

Dokumentation zum Thema Lärmwir- kungsforschung im RDF

Darmstadt, 4. Juni 2008

Öko-Institut e.V.

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
D-64295 Darmstadt
Tel.: +49-61 51-81 91-0
Fax: +49-61 51-81 91-33

Geschäftsstelle Freiburg
Merzhauser Str. 173
D-79100 Freiburg
Tel.: +49-761-452 95-0
Fax: +49-761-452 95 - 88

Büro Berlin
Novalisstraße 10
D-10115 Berlin
Tel.: +49-30-280 486-80
Fax: +49-30-280 486-88

Dr. Bettina Brohmann

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung und Hintergrund	4
2 Inhalte der Arbeiten im RDF	4
2.1 Diskussion zur Lärmwirkungsforschung - Schlaf (Dr. Samel/ Prof. Guski)	4
2.2 Machbarkeitsstudie.....	6
2.2.1 <i>Ergebnisse</i>	6
2.2.2 <i>Empfehlungen und Schlussfolgerungen</i>	7
2.3 RDF-Hearing zur Lärmwirkungsforschung am 24. Februar 2003.....	8
2.4 Literaturrecherche „Untersuchungsparameter“	10
2.5 Recherche und Expertengespräch Beobachtungspraxen	10
2.5.1 <i>Ergebnisse der Recherche</i>	11
2.5.2 <i>Expertengespräch</i>	11
2.6 Themenbereich Psychologische Wirkungen geringer Überflughöhen.....	12
2.7 RDF-Belästigungsstudie	13
2.7.1 <i>Ergebnisse der Belästigungsstudie</i>	14
2.7.2 <i>Empfehlungen aus der Belästigungsstudie</i>	17
2.8 RDF-Hearing zur Lärmwirkungsforschung am 6. März 2007.....	17
3 Quellen	22

1 Einleitung und Hintergrund

Bereits im Rahmen der Mediation wurde den Fragen und Aspekten der Lärmwirkungsforschung breite Aufmerksamkeit geschenkt. Zur Fundierung der Diskussion um den Schutz der Bevölkerung vor möglichen negativen Folgen des Fluglärms wurden damals bereits verschiedene Gutachten, Vorstudien, Expertenpapiere und Hearings durchgeführt bzw. beauftragt. Die Gutachten und Diskussionen der Mediation können im Folgenden nur cursorisch angesprochen werden. Es wurden hier insgesamt zum Themenfeld Fluglärmwirkung zehn Gutachten erstellt, zwei Hearings durchgeführt und drei Arbeitspapiere von den Mitgliedern der Mediation verabschiedet. Die Gutachten, Papiere und Hearingprotokolle sind im Einzelnen der Dokumentation zum Mediationsverfahren¹ zu entnehmen.

2 Inhalte der Arbeiten im RDF

Von Anbeginn hat sich auch das Regionale Dialogforum dem Thema ausführlich gewidmet. Es wurden verschiedene Papiere und Gutachten erstellt sowie ein Expertengespräch und zwei Hearings durchgeführt. Neben den Ergebnissen aus diesen Arbeitsschritten sollen auch Erkenntnisse aus aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in den Prozess (Dialog und ALP) eingeflossen sind, Beachtung finden. Die im RDF erstellten Arbeiten zeigt die folgende Auflistung:

- Schlussfolgerungen zur Diskussion Dr. Samel / Prof. Guski (Veranstaltung und Protokoll vom 16.5.02 sowie vom 28.08.02)
- Machbarkeitsstudie
- RDF-Hearing zur Lärmwirkungsforschung am 24. Feb. 2003
- Literaturrecherche Längsschnittuntersuchung Herz-Kreislaufferkrankungen
- Expertengespräch Praxisnetzwerk (Längsschnittuntersuchung)
- RDF-Belastigungsstudie
- RDF-Hearing zur Lärmwirkungsforschung am 6. März 2007.

Die vorliegende Dokumentation fasst die Diskussionen und Ergebnisse zusammen, wobei besonderes Augenmerk auf die Vorbereitungen und Ergebnisse der sog. Belastigungsstudie (ZEUS 2006) gelegt wird.

2.1 Diskussion zur Lärmwirkungsforschung - Schlaf (Dr. Samel/ Prof. Guski)

Als erste Schritte sollten Ergebnisse und Erfahrungen aus der schlafbezogenen Lärmwirkungsforschung zusammengetragen und diskutiert werden. Hierzu lud das Projekt-

¹ Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt, Dokumentation zum Mediationsverfahren Flughafen Frankfurt am Main, Wiesbaden 2000

team Ökologie und Gesundheit Herrn Dr. Samel und Herrn Prof. Guski am 16.05.2002 zu Vorträgen und einer gemeinsamen Diskussion ein.

Die folgenden Ausführungen entsprechen den im Projektteam Ökologie und Gesundheit einvernehmlich verabschiedeten Schlussfolgerungen der Diskussion zur Schlaforschung.

„Das DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin untersucht[e] in einer groß angelegten Studie die Wirkungen des Nachtfluglärms. Es zeigte sich als – damals - vorläufiges Ergebnis der im Labor durchgeführten Studien, dass messbare Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung und Beeinträchtigung der nächtlichen Schlafphasen (Tiefschlaf und Leichtschlaf) existieren. Auch wenn die Probanden über ihr Wohlbefinden und ihre Gesundheit befragt werden, sind keine weiteren Untersuchungen im Hinblick auf Belästigung oder langfristige medizinische Effekte vorgesehen.“²

Die Forschungsergebnisse von Prof. Guski, Ruhr-Universität Bochum, zeigen, dass die Schlaf- und Lärmforschung zwei grundlegende Herangehensweisen kennt: Die instrumentengestützte Schlaftiefen-Messung sowie die retrospektive Befragung zur subjektiv empfundenen Schlafqualität. Vergleiche beider Ansätze zeigen, dass die subjektive Aussage zur Schlafqualität nicht mit den Ergebnissen objektiv messbarer Parameter korreliert. Prof. Guski wies darauf hin, dass die Lärmbelastigung stärker ins Blickfeld der politischen und wissenschaftlichen Bewertung rücken müsste.

Im Ergebnis [waren] sich Dr. Samel und Prof. Guski mit dem Projektteam einig, dass die (schlafbezogene) Lärmwirkungsforschung sowohl den instrumentengestützten Aussagen wie auch den subjektiv berichteten Einschätzungen Bedeutung schenken muss und dies als Gesamtbezug würdigen sollte. Die Zusammenhänge zwischen Schall, Wahrnehmung von Schall als Lärm klinischen Befunden und der Bewertung von Lebensqualität sind zu eng, als dass man sie ohne wechselseitige Berücksichtigung interpretieren sollte.“³

Auf die Frage, ob der Zusammenhang zwischen der subjektiv empfundenen Schlafqualität und der Belästigung durch Lärm, Krankheit bzw. Unzufriedenheit bereits untersucht worden sei, macht Prof Guski deutlich, dass es keinen direkten Zusammenhang zwischen Lärmbelastigung und Krankheit gebe. Die Belästigung durch Lärm sei stark subjektiv und dementsprechend unterschiedlich, so dass sich keine allgemeingültigen Aussagen machen ließen. Dr Samel bestätigt, dass es bisher keine internationalen großen Studien zu diesem Themengebiet gebe.“⁴

² Die DLR-Studie „Nachtfluglärmwirkungen“ ist mittlerweile abgeschlossen und wurde als Forschungsbericht 2004-07/D veröffentlicht: Köln, April 2004

³ Protokoll der Projektteamsitzung vom 28.8.2002; PT Ökologie und Gesundheit – Schlussfolgerungen aus den Vorträgen und der anschließenden Diskussion von Dr. Samel (DLR) und Prof. Guski (Uni Bochum). Darmstadt 2. August 2002

⁴ S.a. Protokoll der Projektteamsitzung vom 16.5.2002

2.2 Machbarkeitsstudie

Im Vorfeld der Ausschreibung einer Breitenerhebung in der Flughafenregion wurde von den Teilnehmern des Projektteams Ökologie & Gesundheit eine Vielzahl von Einzelthemen aus Sozialpsychologie, Medizin und Umweltmedizin gesammelt, die in die Breitenuntersuchung (Hauptstudie) einfließen sollten. Um wissenschaftlich abzusichern, ob und wie ein komplexes Untersuchungsdesign mit verschiedenen Fragestellungen funktionieren kann, wurde eine sog. Machbarkeitsstudie vorangestellt. Die von einem Teilnehmer-Konsortium aus vier Universitäten⁵ unter der Leitung der ZEUS GmbH erarbeitete Studie umfasste vier Teilprojekte:

- Teilprojekt 1 mit jeweils zwei Untersuchungsansätzen zu gesundheitlichen Fragen
- Teilprojekt 2 zur Veränderung der Interaktion zwischen Erwachsenen und Kindern
- Teilprojekt 3 zum sozialen Verhalten bei Kindern und Jugendlichen
- Teilprojekt 4 zur nachbarschaftlichen Kommunikation.

Alle Aspekte wurden im Hinblick auf den Vergleich (Kontrollgruppendesign) zwischen einem weniger fluglärmbelasteten Gebiet (Nordenstadt, $L_{eq3, Tag} = 48-50$ dB(A); AzB-Entwurf⁶) und zwei höher belasteten Gebieten (Wicker, $L_{eq3, Tag} = 59-61$ dB(A); AzB-Entwurf sowie Grundschule Eddersheim, $L_{eq3, Tag} = 57,5$ dB(A); AzB-Entwurf) untersucht. Zielsetzung war es, Untersuchungsinstrumente zur Erfassung fluglärmbedingter Beeinträchtigung der Lebensqualität zu entwickeln und im Feld zu testen. Weiterhin sollte der logistische Ablauf der Untersuchungsschritte geprüft werden und in Empfehlungen für eine Hauptstudie einfließen.

2.2.1 Ergebnisse

TP 1 Gesundheitsbezogene Lebensqualität und physiologische Gesundheitsdaten

Trotz einer geringen Beteiligung aufgrund zurückhaltender Öffentlichkeitsarbeit bei Schülern und Eltern konnten die Untersuchungsinstrumente angewandt werden und ergaben für einzelne Aspekte unterschiedliche Ergebnisse zwischen dem höher und dem niedriger belasteten Gebiet (Bullinger et al. 2003, 49-50). Aufgrund der niedrigen Fallzahlen sind signifikante Aussagen über Unterschiede zwischen den Gebieten (Sensitivität) nur eingeschränkt möglich und sollten hinsichtlich weiterer inhaltlicher Interpretationen nicht genutzt werden. Während die verschiedenen Fragebögen sich als anwendbar erwiesen, wurde der Einsatz einzelner Tests und physiologischer Messungen nur modifiziert empfohlen.

⁵ Ruhr-Universität Bochum, Universität Gießen, Universität München, Universitätsklinikum Hamburg/Eppendorf,

⁶ Zum Zeitpunkt der Untersuchung (2002) befanden sich das Fluglärmgesetz und entsprechende Berechnungsgrundlagen in der Novellierung sodass man sich auf die Anwendung des damals vorliegenden AzB-Entwurfs (AzB 99) verständigte

Das bei insgesamt 37 Probanden durchgeführte Effektmonitoring (Herzfrequenzvarianz, Blutdruckmessung, Messung Stresshormone, Leistungstests) zeigte ebenfalls eine grundsätzliche Machbarkeit an, wobei die Ermittlung von Stresshormonen im Urin aufgrund möglicher nicht kontrollierbarer Einflüsse und Störfaktoren nicht zum weiteren Einsatz empfohlen wurde. Insgesamt bestand zwischen den an dieser Studie beteiligten Gutachtern und den medizinischen Qualitätssicherern keine Einigkeit über die Wirkung des Instrumentes zur Erfassung fluglärmbedingter Gesundheitsschäden unter den gegebenen Rahmenbedingungen. Außerdem wurde auf die Notwendigkeit einer großen Anfangsstichprobe hingewiesen, um die Akzeptanz für einzelne Untersuchungsschritte im Vorfeld abzu prüfen und die Durchführung nur bei Teilstichproben zu realisieren (Bullinger et al. 2003, 115-118)

TP 2 Interaktion zwischen Erwachsenen und Kindern

In diesem TP sollte getestet werden, ob die Kommunikation von Kindern mit anderen Personen durch Lärmsituationen gestört wird bzw. wie diese Störung erfasst und ausgewertet werden kann. Sowohl die Beobachtung als auch die begleitende Befragung wurden zum Einsatz in einer Hauptstudie empfohlen.

TP 3 Soziales Verhalten bei Kindern und Jugendlichen

Im TP 3 sollte ein Instrumentarium zur Erfassung von pro- und antisozialen Verhalten entwickelt werden, da der Zusammenhang von Fluglärm und Sozialverhalten bislang noch vollkommen unerforscht ist. Es wurde ein aufwändiges Instrumentarium aus Beobachtung, Befragung und Experiment konzipiert und durchgeführt. Mit dem damals geplanten Experiment ist es jedoch nicht gelungen, auf der Verhaltensebene das Kommunikations- und Sozialverhalten von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen zu analysieren. Auch aufgrund des Aufwandes wurde empfohlen, das Beobachtungsverfahren nicht weiter zu verfolgen.

TP 4 Nachbarschaftliche Kommunikation und Interaktion

Hier sollte erfasst werden, ob sich nachbarschaftlicher Austausch und Interaktionsverhalten unter Fluglärm verändern. Mit diesem Ziel wurden zwei Untersuchungsansätze entwickelt: ein Befragungs- sowie ein Beobachtungsinstrument. Die Beobachtung sollte im Außenbereich auf Vereins- oder Stadtteilstellen durchgeführt werden. Während die Befragung erfolgreich durchgeführt und für eine Hauptstudie weiter empfohlen wurde, erwiesen sich die Beobachtungen in der praktischen Umsetzung als zu aufwändig.

2.2.2 Empfehlungen und Schlussfolgerungen

Von insgesamt 80 eingesetzten Instrumenten und Methoden wurden 61 für eine weitere Anwendung in einer Hauptstudie empfohlen, teilweise mit Modifikationen oder Kürzung. Die Untersuchungsbereiche bzw. Teilprojekte sollten verschlankt werden, es wurde außerdem auf die Möglichkeit zur Durchführung von Laborstudien hingewiesen.

Aufgrund von organisatorischen Überlagerungen und Störeffekten zwischen physiologischen und psychologischen Untersuchungsansätzen wurde vom Projektteam Ökologie & Gesundheit entschieden, beides inhaltlich und organisatorisch zu entzerren und

zwei Studienansätze zu verfolgen. Mit dem empfohlenen Design war nach Einschätzung der Gutachter auf der sozialpsychologischen Seite ein „Probandenaufwand“ von 900 Teilnehmern und auf der medizinischen Seite von über 2200 Teilnehmern verbunden.

2.3 RDF-Hearing zur Lärmwirkungsforschung am 24. Februar 2003

Im Rahmen des Hearings wurden neben übergreifenden Themen vor allem Fragen zu den Themenfeldern Schlaf, Belästigung, Gesundheit und angemessene Grenzwerte diskutiert⁷.

Im Hinblick auf übergreifende Aspekte des Lärmschutzes, wie sie sich beispielsweise in Zielsetzung und Schutzgedanken der Mediation und des Nachtflugverbotes wiederfinden, waren sich die Experten einig, dass dauerhafter Lärm die Gesundheit, das Wohlbefinden sowie die Kommunikation beeinträchtigt. Es bestand jedoch keine Einigkeit darüber, wie intensiv diese Beeinträchtigung sein darf.

Der Gesundheitsbegriff der Lärmwirkungsforschung umfasse auch langfristige Effekte wie z.B. die durch erhebliche Belästigung ausgelösten körperlichen Reaktionen. Es wurde darüber hinaus von einigen Referenten konstatiert, dass der Vorsorgegedanke im Lärmschutz – trotz ausreichender Hinweise der Lärmwirkungsforschung - bislang zu schwach verankert sei. Die Frage der Festlegung von gesetzlichen Grenzwerten, beispielsweise für die Zumutbarkeit von Belästigung, sei jedoch primär eine politisch-juristische Setzung, weniger eine Frage der Lärmmedizin – so die Wertung der anwesenden Experten.

Themenfeld Gesundheit (Herz-Kreislauferkrankungen)

Im Bereich der Herz-Kreislauferkrankungen wurde die größte neuere Untersuchung zur Frage des Zusammenhangs zwischen Lärm und vermehrtem Auftreten von Herzinfarkten, die „Noise and Risk of Myocardial Infarction Study“ (NaRoMi-Studie), durch Prof. Willich von der Charité präsentiert. Die Untersuchung wurde durchgeführt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Als Ergebnis wurde im Jahr 2004 ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an Verkehrslärm und der Häufigkeit eines Herzinfarktes für spezifische Gruppen bejaht: Bei Frauen sei ein um 30-40% erhöhtes Herzinfarkttrisiko durch Umweltlärm zu verzeichnen.

Themenfeld Schlaf

Eine Präsentation der vorläufigen Ergebnisse der DLR-Studie „Nachtfluglärmwirkungen – eine Teilauswertung von 64 Versuchspersonen in 832 Schlaflabornächten“ („Leiser Flugverkehr“) zeigte, dass sich die *Dauer* des Schlafes unter Lärmeinwirkung geringfügig ändert und dass sich der *Schlafrhythmus* ändert: die Leichtschlafphase S 1 verlängert sich und die Tiefschlafphase verringert sich. Menschen blieben länger wach, wenn

⁷ Alle Schlussfolgerungen und Verweise sind sinngemäß dem Protokoll zum RDF-Hearing vom 24.2.2003 zu entnehmen

sie durch Fluglärm aufgewacht seien (Dr. Samel). Für das körperliche Regulationsverhalten sei die lärmbedingte Beeinträchtigung nachts gravierender als tagsüber. Ruhepausen müssten in der Nacht gesichert sein, da der Organismus besonders die Nachtzeit für eine Regeneration benötige, so einige Teilnehmer des Hearings. Unterschiedliche Altersgruppen hätten sehr differenzierte Ruhebedürfnisse: In einer im Umfeld von Schiphol durchgeführten Untersuchung, die von Dr. Passchier-Vermeer präsentiert wurde, hat sich ein altersbedingter Unterschied in Bezug auf Aufwachreaktionen und Schlafqualität unter Fluglärm gezeigt. Es wurde eine erhöhte Aufwachwahrscheinlichkeit auch bei bereits sehr niedrigen Maximalpegeln festgestellt, wobei die jeweilige Definition des Begriffs „Aufwachen“ zu beachten sei.

Die Bedeutung der zweiten Nachthälfte könne im Hinblick auf ihre bislang unterstellte höhere Empfindlichkeit aufgrund aktueller Untersuchungen mit Kindern neu zu bewerten sein, war eine Einschätzung der Diskussion im Plenum (Dr. Maschke).

Themenfeld Belästigung

Es wurde auf die wissenschaftliche Einschätzung verwiesen, wonach erhebliche Belästigung durch Fluglärm langfristig zu gesundheitlichen Effekten führen kann.

Es sei eine zunehmende Empfindlichkeit gegenüber Fluglärm – auch bei gleichbleibenden Mittelungspegeln - zu verzeichnen. Ein Teilbereich von Belästigung umfasse die individuelle Stressreaktion, daher erscheine eine scharfe Trennung zwischen Gesundheits- und Belästigungseffekten nicht sinnvoll.

Der Grad der Belästigung hänge einerseits stark von den persönlichen Erwartungen der Betroffenen ab. Nicht nur die Pegelhöhe und -häufigkeit sondern auch die Frequenzänderungen bestimmten den Grad der Belästigung. Es könne weiterhin „entlastend“ sein, wenn man sich durch entsprechende Information und bewusste Wahrnehmung auf die Ruhepausen einstellen kann. Auf der anderen Seite spielen Tages- und Jahreszeit sowie die Nutzungsgewohnheiten (z.B. Öffnung der Fenster) eine große Rolle. Abends und nachts seien die Befragten bei gleichem Fluglärm Dauerschallpegel belästigter als tagsüber – In Frankfurt und Umgebung wurde ein nächtlicher Malus von 10 dB Leq registriert (Dr. Kastka). In Frankfurt wird der Grad der Belästigung auch von den Erwartungen an ein NFV abhängen sowie dem Vertrauen der Bevölkerung in die Akteure, so die Ausführungen eines der eingeladenen Experten (Prof. Guski). Die Höhe und Häufigkeit gemessener Einzelpegel in einzelnen Anrainerkommunen, wie sie durch einen Teilnehmer des Projektteams am Beispiel Neu-Isenburg gezeigt wurde, deute bereits auf eine Überschreitung von Schutzzielen hin (Dr. Maschke, Prof. Spreng).

Generell seien 27 % der Bevölkerung bei 62 dB L_{DEN} erheblich belästigt (HA%). Durch ein Ausbavorhaben und zusätzliche Lärmbelastung könne es im Bereich der Belästigung zu sog. Überschusseffekten kommen, d.h. es sei mit einer erhöhten negativen Reaktion der Bevölkerung bei gleichen Pegeln zu rechnen. Diese seien aber derzeit nicht zu beziffern (Prof. Guski).

Matheson erläutert die Ergebnisse der Heathrow-Studie, wonach bei Kindern eine Einschränkung von Lese- und Lernfähigkeiten unter hohem Fluglärm ($> 63 \text{ dB } L_{Aeq, 16h}$) auftreten kann.

Themenfeld Grenzwerte

Es wird die gute Übereinstimmung zwischen dem Mediationsschutzkonzept und dem in der Synopse als maßgeblich anzusehenden PRW (präventiver Richtwert) von 62 dB(A) als Schwelle zur erheblichen Belästigung betont. Es wurde von verschiedenen Experten konstatiert, dass dieser Wert den Vorsorgeaspekt noch nicht ausreichend widerspiegelt und als tatsächlicher Vorsorgewert zu hoch sei – aufgrund des o.g. 27%-Kriteriums (u.a. Prof. Guski, Dr. Maschke). Soll Belästigung unter Vorsorgegesichtspunkten möglichst gering gehalten werden, sei nach Ansicht einiger Experten mit dem in der Synopse genannten Wert von 55 dB(A) (Schwellenwert) umzugehen. Dr. Ortscheid betonte, dass die Herleitung und Gewichtung z.T. nicht eindeutig sei und die Lärmvorsorge stärker in den Blickpunkt rücken müsse.

2.4 Literaturrecherche „Untersuchungsparameter“

Um geeignete Parameter einer möglichen Längsschnittuntersuchung zum Einfluss von Fluglärm auf Herz-Kreislaufkrankungen zu identifizieren, haben Dr. Maschke und Prof. Hecht im Auftrag des RDF eine „Literaturrecherche über geeignete Parameter einer Längsschnittuntersuchung zum Einfluss von Fluglärm auf Herz-Kreislaufkrankungen“ durchgeführt. Als wesentliche geeignete Untersuchungsparameter wurden identifiziert:

- Blutdruck,
- Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität,
- Pulswellengeschwindigkeit,
- sowie hirnelektrische Reaktionen (wacher und schlafender Mensch)
- und die Reaktion des sehr empfindlichen elektrischen Hautleitwertes

Blutdruck, Herzfrequenz(variabilität) und Pulswellengeschwindigkeit wiesen einen anerkannten Gesundheitsbezug auf. Für die beiden letztgenannten sehr empfindlichen Parameter könne nur ein indirekter Gesundheitsbezug formuliert werden. Aufgrund der relativ geringen Lärmspezifität aller Parameter weisen die Gutachter darauf hin, dass Befragungen und Tagesprotokolle (Schlafprotokolle) in enger Verzahnung mit den gemessenen Parametern Berücksichtigung finden sollten (Maschke/Hecht 2003, 69).

2.5 Recherche und Expertengespräch Beobachtungspraxen

Es wurden – auf der Basis der Empfehlungen der Literaturrecherche - verschiedene Möglichkeiten zur Durchführung einer Längsschnittuntersuchung geprüft. Ein gangbarer Weg wurde zunächst in der Einbindung sog. Beobachtungspraxen gesehen. Diese Option wurde in zwei Schritten fundiert und diskutiert: Durchführung einer Recherche

zum Modell der Beobachtungspraxen und seiner Umsetzung sowie Durchführung eines Expertengesprächs über ein geeignetes Studiendesign.

2.5.1 Ergebnisse der Recherche

Die Autoren Schlaud und Swart führen die Erkenntnisse zum Konzept der Beobachtungspraxen wie folgt zusammen: „Netzwerke von Beobachtungspraxen erschließen die ambulante medizinische Versorgung als epidemiologische Datenquelle, um die Häufigkeit und Verteilung ausgewählter Erkrankungen zu beobachten [...].“ (Schlaud/Swart 2003, 147).

Die Beobachtungspraxis leistet die Registrierung von Patientenkontakten mit definierten Meldeereignissen kontinuierlich *oder* in einem festgelegten Aufzeichnungszeitraum. Bei der Erfassung der sog. Meldeereignisse (Symptome, Krankheitsfälle, definierte Parameter) müssen verschiedene Kriterien erfüllt sein, wie z.B.:

- Klar definiertes Ereignis
- Vermeidung von Untererfassung (falsch-negative Fälle)
- Vermeidung falsch-positiver Fälle
- Interessantes Meldethema
- Vertretbarer Zeit- und Arbeitsaufwand.

Zur Auswertung konnten folgende Modellvorhaben identifiziert werden: Hamburg (Kinderarztpraxen), Niedersachsen (MORBUS, Kinder- und Allgemeinärzte), Sachsen-Anhalt (MORBUS, sechs Meldethemen), Region Kassel (HIV-Studie), sowie Beobachtungsnetze in USA und Europa (Niederlande, Frankreich, Schweiz, Belgien, Spanien, Österreich, England, Italien, Portugal): vorrangig zu Infektionskrankheiten und Euro-sentinel (bis 1991).

Die Auswertung zeigte, dass sich der Ansatz bisher vor allem im Zusammenhang mit dem Monitoring von Viruserkrankungen bewährt hat. Die Erfassung von lärmbedingten Symptomen wird zwar grundsätzlich auch als möglich erachtet, es sei jedoch auf verschiedene einschränkende Rahmenbedingungen Rücksicht zu nehmen.

Es wurde empfohlen, den methodischen Ansatz der Beobachtungspraxen als Modell zur Gewinnung regionaler Gesundheitsdaten für Rhein-Main weiter zu verfolgen. Um diese Möglichkeiten realistisch zu prüfen, wurde ein Expertengespräch konzipiert und durchgeführt.

2.5.2 Expertengespräch

Die Diskussion mit den Medizinexperten Dr. Swart, Dr. Heudorf, Dr. Herr und Dr. Maschke ergab kein einheitliches Votum für die Eignung des Untersuchungsansatzes eines Praxisnetzwerkes im Kontext der Lärmbelastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens.

Um die Fluglärmbelastung und ihre gesundheitliche Auswirkung in einem Gebiet zu identifizieren, müssten die auftretenden Regulationsstörungen sowie die klinischen Symptome analysiert werden, wobei die Problematik darin bestehe, dass Regulationsstörungen sehr schwer zu erfassen seien. Zu berücksichtigen seien darüber hinaus die chronobiologischen Rhythmen, wobei auf die unterschiedlichen Ausprägungen von Tages- und Wochengängen zu achten sei, um eine Verfälschung von Ergebnissen zu vermeiden. Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt sei das Bild des Blutdrucks:

Dr. Maschke hält die Durchführung einer epidemiologischen Studie über die Auswirkungen von Fluglärm auf stressvermittelte Erkrankungen – in welche ein Gesundheitsmonitoring integriert werden könnte – für notwendig und empfiehlt die Einrichtung eines Netzwerkes aus Beobachtungspraxen.

Zusammenfassend wurden drei Optionen präsentiert: Einrichtung eines Praxisnetzwerkes, Durchführung einer Kohortenstudie mit Rückgriff auf GKV-Daten sowie die Ausweitung von Belästigungs- und Vertiefungsstudie. Die Abfrage der Präferenzen der anwesenden Mitglieder ergab kein eindeutiges Bild für eine der drei Optionen. Das Modell der Praxisnetzwerke wurde von den meisten Referenten kritisch bewertet. Die Ergänzung des Vertiefungsteils der Belästigungsstudie durch weitere medizinische Parameter wurde von Frau Prof. Herr mit den Gutachtern der Studie vorbereitet⁸. Das Robert-Koch-Institut in Berlin wurde um Abklärung zur Nutzung der Daten des bundesweiten Gesundheitssurveys auf regionaler Ebene gebeten.

2.6 Themenbereich Psychologische Wirkungen geringer Überflughöhen

Im Rahmen der Mediation wurde bereits auf die Bedeutung der möglichen – psychologischen und gesundheitlichen - Wirkungen geringer Überflughöhen und die Notwendigkeit zur Gewinnung weiterer Erkenntnisse zu diesem Thema hingewiesen. Das RDF hat das Thema dann erneut in verschiedenen Arbeitsschritten adressiert, u.a. bei Expertenhearings (3./4.5.01; 24.02.03), in Projektteamsitzungen anlässlich der Diskussion um das CASA-Programm (Protokoll und Statuspapier vom 2.5.2003) und in der Belästigungsstudie.

Auch im Kontext des Flughafens Zürich wurde das Thema angesprochen, in der dortigen Lärmstudie 2000 jedoch nicht weitergehend vertieft.

Das Projektteam hat sich – außer im Rahmen der CASA-Standards – nicht mit der Frage, wie geringe Überflughöhen hinsichtlich einer Wirkung auf den Menschen definieren sollten - befasst. Die Mediation führte hierzu aus: „Eine Annäherung an die kriti-

⁸ Die Ergebnisse sind dem Kapitel 15.3 der Belästigungsstudie zu entnehmen (ZEUS 2006, S. 272-276)

schen Überflughöhen ist über den Maximalpegel am Tage möglich: legte man einen Wert von 94 dB(A) fest, so ergäbe dies, je nach Flugzeugtyp (z.B. bei einer B747) im Landebetrieb eine Höhe von ungefähr 100 Metern über Grund.“ (Mediationsgruppe Nov. 1999, Ergebnispapier zu Ö2/Ö3, S. 7⁹)

Im Umfeld des Frankfurter Flughafens betrage die Überflughöhe in den Wohnsiedlungsgebieten auch nach Inbetriebnahme der Landebahn Nordwest mehr als 240 m.¹⁰

Von einzelnen Mitgliedern des Projektteams Ökologie & Gesundheit wurde der Wunsch geäußert, Erkenntnisse zu Überflughöhen aus der Region zu systematisieren und zu dokumentieren (Beispiel Eddersheim).

Im Rahmen der Belästigungsstudie wurde eine Frage zur Wirkung der Überflughöhe aufgenommen. Die Auswertung zeigte, dass die Probanden die geringe Überflughöhe erst an dritter Stelle der Gründe einer möglichen Bedrohung durch Fluglärm nennen (ZEUS 2006, Kurzfassung, 24).

2.7 RDF-Belästigungsstudie

Bereits 2001 entschied sich das RDF, die durch Fluglärm verursachten gesundheitlichen und psychologischen Belastungen der Bevölkerung der Rhein-Main-Region genauer untersuchen zu lassen. Das dann – nach vorbereitenden Arbeiten - im Jahr 2004 vom RDF beauftragte zweigeteilte Gutachten „Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Frankfurter Flughafens“ konzentrierte sich auf folgende Fragestellungen:

- Welches Ausmaß an flugbetriebsbedingter Belästigung in belasteten Gebieten ist in der Region tatsächlich vorhanden?
- In welchen Zeiten wird Fluglärm als besonders belästigend wahrgenommen?
- Wie wirkt sich die Belästigung auf die Wohn- und gesundheitliche Lebensqualität aus?

Es sollten in Bezug auf die konkrete Fluglärmbelastung in einem definierten Untersuchungsraum der Rhein-Main Region pegelbezogene Aussagen gewonnen werden über: den Anteil Belästigter, individuelle Belästigungs-Tagesprofile bei den Betroffenen, Dosis-Wirkungs-Kurven, einzelne Gestörtheitsreaktionen (z.B. Kommunikation) sowie die Lebens- und Wohnzufriedenheit in der Region.

Die vorgelegte Studie besteht aus zwei Teilen: einer Breitenerhebung zur Lärmbelästigung, Wohn-, Umwelt- und Lebensqualität bei einer Stichprobe von rund 2300 Bewohnern im Rhein-Main-Gebiet sowie einer Vertiefungsstudie bei insgesamt 200 Personen, in der vier Tage lang die stündliche Fluglärmbelastung erfasst wurde.

⁹ Ergebnispapier Ö2/Ö3 s.: Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt, Dokumentation zum Mediationsverfahren Flughafen Frankfurt am Main, Wiesbaden 2000

¹⁰ Vor diesem Hintergrund erachtet die Fraport AG eine Untersuchung zu etwaigen Wirkungen geringer Überflughöhen nicht für erforderlich[0].

2.7.1 Ergebnisse der Belästigungsstudie

Ein zentrales Ergebnis ist, dass die untersuchte Bevölkerung im Rhein-Main Gebiet stärker durch Fluglärm generell belästigt ist als die übrige Bevölkerung in Hessen und im Bundesdurchschnitt. 41% der Befragten im Untersuchungsgebiet sind durch Fluglärm stark bis äußerst belästigt. In Hessen insgesamt sind 23% der Bevölkerung durch Fluglärm belästigt, davon wiederum 13% stark bis äußerst. Der präventive Richtwert zur Vermeidung erheblicher Belästigung wird in der Synopse bei 62 dB(A) Leq(3),Tag mit 25% erheblich Belästigter angegeben (Griefahn/Jansen/Scheuch/Spreng 2004, 114). Die Prüfung von akustischen Maßen, mit denen sich der Fluglärm beschreiben lässt, zeigt, dass der Mittelungspegel L_{eq3} in engster Beziehung zu den Belästigungs- und Störungsurteilen steht. Dabei spielt es für den Grad der Pegel-Belästigungsbeziehung im vorliegenden Fall insgesamt kaum eine Rolle, nach welchem Berechnungsverfahren (Realverteilung oder 100/100-Regel¹¹) die Pegel bestimmt wurden. Für den nächtlichen Flugverkehr zeigt sich in der Breitenerhebung bei Berechnung nach der 100/100-Regel jedoch, dass die Pegel-Belästigungsbeziehung dort etwas enger ausfällt als bei der Realverteilung.

2.7.1.1 Dosis-Wirkungsbezüge

Sowohl in der Breitenerhebung wie auch in der Vertiefungsstudie haben die Autoren Dosis-Wirkungsbeziehungen zwischen dem Fluglärmpegel und verschiedenen Lärm-belästigungsurteilen ermittelt. Nach der Breitenerhebung sind in der Pegelklasse 50-52,5 dB(A) ($L_{eq3,24h}$ 100/100; 47,5-50 dB(A) bei Betrachtung der Realverteilung) bereits 25% der Bevölkerung durch Fluglärm *insgesamt* hoch belästigt.

Der Anteil der durch Fluglärm Belästigten (%A) und hoch Belästigten (%HA)¹² liegt oberhalb der für die EU ermittelten Dosis-Wirkungskurve. Allerdings zeigt der Vergleich mit an anderen Flughäfen erhobenen neueren Daten, dass die Frankfurter Ergebnisse sich in einem mittleren Bereich bewegen. Die RDF-Daten stellen bezüglich des Beläs-

¹¹ Bei der 100/100-Regelung wird eine Umhüllende aus den Lärmwerten bei Ost- und Westbetrieb der sechs verkehrsreichsten Monate (in Frankfurt in der Regel Mai bis Oktober) gebildet. Es ist eine Darstellung des jeweils ungünstigsten Falles (Worst-Case-Situation) einer mittleren Ost- und einer mittleren Westsituation, unabhängig von der Häufigkeit des Auftretens. Im Realverteilungsverfahren wird die über die sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres ermittelte langjährige mittlere Bewegungsverteilung (im Jahr 2005: 67% West und 33% Ost bezogen auf einen 24h-Tag) bei der Berechnung berücksichtigt. Dies entspricht den Vorgaben der AzB (Anleitung zur Berechnung des Fluglärms) und dem internationalen Gebrauch. Die nach diesem Verfahren berechneten Fluglärmwerte beschreiben die unter Berücksichtigung der Bewegungsverteilung im Bezugszeitraum auftretende durchschnittliche Belastung.

¹² Definition (%A) und (%HA): Auf einer Skala von 0 bis 100 werden die Antworten zu Belästigungsurteilen aus den fünf Kategorien „äußerst“, „stark“, „mittelmäßig“, „etwas“ und „überhaupt nicht“ zugeordnet: der Anteil der Belästigten (%A) definiert sich ab einem cut-off Wert von 50, der Anteil der hoch Belästigten (%HA) bei einem cut-off Wert von 72 (vgl. ausführlich: ZEUS 2006, S. 143)

tigungsniveaus keine Ausreißer dar bzw. sprechen nicht für eine Ausnahmesituation im Hinblick auf das Belästigungserleben (vgl. ZEUS 2006, 141).

*Tagsüber*¹³ fühlen sich 25% durch Fluglärm hoch belästigt in den Pegelklassen >62,5 dB(A) ($L_{eq\ 3,6-22h}$ 100/100; nach Realverteilung: 57,5-60 dB(A)). In der Pegelklasse 60-62 dB(A) $L_{eq\ 3,6-22h}$ (realverteilt) liegt der Anteil hoch Belästigter (%HA) in dieser Untersuchung bei etwa 35 %HA (vgl. ZEUS 2006, 87).

Nachts weist die Studie 25% hoch Belästigte ab den Pegelklassen >57,5-60 dB(A) ($L_{eq\ 3,22-6h}$ 100/100; nach Realverteilung: 52,5-55 dB(A)) aus (ZEUS 2006, Kurzfassung, 4).

Die Randstunden des Tages morgens und abends zeigen sich als Zeiten erhöhter Belästigung bei gleichem Pegel sowohl in der Breitenstudie als auch in der Vertiefungsstudie. In der Vertiefungsstudie ist es morgens der Zeitraum 7-8 Uhr (werktags und am Wochenende), insbesondere bei einem Stunden- L_{eq3} > 60 dB(A). Nachts ist in der Randstunde 22-23 Uhr eine erhöhte Lärmbelästigung bei gleichem Pegel im Vergleich zu den Tagesstunden davor festzustellen.

An den jeweils vier untersuchten Tagen (Vertiefungsstudie: 200 Teilnehmer) liegt eine erhöhte *zeitnah wahrgenommene* Belästigung und Gestörtheit in den morgendlichen Randstunden vor. Diese morgendlich erhöhte Belästigung gilt vor allem bei einem Stunden- L_{eq3} > 60 dB(A). In den oberen Pegelklassen (60-65 dB(A)) fühlen sich die Befragten nachmittags zwischen 15-17 Uhr besonders belästigt, weil – wie die Gutachter interpretieren - sie sich zu dieser Zeit eher außer Haus aufhalten. Eine enge Korrelation zwischen Pegel und Belästigungsurteil ist am Wochenende außerdem für die Zeit von 8-9 Uhr sowie 20-21 Uhr festzustellen (ZEUS 2006, 252-253).

Hinsichtlich des Belästigungsverlaufs am Tage wurde eine engere Beziehung zur Anzahl der Überflüge und der damit verbundenen Verkürzung von Ruhezeiten als zur Lautheit (Maximalpegel) festgestellt. Unter spezifischen Randbedingungen belästigen – bei gleichen Pegeln (Stunden- L_{eq3}) - Landungen stärker als Starts, so die Einschätzung der Gutachter.

2.7.1.2 Aspekte subjektiver Gesundheit und subjektiver Wohn- und Umweltqualität

Den Bewohnern wurden neben Fragen zur Lärmbelästigung auch Fragen zu ihrer gesundheitlichen Lebensqualität, Lebenszufriedenheit, Schlafqualität, Wohn- und Umweltqualität und zu spezifischen Gesundheitsbeschwerden gestellt. Die Studie verwandte zur Erfassung der gesundheitlichen Aspekte (gesundheitliche Lebensqualität), der Schlafqualität und der Bewertung von Umfeld und Lebenszufriedenheit Methoden, die auf Selbstberichten der Probanden basieren - ärztliche Untersuchungen wurden nicht durchgeführt. Diese Methoden zur Erfassung gesundheitlicher Lebensqualität entsprechen wissenschaftlich anerkannten Standards.

¹³ Die Tagesbelästigung ist im vorliegenden Fall ein spezifischer gemittelter 16h-Wert auf der Basis von Stundenurteilen

Beim Beschwerdedruck und bei der berichteten Erschöpfung konnten Unterschiede in Abhängigkeit der Fluglärmbelastung identifiziert werden; diese ließen sich aber nicht im Sinne einer Dosis-Wirkungsbeziehung interpretieren. In den übrigen geprüften Bereichen der subjektiv empfundenen Gesundheit (Beschwerdedruck, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Schlafqualität, Lebenszufriedenheit) seien die Ergebnisse vergleichbar mit dem Bundesdurchschnitt und eine Pegelabhängigkeit nicht feststellbar.

In der Vertiefungsstudie wurde gesondert nach Befindlichkeit und akuten gesundheitlichen Beschwerden gefragt. Hier wurde gezeigt, „dass akute Lärmwirkungen des tagsbezogenen Schallpegels ($L_{eq3, 6-22h}$, Realverteilung) auf die Stimmung und das Befinden der Teilnehmer nachweisbar waren“ (ZEUS 2006, 276).

Die Befragten der mittleren Pegelstufen bis 50-55 dB(A) ($L_{Aeq3, 06-22}$) zeichnen sich durch eine geringere Vitalität und geringeres psychisches Wohlbefinden aus. Die Befragten der Pegelklassen 55-60 dB(A) und über 60 dB(A) seien weniger in ihrer Lebensqualität durch den Fluglärm beeinflusst. Dieses Bild zeige sich ebenfalls bei einer differenzierteren Betrachtung über die neun Pegelstufen in 2,5 dB(A)-Schritten oder unterschiedlicher Berechnungsverfahren (Realverfahren, 100/100 Regel) (ZEUS 2006, Kurzfassung 19).

In der Vertiefungsstudie sind signifikante Stimmungsbeeinträchtigungen bezüglich des Items „Ruhelosigkeit“ (Skala „Angst“) zwischen den Pegeln <45 dB(A) und 55-60 dB(A) ($L_{eq3, 6-22}$, Realverteilung) gezeigt worden. In der Breitenerhebung sind bezüglich der Schallwirkungen auf chronische Befindlichkeitswerte keine pegelabhängigen Effekte im Sinne von Dosis-Wirkungs-Beziehungen gefunden worden (ZEUS 2006, 276).

Nach Ansicht der Gutachter scheinen vor allem Aktivitäten und Kommunikation außer Haus (Freizeit und Erholung) deutlich beeinträchtigt zu sein. Sie halten einen verstärkten aktiven Lärmschutz für notwendig.

Dies ist durchaus auch nachts von Bedeutung, wie die Auswertung zur Reaktion einzelner Personengruppen (Fensterverhalten) impliziert: Probanden, die nachts die Fenster (lärmbedingt) geschlossen halten, berichten über mehr Befindlichkeitsstörungen, Krankheiten und eine deutlich reduzierte Schlafqualität (ZEUS 2006, 242-243).

Fühlen sich Anwohner von Flugverkehr bedroht, so nennen sie das Thema Gesundheit an erster Stelle. Je höher der Fluglärmpegel ist, durch den die Befragten betroffen sind, umso geringer ist das Vertrauen in das Bemühen der für die Lärminderung Verantwortlichen. Ziel sollte es sein, Befürchtungen durch offensiv ausgerichtete, sachliche sowie transparente Kommunikationsmaßnahmen zu begegnen

Ergebnisse zur selbst berichteten Gesundheit zeigen keine schlechteren Werte als im Bundesdurchschnitt. Allerdings fühlen sich Ältere und Menschen mit Vorerkrankungen¹⁴ belästigt und es gibt Anzeichen auf einen Zusammenhang zwischen Fluglärm

¹⁴ Kinder wurden aus methodischen Gründen nicht in die Untersuchung einbezogen. Hinweise hierzu liefert die vorangegangene Machbarkeitsstudie des RDF

und den Berichten über gesundheitliche Gesamtbeschwerden. Diese Daten spiegeln subjektiv empfundene Gesundheit der Befragten wider, die nicht durch ärztliche Untersuchungen oder Sekundärdaten ergänzt wurden. Ein systematischer Bezug zwischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Pegeln im Sinne von linearen Dosis-Wirkungs-Beziehungen konnte hier nicht gezeigt werden.

2.7.2 Empfehlungen aus der Belästigungsstudie

Die Gutachter weisen auf einen erhöhten Schutzbedarf der Bevölkerung vor Fluglärm - vor allem zu spezifischen Tageszeiten und am Wochenende – hin (ZEUS 2006, Kurzfassung, S. 26). Insbesondere Beeinträchtigungen im Außenbereich bei Freizeit und Erholung deuteten auf die Notwendigkeit aktiver Schallschutzmaßnahmen hin. Landungen und die Anzahl der Überflüge trügen wesentlich zur Belästigung bei, wobei die Befragten mit zeitnah wahrgenommener Lärmbelastung in der Morgenstunde zwischen 7-8 Uhr am stärksten belästigt seien. Das Gutachten weist darauf hin, dass die Belästigung - über einen längeren Zeitraum - trotz leiserer Maschinen generell (bundesweit und international) zugenommen habe (ZEUS 2006, Kurzfassung, 27).

Das Gesundheitsthema und die Belästigung seien - lt. Gutachter - in Verbindung mit einer Beobachtung sozialer Entwicklungen in der Region langfristig nicht zu vernachlässigen. Es sei auch zu prüfen, welche Kausalrichtung die Beziehung zwischen Belästigung und gesundheitsbezogenen Wirkungen einnimmt. Hier sollten vor allem auch empfindliche Gruppen (Ältere, Menschen mit Vorerkrankungen, lärmempfindliche Personen) berücksichtigt werden. Zur Klärung der Gesundheitssituation können weitere Datenquellen herangezogen oder systematische medizinische Untersuchungen durchgeführt werden.

Die Entwicklung der fluglärmbedingten Belästigung solle über ein Monitoring beobachtet werden, so die Einschätzung der Gutachter.

2.8 RDF-Hearing zur Lärmwirkungsforschung am 6. März 2007

Das Hearing zur Lärmwirkungsforschung hatte das Ziel, Ergebnisse der Belästigungsstudie im Kontext weiterer Forschungsarbeiten zu diskutieren. Es umfasste folgende sechs Beiträge neuerer abgeschlossener Arbeiten und Studienvorbereitungen (Projektdesign) zur Lärmwirkungsforschung:

- RDF-Belästigungsstudie (ZEUS, D. Schreckenberg)
- Untersuchung zur Störwirkung vor und nach der Einführung der „FOX-Route“ (Dr. Kastka)
- Wirkungsbezogene Beurteilung von Fluglärmimmissionen – Beispiel Zürich (ETH, Dr. Brink)
- Beeinträchtigung durch Fluglärm: Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung (Epi-Consult, Prof. Greiser)

- Untersuchungsdesign „Prevent it“ - Kardiologische Studie zum Einfluss von Fluglärm Universitätsklinik Mainz, Prof. Münzel, Kommentar und Ergänzungen: Prof. Kaltenbach
- Erarbeitung nationaler Dosis-Wirkungs-Beziehungen für den Wirkungsbereich Lärmbelästigung für den Luft-, Straßen- und Schienenverkehr (Hr. Ibbeken, Wölfel Beratende Ingenieure).

Im Anschluss an die Vorträge fand eine Diskussions- und Fragerunde mit allen Experten statt. Schreckenbergr führte aus, dass belästigende Fluglärmwirkungen bereits bei deutlich geringeren Pegelwerten zu verzeichnen seien als sich dies aus älteren Quellen (Auswertung Synopse) ergäbe. (s. Matrix), Greiser bestätigte dies für gesundheitsbezogene Fluglärmwirkungen. Während die Ergebnisse zur Belästigung und Gestörtheit einen seit längerem beobachteten Trend abbildeten und wiederum bestätigten (Brink/ETH 2005, RDF-Belästigungsstudie, Basner/Samel 2007), bedürften die gesundheitsbezogenen Ergebnisse, wie sie in der Kölner Medikamentenstudie erhoben wurden, einer weiteren wissenschaftlichen Aufklärung (s. hierzu Jarup et al. 2007; Blankenberg 2006 / Untersuchungsdesign „Prevent-it“; Aydin/Kaltenbach 2007)

Die Ergebnisse des Hearings, d.h. die Expertenmeinungen zu bestimmten Fragestellungen, wurden in Form einer Matrix zusammengestellt. Sie sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Studie/ Vortrag	NAT x	Landungen / Betriebsrichtung	Pausen	Tagesverlauf	Lärmtyp	Verteilung	Außenaufenthalt
Schrecken-berg	Wichtig 55+x dB(A); zu bestimmten Randstunden Anzahl der Überflüge einflussreich	Belästigender bei gleichem Pegel (L_{eq3})	Wichtig - reduzieren Belästigung	Unterschiede (Nachtrandstunden)	Zuordnung möglich	Zahlreiche Hinweise	Gr. Bedeutung für Belästigung
Kastka	Wichtig 70 dB(A), aber auch niedriger	Nur Starts über FOX-Route	Wichtig - reduzieren Belästigung	Keine Unterschiede in Störwirkung, Bonus Morgens	Tiefrequenter Lärm, große Maschinen	Zahlreiche Hinweise, v.a. Streuung/ Bündelung	Gr. Bedeutung für Belästigung (s. Unterschied Mieter /Eigentümer)
Brink	Wichtig	Belästigender bei gleichem Pegel; Aufwachwahrscheinlichkeit möglicherweise erhöht wegen erhöhter Flankensteilheit des Pegels	Wichtig, klarer Benefit für die Bevölkerung (siehe runway alternation in Heathrow)	Unterschiede (Nachtrandstunden, Aufwachreaktion v.a. morgens) Belästigung: Malus abends, AWR: Bonus abends, Malus morgens	k.A.	Vorschlag Modellierung: welche Entlastung erreicht man mit einzelnen Maßnahmen je Immissionsort	Gr. Bedeutung, Basis für das Belästigungsurteil (Ergebnis der Lärmstudie 2000)
Greiser		Höhere Pegelwerte durch Abflüge Frachtmaschinen Knick im Verlauf bei obersten Pegelstufen	Hypothese: Verminderte Verordnung durch Schallschutzmaßnahmen	Zweite Nachthälfte (3.00-5.00) wurde besonders berücksichtigt (spezifische Situation Köln) Geringere Effekte am Tage und zu anderen Nachtzeiten	Vorrangig schwere Maschinen, in Köln Frachtmaschinen		Wirkungen bereits bei geringen Außenpegeln (40-45 dBA nachts 3.00-5.00 Uhr)
Münzel		Hinweis auf Kaltenbach-Studie (bei Westgruppe keine Erholung mehr eingetreten)	Auch zur körperlichen Regeneration (bspw. Gefäße) wichtig				

<p>Allgemeine Diskussion</p>	<p>Fall-Kontroll-Studie wichtig, um Epidemiologie (Greiser) zu untermauern</p>	<p>Ergebnisse zu Wirkung von Landungen werden von Schweizer Erfahrung gestützt</p>	<p>Sowohl Belästigungsstudien, wie auch symptom-bezogene Untersuchungen weisen auf Bedeutung kalkulierbarer Pausen hin</p>	<p>Nachtflugverbot von 0-6:00 anpassen „Randstunden“ müssen empirisch definiert werden,</p>	<p>Besonders laute Überflüge haben „Nachwirkung“ auf Störreaktion durch weniger starke Belastung</p>	<p>Lärmstudie 2000: Mehrzahl der Bevölkerung ist für demokratische Verteilung</p>	<p>Passiver Schallschutz ist keine Lösung</p>

Hinweise auf weitere Arbeiten und Beiträge:

Aydin/Kaltenbach (2007): Noise perception, heart rate and blood pressure in relation to aircraft noise in the vicinity of the Frankfurt Airport, *Cli Res Cardiol* 96: 347-358 (2007)

Houthuijs/van Wichen (2006): Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven Schiphol. RIVM report, Bilthoven

Basner/Samel (2007): Schlafphysiologische Bewertung nächtlicher Flugbetriebsbeschränkungen vor dem Hintergrund aktueller Urteile des Bundesverwaltungsgerichts, in: *Lärmbekämpfung* Bd. 2 (2007) Nr. 3 – Mai, Düsseldorf, S. 86-94

Brink (2005): Brink/Wirth/Schierz, *Lärmstudie 2000*, Dosiswirkungskurven zur Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Flughafens Zürich, ETH Zürich s.: www.laerm2000.ethz.ch/files/LS2000_DW-Kurven.zip

Le Masurier/Bates/Taylor (Oct. 2007): Attitudes to Noise from Aviation Sources in England (ANASE), Report for the Dep. for Transport

Jarup et al. (Dec 2007): Hypertension and Exposure to Noise near Airports (HYENA), s.:

www.ehponline.org/docs/2007/10775/abstract.html

Guski/Schuemer (2007): Fraport-Synopse weiter fraglich, in: *Lärmbekämpfung* Bd. 2 (2007) Nr. 6 – November, Düsseldorf, S. 236-240

Scheuch/Spreng/Jansen (2007): Fluglärmschutzkonzept der sogenannten Synopse auf dem Prüfstand neuerer Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung sowie gesetzliche Rahmenbedingungen (2), in: *Lärmbekämpfung* Bd. 2 (2007) Nr. 5 – September, Düsseldorf, S. 187-193

Griefahn/Jansen/Scheuch/Spreng (2002): Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen, in: *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 49 Bd. 5 (2002) – September, Düsseldorf, S. 171-175

Scheuch/Jansen 2001: Gutachterliche Stellungnahme zu den gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnissen der Lärmwirkungsforschung und den daraus abzuleitenden Schlussfolgerungen für die Bewertung von Lärmimmissionen in der Nähe von Flughäfen, Bannewitz/Essen 5.10.2001, S. 13 (IAK Expertendiskurs Belästigung)

3 Quellen

Basner/Samel 2007: Schlafphysiologische Bewertung nächtlicher Flugbetriebsbeschränkungen vor dem Hintergrund aktueller Urteile des Bundesverwaltungsgerichts, in: Lärmbekämpfung Bd. 2 (2007) Nr. 3 – Mai, Düsseldorf, S. 86-94

Brink 2007: Wirkungsbezogene Beurteilung von Fluglärmimmissionen. Vortrag beim RDF-Hearing am 6. März 2007

Bullinger et al. 2003: Bullinger/von Mackensen/Eikmann/Herr/Seitz/Höger/Machunsky/Schmaus/Schreckenberger/Guski, Machbarkeitsstudie „Fluglärm und Lebensqualität“. Gutachten im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt. Endbericht. Januar 2003

Griefahn/Jansen/ Scheuch/Spreng 2004: Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren. Gutachten G12.1 Allg. Teil Entwicklung von Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept, 30. Juli 2004

Kastka 2004: Untersuchung zur Störwirkung von Fluglärm vor und nach der Einführung der FOX-Route. Abschlußbericht, im Auftrag der Fraport AG, Düsseldorf

Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt 2000: Dokumentation zum Mediationsverfahren Flughafen Frankfurt am Main, Wiesbaden 2000

Schlaud/Swart 2003: Beobachtungspraxen – ein flexibles Erhebungskonzept der Epidemiologie, in: Umwelt Med Forsch Prax 8 (3) 147 – 154 (2003) Landsberg

ZEUS 2006: Schreckenberger/Meis, Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Frankfurter Flughafens, Gutachten im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt. Endbericht. Bochum/Oldenburg: AG Fluglärmwirkung 2006