# INFORMATION

08. Februar 2013

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

## Geräuschbelastung durch tieffrequenten Schall, insbesondere durch Infraschall im Wohnumfeld

Seit geraumer Zeit gewinnt das Thema „Geräuschbelastung durch tieffrequenten Schall, insbesondere durch Infraschall im Wohnumfeld“, zunehmend an Bedeutung. Als Infraschall bezeichnet man Luftschallwellen unterhalb des menschlichen Hörbereiches. Infraschall liegt definitionsgemäß zwischen 0,1 und 20 Hz (Herz), tieffrequenter Schall unterhalb von 100 Hz.

Tieffrequenter Schall tritt in vielen Bereichen unserer hochtechnisierten Gesellschaft auf. Beispielsweise können folgende Quellen tieffrequente Geräusche verursachen:

- Anlagen der Schwerindustrie
- Hochspannungsleitungen
- Transformatorenstationen
- Pumpen
- Klimaanlagen

Bestimmte Anlagen unterliegen dem immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG[1]); siehe Vierte Verordnung zur Durchführung des BImSchG[2]. Die Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorgerufen werden können. Diese gesetzlichen Anforderungen werden mit der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)“[3] konkretisiert. Die TA Lärm legt insbesondere Mess- und Beurteilungsverfahren für Anlagengeräusche sowie Immissionsrichtwerte fest. Die besondere Charakteristik von tieffrequenten Geräuschimmissionen wird innerhalb des Beurteilungsverfahrens der TA Lärm (Nummer 7.3) durch einen Verweis auf DIN 45680 berücksichtigt[4]. Trotz einer Einhaltung der Anforderungen dieser Norm kann es im Umfeld von gewerblichen Anlagen mit tieffrequenten Immissionsanteilen zu Beschwerden von Anwohnerinnen und Anwohnern kommen, die sich von derartigen Anlagen belästigt und in ihrer Gesundheit beeinträchtigt fühlen. In vielen Fällen wird auf das als unzureichend erlebte

---

[1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge

[2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen)

[3] Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBl. S. 503)

[4] DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“. Die DIN 45680 wird gegenwärtig überarbeitet.

Schutzniveau Bezug genommen und eine stärkere Begrenzung der Immissionen gefordert. Die bei Lärm-Belästigungsfragen im üblicherweise hörbaren Frequenzbereich geforderte enge kausale Verbindung von akustischer Wahrnehmbarkeit (Hörschwelle) und Belästigungserleben muss dahin gehend überdacht werden, dass es Personen mit einer niedrigeren Wahrnehmungsschwelle für tiefe Frequenzen gibt; Belästigungen können also bei einigen Menschen früher auftreten, als nach der der DIN 45680 zu Grunde liegenden mittleren Hörkurve zu erwarten wäre. Es gibt also Personen, die tieffrequente Geräusche noch bei Pegeln wahrnehmen können, bei denen andere keine sensorische Wahrnehmung haben. Hinzu kommt, dass tieffrequenter Schall und Vibrationen häufig eng miteinander verbunden sind und die belästigende Wirkung verstärken.

Insgesamt besteht ein deutlicher Mangel an umweltmedizinisch ausgerichteten Studienergebnissen zu den Themen Infraschall und tieffrequenter Schall. Für Betroffene ist dies hinsichtlich der Bewertung der Belastung durch Dritte oftmals ein Problem. Das Umweltbundesamt hat daher im Jahr 2011 ein Forschungsvorhaben zu dieser wichtigen Thematik vergeben, das sich mit der Geräuschbelastung durch tieffrequenten Schall, insbesondere durch Infraschall beschäftigt („Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall. Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen“; UFOPLAN 2011; FKZ 3711 54 199). Neben der Aufbereitung des aktuellen Wissenstandes sollen wissenschaftlich begründete und praxistaugliche Verfahren zur Erfassung und Bewertung der Wirkungen tieffrequenter Geräusche erarbeitet werden. Dabei soll auch geprüft werden, ob ggf. weitere Forschungsaktivitäten erforderlich sind. Die Forschungsergebnisse werden voraussichtlich 2014 vorliegen.

IMPRESSUM

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Fachgebiet: I 3.4 Lärmminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen

Dessau-Roßlau, 8. Februar 2013

## Wissenswertes über tieffrequenten Schall

Messungen und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft - DIN 45680

Das Ohr des Menschen ist in der Lage, Schall mit Frequenzen zwischen ungefähr 15 Hertz und 20 000 Hertz wahrzunehmen. Die Einheit der Frequenz ist das Hertz (Hz), wobei ein Hertz einer Schwingung pro Sekunde entspricht. Niedrige Frequenzen (kleiner Zahlenwert) entsprechen tiefen Tönen; je größer die Frequenz, desto höher der Ton.
Schall wird als tieffrequent bezeichnet, wenn seine vorherrschenden Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen.
Schallwellen sind geringfügige, periodische Luftdruckschwankungen bzw. Schwingungen, die sich in der Luft ausbreiten. Schwingungen mit niedriger Frequenz haben eine große Wellenlänge, hochfrequente Schwingungen haben kurze Wellenlängen. Z.B. hat ein Ton von 20 Hz in Luft eine Wellenlänge von 17 m, ein Ton von 50 Hz eine Wellenlänge von 6,80 m, ein Ton von 100 Hz eine Wellenlänge von 3,40 m. Ein 1000 Hz-Ton hat eine Wellenlänge von 34 cm, einer Frequenz von 20 000 Hz entspricht eine Wellenlänge vom 1,7 cm.

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. Hindernisse, die klein sind gegenüber der Wellenlänge, können Schallwellen nicht wirkungsvoll abschirmen. Je größer die Wellenlänge und je kleiner das Hindernis, desto geringer ist dessen abschirmende Wirkung.

### Wahrnehmung und Wirkungen

Tieffrequente Geräuschemissionen führen in der Nachbarschaft vielfach auch dann zu Klagen und Beschwerden, wenn die anzuwendenden Beurteilungskriterien nach den eingeführten Regelwerken (z.B. TA Lärm) eingehalten sind.
Untersuchungen haben gezeigt, dass die Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche deutlich von der Wahrnehmung und Wirkung mittel- oder hochfrequenter, schmal- oder breitbandiger Geräusche abweichen.

<u>Im Frequenzbereich unter 20 Hz</u> (Infraschall)

- besteht keine ausgeprägte Hörempfindung mehr, weil die Tonhöhenempfindung fehlt. Jedoch ist Infraschall - im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Meinung - nicht prinzipiell unhörbar! Die Hörschwelle wurde bis herab zu etwa 1 Hz gemessen. Überschwellige Immissionen werden überwiegend als Pulsationen und Vibrationen wahrgenommen.
- **Die Betroffenen spüren einen Ohrendruck und klagen vielfach über Unsicherheits- und Angstgefühle. Als spezielle Wirkung ist bei Infraschall eine Herabsetzung der Atemfrequenz bekannt.**
- Sekundäreffekte sind häufig Ursache starker Belästigungen (Rütteln von Fenstern und Türen oder Gläserklirren, spürbare Vibrationen von Gebäudeteilen und Gegenständen).

Im Frequenzbereich von 20 Hz bis etwa 60 Hz

- sind die Geräusche bei entsprechenden Pegeln hörbar, jedoch ist die Tonhöhenempfindung nur sehr schwach ausgeprägt. Vielfach sind Schwebungen wahrzunehmen.
- **Die Betroffenen klagen oft über ein im Kopf auftretendes Dröhn-, Schwingungs- oder Druckgefühl, das auf die Dauer als unerträglich beurteilt wird und das nur bedingt von der Lautstärke abhängig ist und bei stationären Geräuschemissionen zu starken Belästigungen führt.**
- Wie im Infraschallbereich können Sekundäreffekte auftreten, die Belästigungen hervorrufen.

Im Frequenzbereich ab 60 Hz

- findet der Übergang zu normalen Tonhöhen- und Geräuschempfindungen statt.
- **Die Geräusche sind besonders belästigend, wenn sie tonhaltig sind.**
- Sekundäreffekte sind unbedeutend.

**Im Wohnbereich** können tieffrequente Geräusche insbesondere zu Zeiten, wenn andere Geräuschbelastungen niedrig sind, schon dann zu erheblichen Belästigungen führen, wenn sie gerade wahrgenommen werden.

In Wohn- und Arbeitsräumen normaler Größe können tieffrequente Eigenresonanzen ("Moden") unangenehm angeregt werden. Es baut sich ein „Stehwellenfeld„ auf, indem sich durch Wandreflexion hin- und zurücklaufende Wellen überlagern und gegenseitig verstärken oder ganz bzw. teilweise aufheben. Dies führt zu sehr starken Schalldruckpegelanhebungen an bestimmten Orten des Raumes. Es kommt zu einer starken Orts-, Frequenz- und Zeitabhängigkeit des Schallfeldes. Üblicherweise sind dabei die Schallpegel vor Wänden und in Raumecken besonders laut.
Eine Ortung der Schallquelle, d.h. die Feststellung der Richtung aus der der Schall einfällt, ist den Betroffenen nicht möglich.

Zur Beurteilung tieffrequenter Geräusche muss von den herkömmlichen Mess- und Bewertungsverfahren abgewichen werden! Dies betrifft vor allem den Messort und die Frequenzbewertung:

**Messort**
Enthält ein Geräusch ausgeprägte Anteile im Bereich tiefer Frequenzen, kann anhand der üblichen Messungen nicht mehr verlässlich abgeschätzt werden, ob innerhalb von Gebäuden erhebliche Belästigungen vermieden werden. Zum einen liegen im Bereich unter 100 Hz nur wenige Daten über Schalldämmwerte von Bauteilen vor (bauakustische Anforderungen werden für Frequenzen unter 100 Hz nicht gestellt), andererseits können durch Resonanzphänomene Pegelerhöhungen in den Räumen auftreten. Daher sind bei Einwirkung tieffrequenter Geräusche ergänzende Messungen innerhalb der Wohnungen notwendig.

**Frequenzbewertung**
Bei Schallpegelmessungen werden die in verschiedene Frequenzbänder fallenden Anteile in der Regel A-bewertet und addiert. Hierdurch erhält man eine Einzahlangabe zur Beschreibung der Geräuschstärke (Schalldruckpegel in dB(A)).

Bei tieffrequenten Geräuschemissionen und insbesondere bei Tonhaltigkeit können je nach Einwirkungsort und -zeit erhebliche Belästigungen bereits auftreten, wenn die Hörschwelle nur geringfügig überschritten ist. Wegen der unterschiedlichen Frequenzabhängigkeiten der A-Bewertungskurve einerseits und der Hörschwelle andererseits lässt sich anhand einer Einzahlangabe mit dem A-bewerteten Schalldruckpegel nicht sagen, ob und in welchem Umfang eine Hörschwellenüberschreitung vorliegt.
Da die Bedeutung tiefer Frequenzen bei der in allen Immissions-Richtlinien weltweit vorgeschriebenen A-Bewertung, insbesondere bei höheren Schallpegeln, nicht richtig zum Ausdruck kommt, sind zur gehörgerechten Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen ihre Terzpegel zu messen und zu bewerten.

**Vorkommen tieffrequenter Geräusche**
Beim Straßenverkehr nimmt der LKW-Anteil zu und damit auch sein tieffrequenter Geräuschanteil. Die Digitalisierung der gesamten Audio- und Videotechnik hat den Aufnahme- und Übertragungsbereich zu tiefen Frequenzen hin erweitert. Leistungsstarke Verstärker und Lautsprecher sorgen dafür, dass die Bässe nicht nur im Rock-Konzert oder in der Diskothek, sondern ebenso im Auto und in der Wohnung kraftvoll, oft maßlos übertrieben, wiedergegeben werden können.
Ursache für Beschwerden über Lärmbelästigungen durch Infraschall bzw. tieffrequenten Schall sind häufig auch folgende tieffrequente Geräuschquellen aus dem Bereich gewerblicher Anlagen:

- Öl- und gasgefeuerte Heizwerke
- **Brenner in Verbindung mit Heizungsanlagen**
- Kupolöfen
- Fackeln
- große Be- und Entlüftungsanlagen
- Ventilatoren mit tieffrequenten Einzeltönen oder Drehklang
- Verdichterstationen
- Kompressoren
- Vakuumpumpen
- Dieselmotoren
- Auspuffanlagen langsamlaufender Verbrennungsmotoren
- langsamlaufende Siebe, Mühlen und Schwingförderanlagen
- Auspacktrommeln
- lange Autobahnbrücken
- Einfahrt von Hochgeschwindigkeitszügen in Tunnel
- **Musikanlagen**