



regionales
dialogforum

Flughafen Frankfurt

Positionen des RDF zum Thema Tieffrequenter Lärm

Regionales Dialogforum
Flughafen Frankfurt

Positionen

Bad Schwalbach
13. Juni 2008

1. Einleitung

Das RDF beschäftigt sich mit den Auswirkungen des tieffrequenten Lärms, nachdem das Thema im Mediationsverfahren nicht abschließend behandelt werden konnte und in die Restantenliste aufgenommen wurde (siehe RDF-Arbeitsprogramm AP L 2.5). Das Thema wurde inhaltlich dem Projektteam Anti-Lärm-Pakt (ALP) zugeordnet und dort seit 2004 im Rahmen verschiedener Sitzungen behandelt und diskutiert, indem vor allem externe Experten zu speziellen Aspekten des Themas referierten und aktuelle Forschungsergebnisse präsentierten.

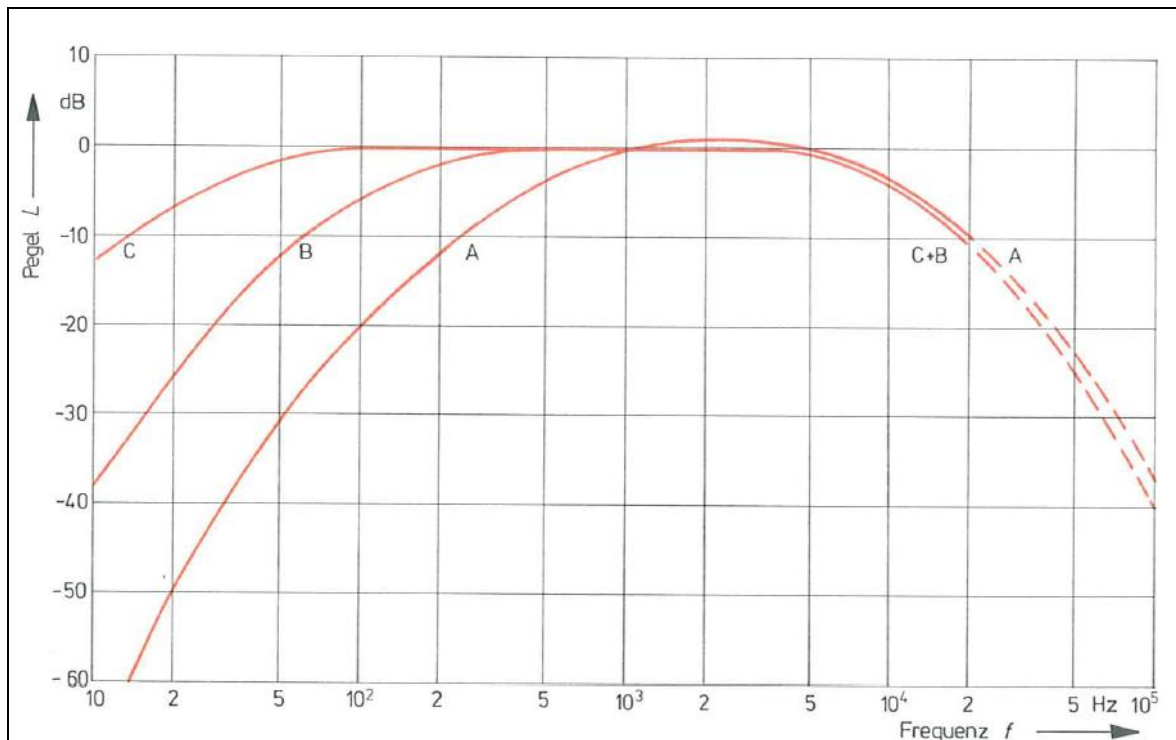
Die durch tiefe Frequenzen verursachten Störwirkungen erfahren aktuell in der Wissenschaft eine zunehmende Aufmerksamkeit. Es gibt vermehrt Hinweise darauf, dass die standardisierte Erfassung und Beurteilung dieser Geräusche bzw. Geräuschanteile über den Schalldruckpegel mit der A-Bewertung bei bestimmten Eigenschaften des Geräuschs (zeitliche Struktur, Modulation, spektraler Verlauf zu höheren Frequenzen und Pegelhöhe) unzureichend sind (z.B. Genuit 2007).

Die A-Bewertung spiegelt aber derzeit einen weltweiten Standard zur gehörgerechten Korrektur des Schalldruckpegels wider. Mittels der A-Bewertung wird versucht das Gehörempfinden des menschlichen Ohrs nachzubilden, weil tiefe und sehr hohe Töne bei gleichem Schalldruckpegel als weniger laut empfunden werden als Töne mittlerer Frequenz.

In nationalen und internationalen Normen sind für Geräuschmessungen in verschiedenen Anwendungsbereichen auch andere Frequenzbewertungskurven definiert. Für den Hörschall sind dies nach DIN EN 61672-1 (bzw. DIN IEC 651) die A-, B- und C-Kurve (siehe Abbildung 1), die eine Annäherung an die frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs bei verschiedenen Lautstärkepegeln darstellen und sich vor allem im tieffrequenten Bereich unterscheiden.

Die B-Bewertung findet zum Beispiel Anwendung bei der Messung von Innengeräuschen von Kraftfahrzeugen, die C-Bewertung bei der Beurteilung tieffrequenter Immissionen (z. B. Schießlärm) oder hoher Lautstärken (z. B. Explosionen). Darüber hinaus gibt es weitere Bewertungskurven für spezifische Anwendungen (z. B. D-Kurve, G-Kurve).

Abb. 1 Bewertungskurven f. Schallpegelmesser m. d. Bewertungskurven A,B und C (nach DIN IEC)



2. Aktueller Stand und Hintergrund

Unter tieffrequenten Geräuschen sind Schallimmissionen mit vorherrschenden Energieanteilen im Frequenzbereich unterhalb von 90 Hz zu verstehen. Die Wahrnehmung und Wirkung dieses Frequenzbereichs weicht beim Menschen von mittel- oder hochfrequenten Geräuschen ab. Die Hörschwelle von Geräuschen unterhalb von 90 Hz liegt je nach Frequenz zwischen 28 bis 95 dB. Je tiefer die Frequenz ist, desto größer muss der Schalldruckpegel sein, um gehört zu werden. Weiterhin ist es möglich, dass Sekundäreffekte auftreten, die ebenfalls Ursache von Störungen (Rütteln von Fenstern und Türen oder Gläserklirren, spürbare Vibrationen) sein können.

Tieffrequente Geräusche können sich von der Quelle als Körper- oder Luftschall in die Nachbarschaft ausbreiten. Bei Körperschallausbreitung werden Schwingungen von der Quelle durch feste Stoffe (z. B. Fundamente, Boden, Decken oder Wände) zum Immissionsort hin übertragen. Die Ausbreitungswege können dabei sehr komplex sein. Am Einwirkungsort geben die Gebäudeteile die Körperschallschwingungen als so genannten sekundären Luftschall in den Raum ab. Körperschallschwingungen können aber auch direkt über Hände, Füße oder den Körper vom Menschen (als Vibrationen) wahrgenommen werden.

Bei der Ausbreitung der Schallwellen im Freien bewirken Luft- und Bodenabsorption eine erhebliche Pegelabnahme des hochfrequenten Schalls in großen Entfernungen von der Schallquelle. Geräusche bei tiefen Frequenzen können sich jedoch auch über große Entfernungen kilometerweit nahezu ungehindert ausbreiten. Auch im Frequenzbereich unter 20 Hz (Infraschall) können bei Betroffenen Phänomene wie Ohrendruck und Klagen über Unsicherheits- und Angstgefühle auftreten (siehe z.B.

Feldmann 2006). Die Tonhöhenempfindung des Menschen ist bis ca. 60 Hz schwach ausgeprägt, wobei solche Geräusche ab rund 30 dB hörbar sind. Aufgrund der geringen Hörempfindlichkeit tiefer Frequenzen gehen diese Pegelanteile abgeschwächt in die A-bewertete Frequenzbewertung ein. Eine Pegelanhebung von 5 dB führt bei Frequenzen zwischen 20 Hz und 90 Hz in etwa zu einer Verdopplung der Lautheit, während bei mittleren und höheren Frequenzen dazu der Pegel um 10 dB angehoben werden muss.

Man kann davon ausgehen, dass tieffrequenter Verkehrs- und Anlagenlärm zum Teil erhebliche Belästigungen verursachen. Dies gilt insbesondere zu Zeiten allgemeiner Ruhe wie z. B. in der Nacht, so dass sie dann oftmals als besonders störend empfunden werden können (siehe z. B. UBA-Text). Im Wohnbereich können tieffrequente Geräusche insbesondere zu Zeiten, wenn andere Geräuschbelastungen niedrig sind, schon dann zu erheblichen Belästigungen führen, wenn sie gerade wahrgenommen werden (Feldmann 2006).

Die TA Lärm, die Flughäfen aus ihrem Anwendungsbereich ausnimmt, sieht zur Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche besondere Regelungen vor, um zu prüfen, ob schädliche Umwelteinwirkungen vorliegen. Hierzu soll in der Regel eine einzelfallbezogene Beurteilung erfolgen. Als Anhaltspunkt für das Auftreten schädlicher Geräusche wird in schutzwürdigen Räumen bei geschlossenem Fenster eine Pegeldifferenz 20 dB zwischen L_{Ceq} und L_{Aeq} definiert. Wenn schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche auftreten, sind nach TA Lärm geeignete Minderungsmaßnahmen zu prüfen. Die differenzierte Beurteilung tieffrequenter Geräusche gewerblicher Anlagen in der Nachbarschaft erfolgt nach der DIN 45680 ('Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft').

Im flugbetrieblichen Ablauf können tieffrequente Geräuschquellen auftreten. Triebwerksgeräusche sind breitbandige Geräusche und weisen beim Start maximale Pegel in niedrigen Frequenzbereichen auf. Bei der Landung und beim Rollen tritt die höherfrequente Schallemission des Triebwerk-Fan stärker in den Vordergrund (Obermeyer 1999). Bezüglich der Umströmungsgeräusche wurde im Rahmen des Projektes 'Leiser Flugverkehr' (DLR 2004) der Vorflügel als Quelle tieffrequenten Lärms identifiziert, dessen Hinterkante beim Start turbulent überströmt wird.

3. Aktivitäten und Bearbeitungsschritte

3.1 Mediation

Im Bericht der Mediation bzw. in der Dokumentation zum Mediationsverfahren wird darauf hingewiesen, dass das Thema Tieffrequenter Lärm nicht behandelt wurde. In der Restantenliste heißt es, dass „niederfrequenter Lärm bei Rollvorgängen nicht betrachtet“ wurde und Hinweisen zu einer Studie am Flughafen San Francisco, die noch nicht abgeschlossen war, nicht nachgegangen werden konnte.

Diese Studie wurde mittlerweile abgeschlossen und liegt vor. Sie betrachtet den so genannten 'backblast noise', der beim Startvorgang der Flugzeuge entsteht und tieffrequente Geräuschanteile

besitzt und v. a. zu Körperschallerscheinungen in Form scheppernder oder rasselnde Geräusche von Gegenständen innerhalb von Gebäuden führt, die als störend empfunden werden können. Diese Studie wurde dem PT ALP zur Kenntnis gegeben, dort wurde keine Notwendigkeit gesehen, sich näher mit den Ergebnissen der Studie zu befassen. Die im Rahmen der Mediation geäußerte Vermutung, dass der Rollverkehrslärm in Bezug auf tieffrequente Geräusche als besonders kritisch einzustufen ist, hat sich hiernach nicht bestätigt.

3.2 Aktivitäten des RDF

Zum Einstieg in die Thematik wurde von der Wissenschaftlichen Begleitung in 2004 der aktuelle Forschungs- und Kenntnisstand in Kurzform aufbereitet und dargelegt. Es wurden dabei mehrere inhaltliche Anknüpfungspunkte zu laufenden Forschungsvorhaben identifiziert, die in der weiteren Arbeit im PT berücksichtigt wurden:

- Interdisziplinärer Forschungsverbund 'Lärm und Gesundheit' der TU-Berlin, Schwerpunktthema Tieffrequenter Lärm und seine Auswirkung/Erfassung
- Forschungsverbund 'Leiser Flugverkehr' des DLR (z. B. Arbeitspaket Minderung des Umströmungslärms, Triebwerkslärm)

Es wurden im Folgenden vom RDF externe Experten eingeladen, die zu besonders interessanten Aspekten des Themenspektrums referierten:

- Thema: 'Tieffrequente Schallbelastung - aktueller Kenntnisstand -'
Dr. Maschke (Berliner Zentrum Public Health)
Sprecher Interdisziplinärer Forschungsverbund 'Lärm & Gesundheit'
(siehe Protokoll der PT-Sitzung vom 26.09.2006)
- Thema: 'Aktive Fassaden zur Reduzierung der Schallimmissionen in Gebäuden'
Herr Kurtze (TU Darmstadt)
Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik
(siehe Protokoll der PT-Sitzung vom 14.02.2007)

Wiederholt beschäftigte sich das PT ALP im Rahmen seiner Diskussionen mit Fragen zur Belästigungswirkung des tieffrequenten Lärms. Ergänzt wurde die Diskussion durch eine Recherche zu Ergebnissen aus aktuellen Forschungsvorhaben der Lärmwirkungsforschung (siehe Anlage 18 zum Protokoll der Sitzung vom 8.2.2007). Demnach hat bislang keine separate Betrachtung des Themas in den vorliegenden Vorhaben der Lärmwirkungsforschung stattgefunden, so dass umfassende Untersuchungen noch ausstehen. Wissenschaftlich belegte Erkenntnisse über die Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche liegen bislang nur lückenhaft und derzeit insgesamt nicht in verwendbarer Form vor. Infolgedessen fehlen Beurteilungsverfahren, die praxistauglich und problemgerecht sind.

Es gibt derzeit in Bezug auf die Belästigungswirkung tieffrequenter Geräusche unterschiedliche Einschätzungen darüber, ob die Landung oder der Start kritischer einzustufen sind. Grundsätzlich ist vielfach eine negative Beurteilung sowie eine starke individuelle Differenzierung der Wahrnehmung festzustellen. Die Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche weicht von der Wahrnehmung und Wirkung mittel- und hochfrequenter Geräusche ab. Die Belästigungswirkung kann durch eine

Verfremdung der Geräusche (Sekundärschall) ausgelöst werden. (siehe zum Beispiel Feldmann & Jakob 2006). Eine mögliche Beeinträchtigung der Schlafqualität konnte dagegen bei langfristigen tieffrequenten Geräuschbelastungen wissenschaftlich nachgewiesen werden, so dass Handlungsbedarf identifiziert werden konnte (siehe Maschke et al. 2006). Im Rahmen des laufenden Forschungsverbunds 'Lärm und Gesundheit' (Berliner Zentrum Public Health) wird dies thematisiert.

Auf die Frage nach konkreten Messergebnissen mit der C-Bewertung in der Rhein-Main-Region stellte sich heraus, dass seitens des Deutschen Fluglärmdienstes (DFLD) Daten vorliegen. Diese wurden im Rahmen einer Sitzung des PT ALP vorgestellt und diskutiert. Demnach findet seit 11/2006 an der Station in Eppstein-Vockenhausen des DFLD parallel eine Messung mit A und C-Bewertung statt. Die Ergebnisse der Monatsdurchschnittswerte des L_{den} für Fluglärm zeigen zwischen A- und C-Bewertung im Durchschnitt eine Pegeldifferenz von 11,5 dB. Die Differenzen schwanken innerhalb des Messzeitraums zwischen 6,4 dB und 14,2 dB. Zur Interpretation der Messergebnisse werden aus Sicht des DFLD folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- Überflüge sind bei C-Bewertung in der Regel knapp 10 dB lauter,
- Aufgrund bestimmter Flugzeugtypen, Wetterlagen und Betriebsbedingungen sind Differenzen von bis zu 20 dB möglich,
- Die Anzahl der erkannten Überflüge im Messsystem des DFLD erhöht sich.

Die Fraport AG weist darauf hin, dass tieffrequente Geräusche im Allgemeinen aus dem Straßen- und Schienenverkehr bekannt sind. Vor diesem Hintergrund muss in Betracht gezogen werden, dass die Messergebnisse nicht allein dem Flugbetrieb zugeordnet werden können. Die vorgestellten Einzelereignisse werden vom DFLD Vorbeiflügen zugeordnet, die in einem Abstand von rund 7 km an der Messstelle vorbeiflogen. Entsprechend müssen bodengebundene Quellen (Straßen, Schiene, Pumpen, Lüfter) im Umkreis von 7 km als mögliche tieffrequente Geräuschquellen mit einbezogen werden. Aufgrund des zweifelhaften Zusammenhanges zwischen den vorgestellten Einzelmessereignissen und den Vorbeiflügen wird die Eindeutigkeit der Ergebnisse von der Fraport AG infrage gestellt.

Die Vertreter des DFLD haben die vorgebrachten Anmerkungen der Fraport in Bezug auf die vorgestellten Messergebnisse nochmals geprüft. Der DFLD sieht auch hiernach die Ergebnisse bestätigt, so dass nach Ansicht des DFLD die Qualität der vorgenommenen Überfliegerkennung sowie die Kontrollrechnung nicht in Frage zu stellen sind. Seitens des DFLD wird gerade deswegen gefordert, dass die Untersuchungen über den tieffrequenten Lärm intensiviert werden.

Im Auftrag der Stadt Raunheim hat der DFLD mittlerweile eine weitere Messstation in Raunheim eingerichtet, die für außen parallel Messungen nach der A- und C-Bewertung vornimmt. Die Messergebnisse für diesen Standort sollen zukünftig ausgewertet und analysiert werden.

4. Positionen innerhalb des RDF

Seitens der Fraport wird derzeit kein Bedarf für weitergehende Aktivitäten zur Messung tieffrequenter Geräusche gesehen. Hierbei wird insbesondere auf die geltende Rechtslage verwiesen, die sowohl im Kontext der fortlaufenden Fluglärmmessung (Ausführung nach DIN 45643) als auch für die Berechnungen nach den Kriterien des Fluglärmgesetzes allein die Berücksichtigung der A-Bewertung fordert. Der entscheidende Aspekt für die Position der Fraport ist jedoch die Tatsache, dass bislang quantitative Beurteilungskriterien fehlen, die eine fachliche und sachgerechte Bewertung und Interpretation der Messergebnisse ermöglichen würde.

Kommunale Vertreter des RDF weisen darauf hin, dass aus Ihrer Sicht dringender Handlungsbedarf besteht. Dies wird insbesondere im Bereich des baulichen Schallschutzes gesehen, weil hier tieffrequente Geräuschanteile nachweislich nicht hinreichend gemindert werden können. Derzeit wird bei der Dimensionierung des baulichen Schallschutzes nicht berücksichtigt, dass durch die Außenbauteile tieffrequente Spektralanteile des Lärms am wenigsten gedämmt werden. Es liegen derzeit zahlreiche Erkenntnisse vor, die Maßnahmen im baulichen Schallschutz aufzeigen, aber noch keine Praxisreife erlangt haben. Hier sollte nach Möglichkeit eine Beschleunigung erreicht werden. Sinnvolle Perspektiven ergeben sich unter anderem durch die Entwicklung 'aktiver Fenster' oder 'aktiver Fassaden'. Dieser Bedarf wird insbesondere im Bereich des unmittelbaren Flughafenumfelds gesehen.

Weiterhin kann aus Sicht der kommunalen Vertreter die Pegeldifferenzbildung nach den Vorgaben der TA Lärm Anhaltspunkte für die Beurteilung tieffrequenter Geräusche liefern. Demzufolge fordern die kommunalen Vertreter, dass die Messungen, die bislang ausschließlich vom DFLD ausgeführt werden, fortgesetzt und nach Möglichkeit ausgedehnt werden (z. B. Messungen von Innenpegel, alternative Messstandorte).

Trotz der unterschiedlichen Positionen im RDF, ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand, besteht darüber Einigkeit, dass Forschungsbedarf für die nach wie vor offenen Fragen im Bereich der (tieffrequenten) Lärmwirkungsforschung existiert. Da die Bedeutung tiefer Frequenzen bei der in allen Richtlinien vorgeschriebenen A-Bewertung, insbesondere bei höheren Schallpegeln, unter Umständen nicht richtig zum Ausdruck kommt, sind zur gehörgerechten Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen geeignete Methoden für die Messung und Beurteilung zu entwickeln. In unserem Alltag existieren verschiedene Quellen für tieffrequenten Geräusche (z. B. Pumpen, Ventilatoren, Lüfter, Windkraftanlagen), wobei auch flugbetriebliche Schallimmissionen einen nennenswerten Anteil tieffrequenter Geräusche enthalten können. Tieffrequente Geräusche besitzen dabei häufig eine höhere Belästigungswirkung als mittel- und hochfrequente Geräuschimmissionen. Es liegen wissenschaftliche Hinweise vor, dass tieffrequente Geräusche negativen Einfluss auf die Schlafqualität besitzen können.

Im Zusammenhang mit Straßen-, Schienen- oder Fluglärm existieren derzeit keine Regelungen zur Berücksichtigung tieffrequenter Anteile bei der Erfassung oder Beurteilung. Ebenso liegen aktuell keine allgemeingültigen Erkenntnisse über die Wahrnehmung und Belästigungswirkung tieffrequenter Geräusche vor. Die vorliegenden lärmmedizinischen Untersuchungen im Kontext zum Fluglärm

betrachten diesen Aspekt nicht separat. Allerdings wird wiederholt darauf verwiesen, dass in diesem Bereich Forschungsbedarf besteht, weil man sich dieser speziellen Fragestellung bislang nicht detailliert gewidmet hat.

5. Empfehlungen, Weiteres Vorgehen und Ausblick

Aufgrund der vorliegenden lückenhaften Erkenntnisse erscheint es sinnvoll, die laufenden Forschungsaktivitäten weiterhin zu beobachten, nach Möglichkeit zu unterstützen und insbesondere die zu erwartenden Ergebnisse des Forschungsverbunds 'Lärm und Gesundheit' in die weiteren Arbeiten einfließen zu lassen.

Zur differenzierten Beurteilung tieffrequenter Geräusche wäre von den herkömmlichen Mess- und Bewertungsverfahren abzuweichen. Dies betrifft vor allem den Messort und die Frequenzbewertung. Es sollte im Weiteren geprüft werden, ob beispielhaft die Messung von Terzspektren möglich ist, wie es die DIN 45 680 zur Erfassung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche vorsieht. Damit könnte eine profundere Beurteilung der tatsächlichen Geräuschsituation am Flughafen Frankfurt/Main erfolgen. Demzufolge sollten Messungen nach DIN 45 680 (z.B. Messungen von Innenpegel, alternative Messstandorte) erfolgen.

6. Hintergrundtexte

- Genuit (2007): Tiefe Frequenzen sind nicht gleich tiefe Frequenzen – Tieffrequente Geräuschanteile und deren (Lärm-) Wirkungen; DAGA 2007
http://www.headacoustics.de/downloads/messen/DAGA_2007_Tiefe_Frequenzen_ge.pdf
- Feldmann & Jakob (2006): Tieffrequenter Wohnlärm – Ursachen, Auswirkungen und Minderungsmöglichkeiten; DAGA 2006
- Maschke et al. (2006): Tieffrequente Schallbelastung und Schlaf – aktueller Kenntnisstand; DAGA 2006
- Obermeyer (1999): Rolllärm Landebahn Nord. Gutachten aus der Mediation
- Forschungsverbund 'Lärm und Gesundheit', Berliner Zentrum Public Health
<http://www2.tu-berlin.de/bzph/laerm-gesundheit/>
- DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (1997-03)
- DIN EN 61672-1 Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2002); Deutsche Fassung EN 61672-1:2003
- TA Lärm, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, GMBI. 1998 S. 503 vom 26.08.1998
- Department of Environment Food and Rural Affairs (DEFRA)
Diverse Dokumente zum Thema Tieffrequenter Lärm ('Low frequency noise research papers')
<http://www.defra.gov.uk/environment/noise/research/lowfrequency/index.htm>

- Wyle Report WR 01-21, "Status of Low-Frequency Aircraft Noise Research and Mitigation," San Francisco International Airport, September 2001
<http://www.wylelabs.com/content/global/documents/LFN.pdf>
- Umweltbundesamt (UBA, Berlin)
'Wissenwertes über tieffrequenten Schall'
<http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/infraschall.pdf>