eingehalten werden. Dem ist zuzustimmen. Es wird weiterhin darauf verwiesen, dass durch ein entsprechendes Lärmmanagement (Mediationsvertrag) auch die nichtakustischen Faktoren der Lärmbelastung berücksichtigt werden. Es wird geschlossen, dass aus medizinisch-umwelthygienischer Sicht eine Gesundheitsgefährdung und eine unzumutbare Belästigung ausgeschlossen werden kann. Es wird auch darauf verwiesen, dass in dem speziellen Fall des Flughafens Wien-Schwechat ein verstärkter Schutz der Bevölkerung durch den privatrechtlichen Mediationsvertrag mit den erfolgten Festlegungen gegeben ist.

Es ist auch von meiner Seite nochmals darauf hinzuweisen, dass auch bei Einhaltung von Grenz- und Beurteilungswerten nach weiterer Minimierung der Lärmbelastung zu streben ist.

Zu 6.

Im Rahmen der einzelnen Teilgutachten wurde eine Vielzahl von Maßnahmen vorgeschlagen, die zu realisieren sind. Ausgehend auch von dem Mediationsvertrag ist ein Programm zur Risikokommunikation zu entwickeln, da gerade in diesem Bereich in Zukunft ein Schwerpunkt liegen muss. Ob hierzu schon Aktivitäten bestehen, ist mir nicht bekannt. Es sind auch Überlegungen anzustellen, wie Wirkungsdaten des Lärms um den Flughafen Wien-Schwechat erfasst und ausgewertet werden.

Bewertung

Die Wertung ist für die einzelnen Regionen und die Nutzungsarten unterschiedlich, wie das im hier vorgelegten Gutachten dargestellt wurde. In den Bereichen mit Reduzierung der Lärmeinwirkungen ist die Bewertung „Null“, „keine“, „vorteilhafte oder vernachlässigbare“ Auswirkungen. In den meisten anderen Bereichen ist die Bewertung „1“, „geringe/“mäßige“ Auswirkungen, an vereinzelt Immissionsorten, die oben aufgeführt wurden, ist die Bewertung „2“, „hohe/bedeutende“ Auswirkungen, tragbar mit entsprechenden Maßnahmen.

Zusätzliche Maßnahmen außer denen, die im Gutachten genannt sind, und den in den Teilgutachten aufgeführten Auflagen, sind nicht erforderlich.

Bewertung:	0	keine, vorteilhafte oder vernachlässigbare Auswirkungen
	1	geringe/mäßige Auswirkungen
	2	hohe/bedeutende Auswirkungen, tragbar

Risikofaktor 24:

Gutachter: U/M

Untersuchungsphase: E/B/Z

Art der Beeinflussung: Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens durch Barrierewirkung
(klimatisch)

Teilgutachten Meteorologie, Verfasser Univ. Prof. Dr. Erich Morsch-Fadlgruber, Datum (offen)

Befund

In diesem Gutachten werden die Fachbeiträge Immissionsberechnung (UVE 02410) und Klima (UVE 02.420) bewertet.

Es wird festgestellt, dass keine Auswirkungen von Luftschadstoffen auf das Klima zu erwarten sind. Die Berechnungsmethoden werden als konservativ eingeschätzt, d. h. die Angaben sind auf der sicheren Seite. Es gibt keine wesentliche Kritik.

Hinsichtlich der Beeinträchtigung des Klimas durch Flächeninanspruchnahme werden geringe bis mäßige Auswirkungen angenommen.

Hinsichtlich der Beeinträchtigung des Klimas durch Barrierewirkung wird festgestellt, dass keine wesentliche Änderung der bodennahen meteorologischen und klimatologischen Bedingungen zu erwarten sind.

Es wird demnach auch festgestellt, dass keine Auswirkung auf Leben und Gesundheit der Nachbarn durch das Vorhaben aus klimatologischer Sicht zu erwarten ist.

Gutachten

In den einzelnen Teilgutachten und dem vorgelegten Gutachten zur Meteorologie werden die unterschiedlichen Teilkomponenten einer Auswirkung auf das Klima ausführlich dargestellt und diskutiert. Es gibt aus klimatologischer Sicht keine Grenz- oder Beurteilungswerte, an denen eine Bewertung erfolgen kann. Insgesamt ist festzustellen, dass keine wesentlichen Änderungen der bodennahen meteorologischen und klimatologischen Bedingungen durch die Maßnahme zu erwarten sind. Das trifft insbesondere für den Menschen, seine Gesundheit und sein Wohlbefinden sowohl für die Planungsszenarien 2020 als auch 2025 zu. Die Unterschiede zu den Nullszenarien sind weitgehend vernachlässigbar.

Fragestellungen:

1. Werden das Leben und die Gesundheit der Nachbarn durch die vom Vorhaben ausgehende Barrierewirkung (klimatisch) beeinträchtigt?

Nein

2. Wie wird diese Beeinträchtigung aus fachlicher Sicht bewertet?

Die Beeinträchtigungen sind keine, vorteilhaft oder vernachlässigbare Auswirkung bis höchstens geringe bis mäßige Auswirkung.

3. Welche zusätzlichen/anderen Maßnahmen werden vorgeschlagen?

Konsequenzen ergeben sich daraus nicht.

Keine zusätzlichen Maßnahmen.

Bewertung:	0	keine, vorteilhafte oder vernachlässigbare Auswirkungen
	1	geringe/mäßige Auswirkungen

Risikofaktor 91:

Gutachter: U/M

Untersuchungsphase: E/B/Z

Art der Beeinflussung: Beeinträchtigung der Gesundheit/des Wohlbefindens durch elektromagnetische Felder

Befund und Gutachten sowie Stellungnahme zu den Auflagen

Für diese Fragestellungen wurden zusätzlich die drei Teile des Teilgutachtens „Flugsicherungstechnik“ zur Verfügung gestellt, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Teilgutachten „Flugsicherungstechnik“, Teil 1 Kommunikationsanlagen, Verfasser Heinz Wipf, Dipl.Ing. HTL vom 31.12.2010

Dieses Gutachten befasst sich mit der nichtionisierenden elektromagnetischen Strahlung, die für das Erbringen der Flugsicherungsdienste notwendig sind. Die gegenwärtig geltenden Immissionsgrenzwerte sollen gesundheitliche Auswirkungen verhindern. Die wissenschaftliche Literatur ist insbesondere hinsichtlich biologischer Wirkung und ihrer Bedeutung noch in Diskussion, so dass das Vorsorgeprinzip grundsätzlich anzuwenden ist. Die Belastungen sind so niedrig wie technisch und betrieblich möglich zu gestalten.

Verbindliche Normen und Standards gibt es bisher noch nicht. Es werden für die Beurteilung zwei internationale Richtlinien, die „Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)“ (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP) und ein Standard⁶ „Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz“ (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) als Grundlage herangezogen. Unter Vorsorgegesichtspunkten wird jeweils der geringere Wert dieser beiden Standards genutzt.

Die technische Realisierung ist im Gutachten dargestellt. Die Sendestation und auch die Empfängerstation liegen außerhalb des eigentlichen Flughafenareals aber auf abgegrenztem Flughafengrund. Für den VHF/UHF-Empfänger wird festgestellt, dass die abgestrahlte Leistung im Radiofrequenzbereich 100 bis 300 MHz unbedenklich ist.

Bei dem VHF/UHF-Sender kommt es zur Abstrahlung nennenswerter Leistungen. Es wird eine worst-case-Betrachtung gemacht, die nicht eintreffen kann, nämlich dass eine hundertprozentige Sendedauer angenommen wird. Es wird im Gutachten festgestellt, dass im belastendsten Fall insgesamt 32 Sender im Dauerbetrieb zulässig wären, geplant sind 14 Sender. Eine gesundheitliche Gefährdung ist nicht abzuleiten.

Insgesamt werden vernachlässigbare Auswirkungen eingeschätzt.

Die Auflagen sind zu unterstützen, insbesondere die periodische Kontrolle der Einhaltung der Grenzwerte.

Teilgutachten „Flugsicherungstechnik“, Teil 2 Radaranlagen, Verfasser Heinz Wipf, Dipl.Ing. HTL vom 31.12.2010

Die technische Realisierung ist im Gutachten dargestellt, auch die Besonderheiten der Radaranlagen. Die Radarempfänger werden aufgrund der von ihnen abgestrahlten geringen elektromagnetischen Feldstärken als unkritisch bewertet. Die Radarsender strahlen jedoch nennenswerte Pulsleistungen ab. Die elektrischen Feldstärkewerte E und die Strahlungsdichten S werden entsprechend der Angaben der Hersteller unterhalb der zulässigen Grenzwerte liegen. Die geltenden EU-Normen für Störabschaltung und Personenschutz werden nach Angabe des Herstellers eingehalten.

Die Auswirkungen werden insgesamt als vernachlässigbar eingeschätzt.

Die Auflagen sind zu unterstützen.

Teilgutachten „Flugsicherungstechnik“, Teil 3 Navigationsanlagen, Verfasser Heinz Wipf, Dipl.Ing. HTL vom 31.12.2010.

Die Einrichtung von Navigationsanlagen geschieht nach entsprechenden Vorgaben und hat die verursachte elektromagnetische Strahlung der Flugsicherheit und geltenden Normen unterzuordnen. Die Aufstellungs- und Ausrüstungsvorgaben sind weitgehend standardisiert.

Die technische Realisierung der Instrumentenanflugssysteme und der dazu gehörigen Entfernungsmesseinrichtungen ist in den Gutachten aufgeführt. Die Auswirkungen werden insgesamt als vernachlässigbar eingeschätzt. Dabei wird auch hervorgehoben, dass Personen in Luftfahrzeugen durch die Dämpfung der Außenhaut einer noch geringeren Exposition ausgesetzt sind. Kombinierte Effekte sind weitgehend zu vernachlässigen, weil das Flughafengebiet erheblich vergrößert wird. Keine der genannten Anlagen überschreitet die empfohlenen Richtwerte.

Die Auflagen sind im Sinne der Vorsorge zu unterstützen.

Zusammenfassend zu den zur Verfügung gestellten Teilen des Teilgutachtens Flugsicherung, Kommunikation, Radar und Navigation sind nach gegenwärtigem Stand der Wissenschaft keine gesundheitsrelevanten Auswirkungen zu erwarten. Auch relevante Kombinationswirkungen sind nicht zu erwarten. Die Auflagen sind zu erfüllen und stellen einen weiteren Sicherheitsfaktor dar.

Bewertung:

Eine Einschränkung der Umweltverträglichkeit für das Gesamtverfahren ergibt sich aus diesen Teilen der Flugsicherungstechnik nicht.

Die aufgeworfenen Fragen sind folgendermaßen zu beantworten:

1. Werden das Leben und die Gesundheit bzw. das Wohlbefinden der Nachbarn beeinträchtigt?

Nein

2. Wie werden diese Beeinträchtigungen aus fachlicher Sicht bewertet?

Es liegen keine wesentlichen Beeinträchtigungen vor.

3. Werden verbindliche Grenz- bzw. anerkannte Richtwerte überschritten?

Nein

4. Welche zusätzlichen/anderen Maßnahmen werden vorgeschlagen?

Die vorgeschlagenen Maßnahmen in dem Teilgutachten Flugsicherung sind zu realisieren. Weitere Vorschläge sind nicht erforderlich.

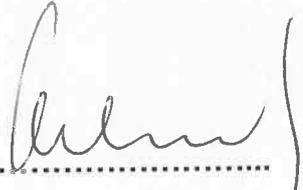
Auflagen: keine zusätzlichen Auflagen

Bewertung: 0 keine, vorteilhafte oder vernachlässigbare Auswirkungen

3.3. Fragenbereich 3: Auswirkungen auf die Entwicklung des Raumes im Hinblick auf § 12 Abs. 4 Z. 5 UVP-Gesetz 2000

keine Fragestellungen zu diesem Bereich

Datum: 04.04.2011

Unterschrift: 

Fachliteratur

- Babisch W.: Die NaRoMi-Studie. Auswertung, Bewertung und vertiefende Analysen zum Verkehrslärm. In: Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt, Ergebnisse der „NaRoMi“-Studie. Umweltbundesamt, Forschungsbericht 297 61 003, UBA-FB 000 538, WaBoLu-Hefte 02/04, Berlin Umweltbundesamt, I 1 – I 59, 2004
- Babisch W.: Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation. WaBoLu-Hefte Umweltbundesamt 01/06 ISSN 01754211, 2006
- Babisch W., van Kamp I.: Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. *Noise & Health* 11: 161-168, 2009
- Babisch W.: Night Noise Guidelines als offizielles WHO-Dokument veröffentlicht. *Lärmbekämpfung* 05, 1: 26-27, 2010
- Babisch W., van Kamp I.: Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. *Noise & Health* 11: 161-168, 2009
- Basner M., Samel A., Isermann U.: Aircraft noise effects on sleep: Application of the results of a large polysomnographic field study. *J. Acoust Soc. Am.* 119, 5, 2006
- Basner M., Müller U., Griefahn B.: Practical guidance for risk assessment of traffic noise effects on sleep.. *Applied Acoustics* 71:518-522, 2010a
- Basner M., Griefahn B., van den Berg M.: Aircraft noise effects on sleep: Mechanisms, mitigation and research needs. *Noise and Health* 12(47): 95:109, 2010b
- Basner M., Buess H., Elmenhorst D., Gerlich A., Luks N., Maaß H., Mawet L., Müller E.W., Müller U., Plath G., Quehl J., Samel A., Schulze M., Vejvoda M., Wenzel J.: Nachtflugwirkungen. 2004
- Basner M., Samel A., Isermann U.: Aircraft noise effects on sleep: Application of the results of a large polysomnographic field study. *J. Acoust Soc. Am.* 119, 5, 2006
- Beck-Bornholdt H.-P., Dubben H.-H.: Der Hund, der Eier legt. Erkennen von Fehlinformation durch Querdenken. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg, 2005
- Beelen R. et al.: The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occupational and Environmental Medicine* 66 (4): 243-250, 2009
- Berglund B., Lindvall, T.: Community Noise. Arch Center Sensory Res, Vol 2, Issue 1, Stockholm University and Karolinska Institute, 1995
- Bormann V., Fuder G., Heinecke-Schmitt R.: Hörminderung und Sprachverständlichkeit bei Schülern in unterrichtstypischen Situationen. In: Schick A., Klatt M. Meis M., Nocke Ch. (Jrsg.) „Hören in Schulen. Beiträge zur psychologischen Akustik, BIS Universität Ildenburg, 149-189, 2003
- Brink M., Wirth K., Rometsch R., Schierz Ch.: Lärmstudie 2000 Zusammenfassung. ETH Zürich, Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften, 2005
(Online: <http://e-collection.ethz.ch/show?type=bericht&nr=444>)
- Brink M., Schierz Ch., Basner M., Samel A., Spreng M., Scheuch K., Stahel W., Bögli H.: Bericht zum Workshop „Aufwachwahrscheinlichkeit“, Bestimmung lärminduzierter Aufwachwahrscheinlichkeiten in der Nachtlärmwirkungsforschung und Anwendung entsprechender Wirkungsmodelle für Prognosezwecke. ETH Zürich, Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften, 2006
(Online: <http://ecollection.ethbib.ch/show?type=bericht&nr=485>)
- Buch M., Frieling, E.: Ableitung und Evaluation von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen bei Erzieherinnen in Tagesstätten, 2002
- Cmiel C.A.; Karr D.M.; Gasser D.M.; Oliphant L.M.; Neveau, A.J.: Noise Control: A Nursing Team's Approach to Sleep Promotion. *AJN* 104, (2), 2004
- Cohen S. et al.: Apartment noise, auditory discrimination and reading ability in children. *Journal of Experimental Social Psychology* 9: 407-422, 1973
- Cohen S., Evans G.W., Krantz D.S, Stokols D.: Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children. Moving from the laboratory to the field. *Am Psychol* 35:231-243, 1980

- Fields JM, Ehrlich GE, Zador P.: Theory and Design Tools for Studies of Reactions to Abrupt Changes in Noise Exposure. NASA / CR-2000-210280. Wyle Laboratories, El Segundo, California, USA, 2000
- Fischer N.: Lärm und Herzfrequenz bei Frauen in pädagogischen Berufen – eine 24-Stunden-Untersuchung. Inauguraldissertation, Med. Fak. TU Dresden, 2007
- Gjestland T.: New support for a threshold based method for assessing annoyance from aircraft noise. In: (Berglund B., Lindvall T., eds.: Noise as a Public Health Problem. Swedish Council Building Research, Stockholm, 3:193-199, 1990
- Greiser E.; Janhsen K.; Greiser C.: Beeinträchtigung durch Fluglärm: Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung. Überarbeitete Fassung, Umweltbundesamt, Forschungsprojekt 205 5 100, 2007
- Greiser E., Greiser C.: „Risikofaktor nächtlicher Fluglärm. Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln/Bonn“ von Dr. Eberhard Greiser und Claudia Greiser, Schriftenreihe Umwelt & Gesundheit 01/2010 des Umweltbundesamtes, ISSN 1862-4340, Dessau-Roßlau, März 2010.
- Griefahn B.: Grenzwerte vegetativer Belastbarkeit. Z. f. Lärmbekämpfung 29, 131-136, 1982
- 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
- 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.: Status, Tendenzen und Desiderate der Lärmwirkungsforschung zu Beginn des 21. Jahrhunderts. Z. Lärmbekämpfung 49(6):219-232, 2002
- Haufe E., Scheuch K., Hartmann B., Seidel D.: Frequenzbezogene Lärmschwerhörigkeitscluster – Beziehungen zu Herz-Kreislauf-Risikofaktoren. In: Brüning T., Harth V., Zaghaw M. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 45. Jahrestagung der DGAUM in Bochum vom 6. bis 9. April 2005. CD-Rom. Stuttgart: Gentner Verlag, S. 573-575, 2006
- Hehl O.; Rahmenbedingungen für eine ausreichende Luftqualität in Klassenräumen. Umweltmed. Forsch. Prax. 10(5): 339, 2005
- Houché A.: Lärmbelastung von Kindergartenpersonal. Dissertation, Düsseldorf 1996 ISING, H.: Stressreaktionen bei akuter und chronischer Lärmbelastung. Umweltmedizinischer Informationsdienst 3/1998:47-54, 1998
- Hume K.I.: Sleep disturbance due to noise: Research over the last and next five years. Sleep: 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008, Foxwoods, CT
- Jarup L. et al.: Hypertension and Exposure to Noise Near Airports: the HYENA Study. Environmental Health Perspectives 116:3, 329-333, 2008
- Kamps P., Oberdörster M.: Akustik im Klassenzimmer. In: Huber L, Kahlert J; Klätte M. (Hrsg.) Die akustisch gestaltete Schule - Auf der Suche nach dem guten Ton Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 89-100, 2002
- Keil T., Stallmann M., Wegscheider K., Willich S.N.: Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt: Die NaRoMI-Studie (Noise and Risk of Myocardial Infarction). Abschlussbericht Forschungsbericht 297 61 003. WaBoLu-Heft 02/04, Berlin: Umweltbundesamt, IV 1-IV 168, 2004
- Kerschsieper H., Deichmüller, C., Stahlofen, A.: Freizeitlärm: Vernachlässigbarer Hintergrundeffekt oder nichttriviale Exposition?, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 53 (3): 94 -96, 2006
- Marshall M.: Environment: how it helps to see dementia as a disability in Care Homes and Dementia (ed. S. Benson). The Journal of Dementia Care, 2001
- Maschke C., Hecht K.: Pathogenesemechanismen bei lärminduzierten Krankheitsbildern – Schlussfolgerungen aus dem Spandauer Gesundheits-Survey. Umweltmed. Forsch. Prax. 10 (2): 77-88, 2005
- Michaud D.S., Fidell S., Pearsons K., Campbell K.C., Keith S.E.: Review of field studies of aircraft noise-induced sleep disturbances. J. Acoustical Society of America 121:32-41, 2007

- Miedema H.M., Vos H.: Exposure-response relationships for transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 104:3432-3445, 1998
- Miedema H.M.E. and Oudshoorn C.G.M.: Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals. *Environ. Health Perspectives* 109 (4): 409-415, 2001
- Miedema, H. M., Voss, H.: Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions. *J.-Acoust-Soc-Am.* 113(3), 1492-504, 2003
- Miedema H.M., Vos H.: Associations Between Self-Reported Sleep Disturbance and Environmental Noise Base on Reanalyses of Poeld Data From 24 Studies. *BEHAVIORAL SLEEP MEDICINE* 5(1): 1-20, 2007
- Missildine K.: Sleep and the Sleep Environment of Older Adults in Acute Care Settings. *J. of Gerontological Nursing* 34(6):15-21, 2008
- Öhrström E.: Sleep studies before and after results and comparison of different methods. *Noise Health* 15(4): 65-67, 2002
- Öhrström E.: Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise-annoyance, activity disturbances, and psycho-social well-being. *J. Acoust. Soc. Am.* 115(2): 719-729, 2004
- Oliva C.: Belastungen der Bevölkerung durch Flug- und Straßenlärm. Eine Lärmstudie am Beispiel der Flughäfen Genf und Zürich. Berlin: Duncker & Humblot, 1998
- Passchier-Vermeer W, Vos H, Steenbekkers JHM, van der Ploeg FD, Groothuis-Oudshoorn K.: Sleep disturbance and aircraft noise exposure. Exposure-effect relationship. TNO Prevention and Health. TNO-Report Nr 2002.027, 2002
- Rohrmann B.: Psychologische Kriterien zur ‚Erheblichkeit‘ von Belästigungen. In: Schick A, Walcher KP (Hrsg): Beiträge zur Bedeutungslehre des Schalls. Ergebnisse des 3. Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik. Bern: Lang., 139-149, 1984
- Rylander R., Björkman M.: Planning consequences of the maximum dB(A) concept – a perspective. *J. Sound and Vibration* 250(1): 175-179, 2002
- Samel A.: Der Stand der Wissenschaft in der Entwicklung effektiver Schutzkonzepte gegen nächtlichen Fluglärm. Fluglärm-Symposium "Der Schutz vor nächtlichem Fluglärm"; Juristenfakultät, Uni-Leipzig, 20. Januar 2006
- Scheuch K.: Theorie und Praxis arbeitsbezogener psychischer Belastung und Beanspruchung. *Zbl. Arbeitsmedizin* 54: 208-213, 2004
- Scheuch K., Spreng M., Jansen G.: Fluglärmschutzkonzept der so genannten Synopse auf dem Prüfstand neuerer Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung sowie gesetzlicher Rahmenbedingungen. *Z. f. Lärmbekämpfung*, Teil 1: 2(4): 135-143, Teil 2: Heft 5, 2007
- Schick A., Klatt M., Meis M.: Die Lärmbelastung von Lehrern und Schülern – ein Forschungsstandsbericht. *Z. Lärmbekämpfung* 46(3):77-87, 1999
- Schönwälder H.G., Berndt J., Ströver F., Tiesler G.: Lärm in Bildungsstätten – Ursachen/Minderung. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Forschungsbericht Fb 1030. Dortmund, Berlin, Dresden, 2004
- Scholz AB., Jebens O-Ch.: Wirkungsbezogene Lärmuntersuchung des Stadtteils Stuttgart-Fasanenhof. *Z. Lärmbekämpfung* 3(3):114-119, 2008
- Shen T., Lehnerr M.: Cancer Incidence in Populations Living Near. Chicago O'Hare and Midway Airports, 1987 – 1999. Illinois Department of Public Health, Office of Epidemiology and Health Systems Development, Division of Epidemiologic Studies, Springfield, IL 62761, Nov. 2001
- Schnelle J.F. et al.: Sleep hygiene in physically dependent nursing home residents: Behavioral and environmental intervention implications. *Sleep* 21:515-523, 1998
- Schreckenberg D., Meis M.: Lärmbelastung und Lebensqualität in der Bevölkerung am Frankfurter Flughafen. *Lärmbekämpfung* 2, Nr. 6:225-235, 2007

- SchreckenberG D., Basner M., Thomann G.: Wirkungsbezogene Fluglärmindizes. *Lärmbekämpfung* 4(2):47-62, 2009a
- SchreckenberG D., Eikmann T., Herr C., zur Nieden A.: Fluglärm und Gesundheit in der Rhein-Main-Region 2005. Ergänzende Auswertung der RDF-Belastigungsstudie um die Fragen zur Gesundheit. Amt für Gesundheit Frankfurt/Main, März 2009b
- SkånberG A., Öhrström E.: Adverse health effects in relation to urban residential soundscapes. *J. Sound and Vibration* 250(1), 151-155, 2002
- Spreng M.: Kriterien für schädliche Umwelteinwirkungen durch Lärm: Beeinträchtigung der Kommunikation durch Lärm. Forschungsbericht 105 01213/06. Berlin: Umweltbundesamt. 1994
- Spreng M.: Cortical excitations, cortisol excretion and estimation of tolerable nightly over-flights. *Noise & Health* 4(16):39-46, 2002
- Spreng M.: Lärminduzierte nächtliche Cortisolausschüttung und tolerable Überflüge. In: Bartels KH, Ising H (Hrsg.) *Nachtfluglärmproblematik*. Eigenverlag Verein WaBoLu, Nr.111, Berlin, 75-90, 2003
- SRU 2008 (Sachverständigenrat für Umweltfragen): Umweltgutachten 2008: Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, Juni 2008
- Stansfeld S.A. et al., RANCH study team: Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *www.thelancet.com* Vol 365 June 4: 1942-1949, 2005
- Timm J.: Theorie der gesundheitlichen Risiken – Zwei Welten im Streit. *Bundesgesundheitsbl.* 52:1122-1128, 2009
- Topf M.: Hospital noise pollution: an environmental stress model to guide research and clinical interventions. *Journal of Advanced Nursing* 31, 3:520-528, 2000
- van Kempen E., Kruize H., Boshnizen 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
- van Kempen E., van Kamp I.: Annoyance from air traffic noise. Possible trends in exposure-response relationships. Report 01/2005 MGO EvK, RIVM, Bilthoven 2005
- van Kempen E., Staatsen B.A.M., van Kamp I.: Selection and evaluation of exposure-effect relationships for health impact assessment in the field of noise and health. RIVM report 630400001/2005
- van Kempen et al.: Noise exposure and children's blood pressure and heart rate: the RANCH project. *Occup. Environ. Med.* 63:632-639, 2006
- Visser, O., va Wijnen, J.H., van Leeuwen, F.E.: Incidence of cancer in the area around Amsterdam Airport Schiphol in 1988-2003: a population-based ecological study. *BMC Public Health* 5:127, 2005
- Wichmann, H.E., Ackermann-Liebrich, U., Jöckel, K.H., Babisch, W.: Stellungnahme der Qualitätssicherungsgruppe zum Abschlussbericht der Studie „Beeinträchtigung durch Fluglärm. Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung“ von Prof. E. Greiser, Dezember 2006, Anhang in Greiser et al. 2007
- Wirth A.: Lärmstudie 2000. Die Belastungssituation im Umfeld des Flughafens Zürich. Aachen: Shaker Verlag, 2004