

UmweltWissen – Lärm

## Lärm – Hören, messen und bewerten



Das Ohr ist unser empfindlichstes Sinnesorgan – es alarmiert vor Gefahren und hört nie weg. Daher wirkt der allgegenwärtige Umweltlärm für viele Menschen belästigend.

Lärm ist heute eines der gravierendsten Umweltprobleme: Sehr viele Menschen fühlen sich durch den immer stärker werdenden Lärm belästigt, besonders durch den Verkehrslärm. Aber auch in Industrie- und Freizeitanlagen und in der Nachbarschaft entsteht Lärm.

Für die Wahrnehmung von Geräuschen haben wir ein eigenes Sinnesorgan – anders als für die anderen Umweltbelastungen: Das Ohr ist das empfindlichste Sinnesorgan des Menschen, es hört nie weg und ist „immer ganz Ohr“. Jedes Geräusch wird registriert und bewertet, ob es wichtig oder unwichtig ist und ob es Gefahr bedeutet oder nicht. Diese subjektive Bewertung macht die Beurteilung von Geräuschbelastungen aufwendig.

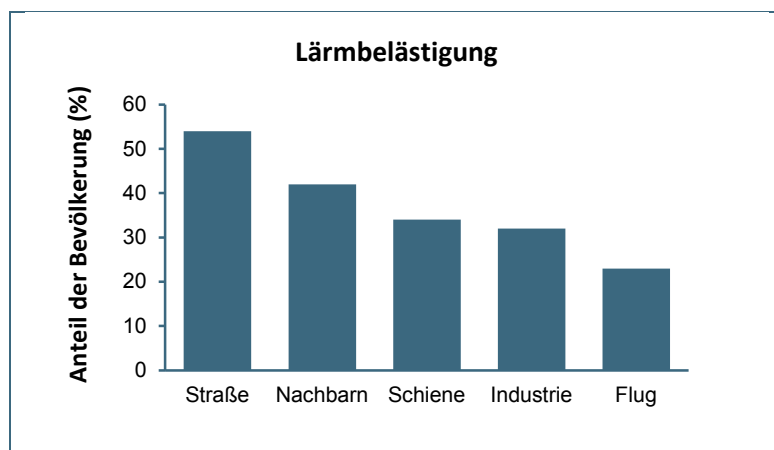


Abb. 1:  
Vor allem vom  
Straßenlärm fühlen  
sich viele Menschen  
gestört.  
Daten: BMU, UBA (2013)

## 1 Etwas Physik vom Schall

Als **Luftschall** bezeichnet man Luftdruckschwankungen, die dem atmosphärischen Druck überlagert sind. Durch mechanische Schwingungen von Stimmbändern, Saiten, Lautsprechermembranen oder Gehäuseblechen werden Über- und Unterdrücke erzeugt, die sich als Schallwellen ausbreiten, ebenso durch Verwirbelung eines Luftstromes zum Beispiel bei Orgeln. Je größer die Luftdruckschwankungen sind, desto größer ist die Schallintensität und umso lauter das Geräusch.

Die Zahl der Luftdruckschwankungen pro Sekunde bezeichnet man als **Frequenz**. Bei einer einzelnen Frequenz spricht man von einem Ton, bei einem Frequenzgemisch von einem Geräusch. Mit der Frequenz nimmt die Tonhöhe zu.

Die Schallgrößen werden logarithmisch beschrieben, wie beispielsweise der Schalldruckpegel  $L(t)$  in Dezibel (dB). Mit dem **logarithmischen Maß** kann der weite Bereich des Hörvermögens besser erfasst werden. Bei logarithmischen Größen gelten zum Teil sehr ungewohnte Rechenregeln:

- Eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 10 dB wird als Verdoppelung der Lautstärke wahrgenommen.
- Man benötigt zehn gleichlaute Geräuschquellen – im Vergleich zu einer, um den Eindruck „doppelt so laut“ zu erzeugen.
- Zwei gleichlaute Geräuschquellen verursachen einen um 3 dB höheren Schalldruckpegel als nur eine von ihnen. Die Summe zweier Geräusche mit 0 dB ist ein Geräusch mit 3 dB.
- Wird der Abstand zu einer punktförmigen Schallquelle verdoppelt, und ist diese Schallquelle im Vergleich zum Abstand klein, so sinkt der Schalldruckpegel um 6 dB. Beispiele sind Rasenmäher oder Staubsauger.
- Bei Linienschallquellen verringert sich bei einer Abstandsverdoppelung der Schallpegeldruck um 3 dB. Beispiele sind Rohrleitungen oder Straßen in geringer Entfernung.

Der **Druck  $p$**  ist definiert als Kraft pro Fläche und wird in Newton (N) pro Quadratmeter ( $m^2$ ) gemessen.

- Dafür gibt es als Abkürzung die Einheit Pascal (Pa).
- 100 Pa bezeichnet man auch als 1 Hektopascal (hPa).

$$1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa$$

Die **Frequenz  $f$**  ist definiert als die Zahl der Luftdruckschwankungen pro Sekunde. Sie wird in Hertz (Hz) gemessen.

- 1.000 Hz bezeichnet man auch als 1 Kilohertz (kHz).

$$\frac{1}{s} = 1 Hz$$

**Schalldruckpegel  $L$**  ist definiert als der momentane Schalldruck im Verhältnis zum minimal hörbaren Schalldruck.

Dieses Verhältnis wird in einer logarithmischen Skala dargestellt.

$p(0)$  = Bezugsschalldruck = kleinster hörbarer Schalldruck bei 1 kHz = 0,00002 Pa

$p(t)$  = momentaner Schalldruck gemessen in Pa

$$L(t) = 10 \log \frac{p(t)^2}{p(0)^2}$$

## 2 So hören wir

Die Ohrmuschel fängt den Schall auf. Durch den Gehörgang wird er zum Trommelfell geleitet und versetzt es in Schwingungen. Dort nehmen die winzigen Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel die Schwingungen auf und leiten sie weiter. Der Steigbügel überträgt die Schwingungen auf das ovale Fenster der Ohrschnecke.

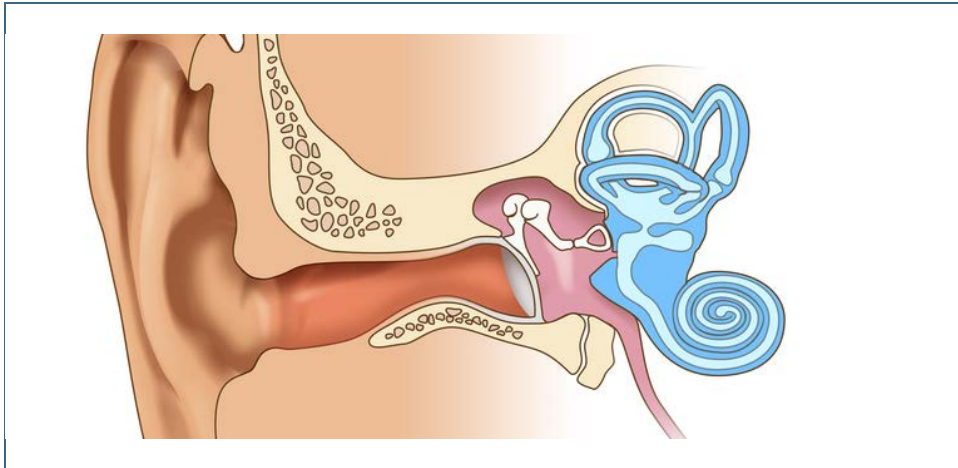


Abb. 2:  
Das Ohr ist unser empfindlichstes Sinnesorgan – es schläft nie und warnt uns vor Gefahr. Dafür sorgen feine und präzise aufeinander abgestimmte Strukturen. So ist der Steigbügel der kleinste Knochen des Menschen – nur halb so groß wie ein Reiskorn.

Die Ohrschnecke ist mit Flüssigkeit gefüllt, die die Schallwelle zur sogenannten Basilarmembran weiter transportiert. Auf der Basilarmembran liegt das Cortische Organ. Hier wird der Schall in einen Nervenimpuls umgewandelt. Dafür hat das Cortische Organ etwa 20.000 Sinneszellen mit mehreren Reihen feiner Haare (Zilien). Je nach Frequenz des Geräusches werden Zilien verschiedener Reihen von Haarzellen bewegt. Der Hörnerv leitet die Reizfolgeströme zur Hirnrinde, wir hören.

Das Ohr verarbeitet eine große Bandbreite von Schalldrücken und Frequenzen und kann zugleich auch feine Unterschiede heraushören:

- Die Hörschwelle liegt bei einem Schalldruck von etwa 0,00002 Pa. Der mittlere Schwingweg der Luftmoleküle ist dabei etwa so groß wie ein Atomdurchmesser. Die Schmerzgrenze liegt bei etwa 20 Pa. Damit erstreckt sich der Empfindlichkeitsbereich des Gehörs über sechs Zehnerpotenzen des Drucks. Dabei ist eine Pegeländerung von 1 dB gerade noch hörbar.
- Das Ohr kann Töne von etwa 16 bis 16.000 Hz hören. Bei etwa 4.000 Hz hat das gesunde Ohr seinen empfindlichsten Bereich.
- Sehr langsame Luftdruckschwankungen (< 16 Hz) kann das Ohr nicht wahrnehmen. Geläufiges Beispiel sind hier die Luftdruckschwankungen des Wetters: Dabei schwankt der Luftdruck zwischen 980 und 1.030 hPa. Bei schönem Wetter misst man circa 1.015 hPa.

Das Lautstärkeempfinden wird von Schalldruck und Frequenz gemeinsam bestimmt, da der Schall je nach Frequenz vom Gehörgang über das Trommelfell bis zu den Gehörknöchelchen unterschiedlich stark weitergeleitet wird.

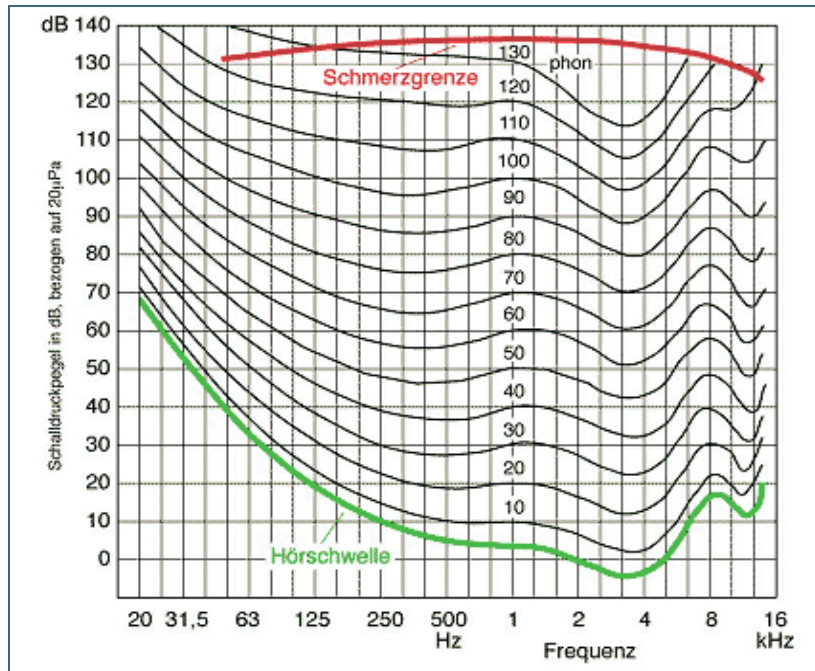


Abb. 3:  
Wie laut ein Ton für uns ist, hängt nicht nur vom Schalldruck ab, sondern auch von der Frequenz: Besonders fein ist unser Gehör bei etwa drei Kilohertz. Tiefere und höhere Töne nehmen wir dagegen erst bei höherem Schalldruck wahr. Die Linien verbinden Punkte gleicher Lautstärke miteinander.

### 3 Schallmessung

Das Mikrofon nimmt in hörbaren Bereichen den Schalldruck – anders als das menschliche Gehör – weitgehend unabhängig von der Frequenz auf. Um bei Messungen die Lautstärke zu erfassen, wird daher im Messgerät ein Filter eingebaut, der die Frequenzbewertung des Ohres nachbildet. Dieser frequenzgewichtete Pegel wird als dB(A) angegeben: Die A-Kurve kommt der Frequenzempfindlichkeit des Gehöres bei den üblichen Umweltgeräuschen nahe. Je nach Zweck der Messung gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Schallpegel anzugeben:

#### Momentanpegel LA(t)

Das ist der Schalldruckpegel LA(t) zu einem bestimmten Zeitpunkt.

#### Mittelungspegel

Da häufig nicht nur ein momentaner Wert, sondern der Schall während eines bestimmten Zeitraumes interessiert, werden Mittelungspegel berechnet. Für verschiedene Lärmarten werden verschiedene Rechenverfahren angewandt:

- Mittelungspegel  $L_{eq}$ :  
Über die Einwirkzeit energetisch gemittelter Schalldruckpegel. Er dient unter anderem zur Beurteilung von Verkehrsgeräuschen.
- Mittelungspegel  $L_{AFTm}$  nach dem Taktmaximalpegelverfahren:  
Der Schalldruckpegelverlauf wird in „Takte“ von fünf Sekunden Dauer unterteilt. In diesen Takten ermittelt man den jeweils maximalen Pegel. Die Maximalpegel werden dann so weiter verrechnet, als ob sie die vollen fünf Sekunden dauern würden (Taktmaximalpegel  $L_{AFT}$ ).  
Die einzelnen Taktmaximalpegel werden für die Dauer der Einwirkung energetisch gemittelt ( $L_{AFTm}$ ).  
Dieses Verfahren berücksichtigt die Lästigkeit von Pegelspitzen und dient zur Beurteilung von Anlagengeräuschen.

#### Beurteilungspegel

Für die Beurteilung der Geräusche von Anlagen gilt die TA Lärm. Dabei werden neben dem Mittelungspegel auch die Geräuschkdauer und die Tageszeit berücksichtigt. Für Lärm am Tag (6 bis 22 Uhr) und in der Nacht (22 bis 6 Uhr) gelten unterschiedliche Richtwerte. Außerdem werden Zu- und Abschläge verrechnet, zum Beispiel bei ton- und informationshaltigen Geräuschen wie Lautsprecherdurchsagen.

## 4 Lärm wirkt auf Körper, Geist und Seele

Das Gehör verbindet uns unmittelbar und ständig mit unserer Umwelt. Ungewohnte und laute Geräusche warnen uns vor drohenden Gefahren. Daher lässt sich unser Ohr auch nicht abschalten und wir sind in ungeschützten Situationen auch besonders empfindlich: Nachts alarmieren uns bereits geringere Lärmpegel als tagsüber. In der Sprache ist dieser Zusammenhang noch erkennbar: Lärm und Alarm stammen aus derselben Wortwurzel.

<p><b>Physische Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minderung der Schlafqualität</li> <li>• zeitweilige Hörverschlechterung bei kurzer Einwirkung sehr lauter Geräusche (z. B. Knalle)</li> <li>• dauerhafte Hörverschlechterung führt zu Schwerhörigkeit</li> <li>• Vertaubung bei lang dauernden Einwirkungen ab etwa 80 bis 85 dB(A), z. B. Technosound, Heimwerkergeräte</li> </ul>	<p><b>Psychische Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress und Nervosität als Risikofaktoren für Herzinfarkt</li> <li>• üble Laune, Ärger, Ohnmachtgefühle</li> <li>• Beeinträchtigung des Lebensgefühls</li> <li>• Erhöhung des Medikamentenkonsums</li> <li>• Zunahme von Fehlern</li> <li>• Abnahme der Lernfähigkeit</li> </ul>
<p><b>Soziale Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anheben der Stimme, Unterlassen von Kommunikation</li> <li>• Veränderung der Nutzung von Wohnräumen, Terrassen, Balkonen und Gärten sowie des Lüftungsverhaltens</li> <li>• Abnahme von Hilfsbereitschaft und häuslicher Geselligkeit</li> <li>• soziale Isolation</li> </ul>	<p><b>Ökonomische Auswirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krankheitskosten und Berufsunfähigkeitsrente wegen Schwerhörigkeit – die häufigste Berufskrankheit und zunehmende Kinder- und Jugendkrankheit</li> <li>• Kosten z. B. für Schlafmittel, Arzt</li> <li>• Wertminderung von Grundstücken</li> <li>• Kosten für Fehler</li> </ul>

Lärm ist also ein Zeichen von Gefahr und ruft daher Veränderungen hervor, die den Körper zunächst auf Verteidigung oder Flucht einstellen sollen: die Stresssymptome. Das Herz-Kreislaufsystem erhöht seine Arbeit (Durchblutung, Herzschlagvolumen, Pulsfrequenz, Fingerpulsamplitude, Durchmesser der Adern), die Muskelanspannung steigt, die Atmung beschleunigt und die Pupillengröße ändert sich. Auch die Gehirnstromaktivitäten (EEG) werden von Lärm beeinflusst. All diese Reaktionen werden durch eine verstärkte Ausschüttung von Stresshormonen begleitet. Bei nächtlichem Lärm verschlechtert sich außerdem die Schlafqualität.



Abb. 4: Lärm alarmiert. Nachts sind wir besonders empfindlich. Schlafstörungen, Stress und geringe Konzentrationsfähigkeit können die Folge sein.



Wie gravierend die Wirkung des Lärms ist, hängt dabei wesentlich vom Schalldruckpegel ab. Heute werden folgende Pegel als gesundheitlich relevant angesehen:

#### **Ab 80 dB(A): Minderung des Hörvermögens**

Eine vorübergehende Einwirkung sehr lauter Geräusche kann die Hörschwelle zeitweilig verschieben und Tinnitus auslösen. Sehr laute ohrennahe Knalle > 120 dB(A) (zum Beispiel durch Druckluftwaffen) können ein Knalltrauma mit Beschädigung der Zilien bewirken (siehe Abbildung 6).

Wiederholte, lang andauernde Einwirkungen verursachen Hörschwellenverschiebungen (Hörverschlechterungen), die umso schneller in Schwerhörigkeit übergehen können, je lauter die Dauergeräusche sind. Beispiele dafür sind Arbeitslärm, Heimwerkergeräte, Diskobesuche, MP3-Player oder Technosound.

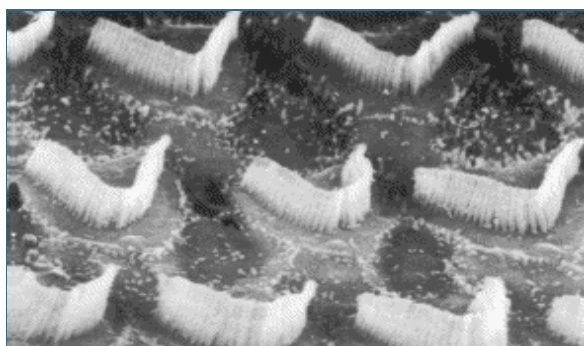


Abb. 5: In der Ohrschnecke wachsen feine Haare (Zilien), die bei Geräuschen bewegt werden (5  $\mu\text{m}$  = 0,005 mm).



Abb. 6: Ein lauter Knall in Ohrnähe kann die Zilien irreparabel schädigen.

#### **60 bis 80 dB(A): Gesundheitliche Beeinträchtigung bei Dauerbelastung**

Bei nur vorübergehender Einwirkung liegen Geräusche unter 80 dB(A) im Bereich der menschlichen Anpassungsfähigkeit. Als gesundheitlich beeinträchtigend sieht die Lärmwirkungsforschung heute Dauerbelastungen oberhalb von 60 dB(A) an.

#### **Unter 60 dB(A): Belästigung**

Bei Werten unter 60 dB(A) wird von Belästigungen und erheblichen Belästigungen gesprochen. Hier leiden das psychische und soziale Wohlbefinden sowie die Schlafqualität.

#### **Ab 45 dB(A): Änderungen der Schlafstadien**

Bei Pegeln über 45 dB(A) lassen sich Änderungen der Schlafstadien feststellen.

#### **Ab 25 (A): Erholbarkeit des Schlafes verringert**

Der Schlaf wird häufig bereits bei Dauerschallpegeln ab 25 dB(A) als gestört empfunden.

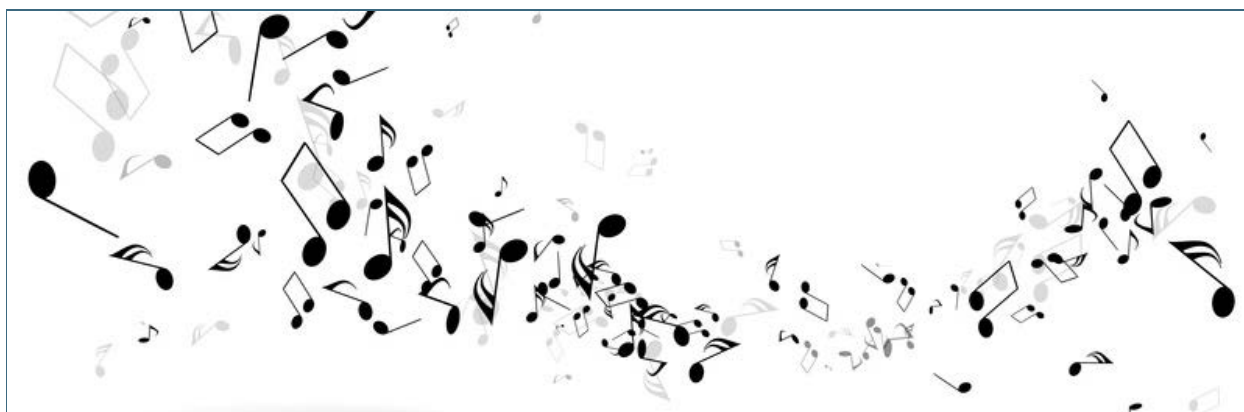


Abb. 7: Laute Dauergeräusche verschlechtern das Gehör oft schleichend. Beispiele sind Arbeitslärm und Heimwerkergeräte, aber zunehmend auch Musik in Diskotheken oder MP3-Playern.

## 5 Lärm – mehr als Schall

Schall wird erst zu Lärm, wenn er bewusst oder unbewusst stört. Zwei ähnliche Geräusche können – selbst bei gleichem Schallpegel – sehr unterschiedlich empfunden werden: Ein Wasserfall in einer idyllischen Bergwelt wird allgemein mit Erholung gleichgesetzt, während eine befahrene Autobahn mit dem gleichen Schallpegel eine Belastung darstellt.

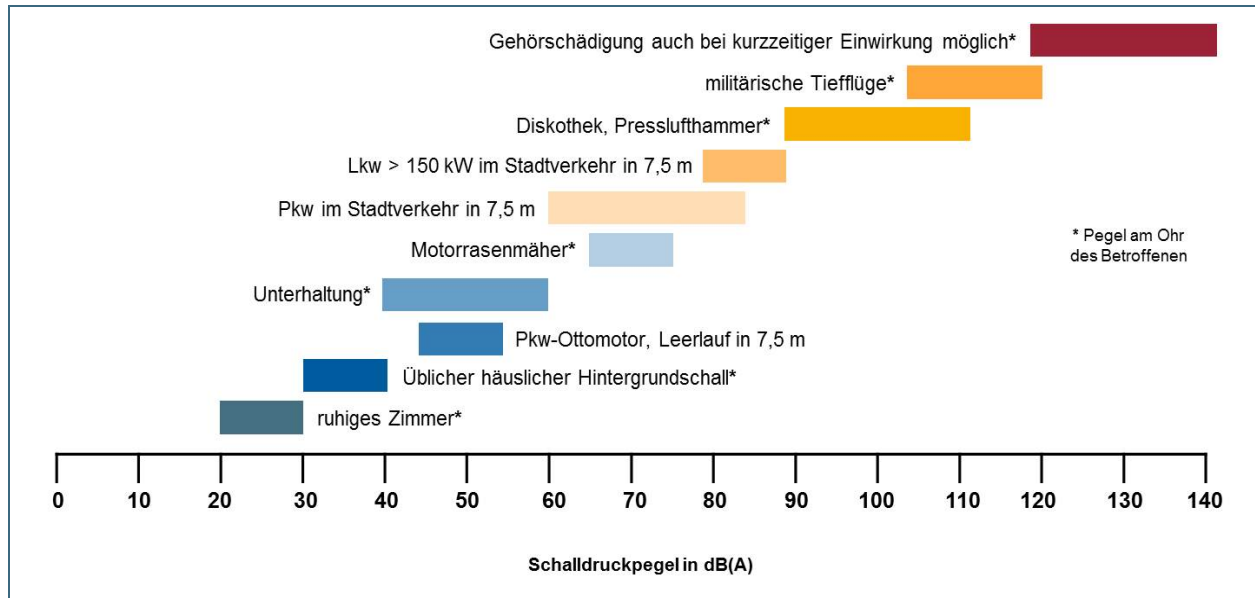


Abb. 8: Schalldruckpegel verschiedener Geräusche.

Bei der Belästigung durch Umweltlärm (30 bis 80 dB(A)) beeinflussen mehrere Faktoren die Wirkung:

**Akustische Merkmale:** Lautstärke und Dauer bestimmen, wie belästigend ein Geräusch wahrgenommen wird. Dabei werden gleichbleibende Geräusche anders eingeschätzt als schwankende und impulsartige. Auch die Frequenzzusammensetzung spielt eine Rolle, ob also hervortretende Töne enthalten sind, oder nicht. Nicht zuletzt beeinflussen die Häufigkeit und die Differenz zwischen Stör- und Hintergrundgeräusch die Wirkung.

**Art des Geräuschs:** Naturgeräusche wie Vogelgezwitscher, Wind, Blätterrauschen, ein Wasserfall oder ein Gewitter wirken anders als Musik und Sprache, die sich wiederum unterscheiden, je nachdem ob sie natürlich sind oder elektronisch wiedergegeben werden. Geräusche am Arbeitsplatz werden anders wahrgenommen als Verkehrslärm, wobei sich sogar Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Luftverkehr unterscheiden. Auch Geräusche von Anlagen unterscheiden sich in ihrer Wirkung, je nachdem, ob sie zum Beispiel aus Gewerbebetrieben, Gaststätten, Sport, Freizeit, Schießplätzen oder Baustellen stammen.

**Zeit:** Hier sind allgemeine Unterschiede zu berücksichtigen, also ob ein Geräusch tagsüber, nachts, während der Ruhezeiten morgens, abends, oder sonn- und feiertags auftritt. Aber auch individuelle Unterschiede kommen zum Tragen, also ob man gerade wach ist oder schläft, ob man arbeitet oder daheim ist und sich erholen will, wie konzentriert man gerade ist.

**Ort:** In Wohngebieten gibt es örtlich weniger Lärm als in Misch- und Gewerbegebieten.

**Individuelle Geräuschempfindlichkeit:** Hier spielt zum Beispiel eine Rolle, ob man zur Zeit eher ausgeglichener oder reizbarer ist, und ob man eher optimistisch oder pessimistisch eingestellt ist. Auch je nach Situation kann die Empfindlichkeit unterschiedlich sein, je nachdem ob das Geräusch gewohnt oder ungewohnt ist und ob man sich erholt und ruhig oder aber angespannt, nervös und erschöpft fühlt.

**Informationsgehalt und Bedeutung:** Das Wimmern des Babys wird von der Mutter anders wahrgenommen als von einem Fremden. Musik kann als Wohlklang oder als Ruhestörung empfunden werden.

**Einstellung zur Geräuschquelle:** Hier spielen Zuneigung zum und Abneigung gegen den Geräuschverursacher eine Rolle und ob man die geräuschvolle Tätigkeit als sinnvoll oder unsinnig und vermeidbar einschätzt. Auch Geräusche von allgemein anerkanntem Verhalten werden eher toleriert als bei ungewöhnlichem oder gar abgelehntem Verhalten.

## 6 Fazit

Die Wirkung von Umweltlärm ist bei verschiedenen Menschen sehr unterschiedlich. Mit wachsenden Pegeln nehmen allerdings die negativen Wirkungen unerwünschter Geräusche zu und gleichzeitig steigt der Prozentsatz der Personen an, die sich gestört fühlen und objektiv belastet sind. Eine scharfe Grenze, ab der alle Menschen gleich beeinträchtigt wären, gibt es nicht. Bei der Beurteilung muss man daher von einem „durchschnittlichen“ Menschen, sowie von normierten Mess- und Rechenverfahren ausgehen.

## 7 Literatur und Links

BABISCH W. ET AL. (1996): [Gehörgefährdung durch laute Musik und Freizeitlärm](#). In: WaBoLu-Hefte 96/05, S. 44–154

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1991): Der Lärm. Umweltschutz in Bayern. München

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2013\*): ► [Lärm – unausweichlich störend](#).

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT:

(1995): Kommunale Konzepte zur Minderung des Straßenverkehrslärms. Bonn

(1996): Laut ist out! Lärmschutz in Deutschland. Bonn

(1998): Gesundheitsrisiken durch Lärm. Tagungsband zum Symposium. Bonn

(2013\*): ► [Lärmschutz](#)

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, UMWELTBUNDESAMT (2013): [Umweltbewusstsein in Deutschland 2012](#). Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. PDF, 84 S.

BUNDESZENTRALE FÜR GESUNDHEITLICHE AUFKLÄRUNG: [Lärm und Gesundheit](#). Unterrichtsmaterialien für 5. bis 10. Klassen. PDF, 230 S. mit DVD und CD

CONRAD J.-F. (2004): Lexikon Beschallung. Taschenbuch, PPV Presse Project Verlags GmbH.

DEUTSCHER ARBEITSRING FÜR LÄRMBEKÄMPFUNG E.V. (2013\*): ► [Zeitschrift für Lärmbekämpfung](#), Springer VDI Verlag, Düsseldorf.

DEUTSCHER ARBEITSRING FÜR LÄRMBEKÄMPFUNG E.V., BUNDESVEREINIGUNG GEGEN FLUGLÄRM E.V., BUNDESVEREINIGUNG GEGEN SCHIENENLÄRM e.V.: Lärm-Report. Düsseldorf

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (2002): DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung. Beuth Verlag, Berlin

FASOLD W., KRAAK W., SCHIRMER W. (1984): Taschenbuch Akustik. Teil 1 und Teil 2. Verlag Technik, Berlin

FELDTKELLER R., ZWICKER E. (1967): Das Ohr als Nachrichtenempfänger. Hirzel Verlag, Stuttgart

FISCHER H.M., RICHTER E. (HRSG. 2002): Lehrbuch der Bauphysik. Schall, Wärme, Feuchte, Licht, Brand, Klima. Vieweg + Teubner Verlag

FLEISCHER G. et al. (2000): Gut Hören – Heute und Morgen. Median-Verlag, Heidelberg.



- FRICKE J., MOSER L.M., SCHEURER H., SCHUBERT G. (1983): Schall und Schallschutz – Grundlagen und Anwendungen. Physik Verlag, Weinheim
- GRIEFAHN B. (1996): Gesundheitsstörungen durch Lärm. In: Macht uns die Umwelt krank? Seminarband der Zentralen Informationsstelle Umweltberatung Bayern, GSF-Bericht 7/96, Neuherberg.
- GÜNTHER B.C., HANSEN K.H., VEIT I. (2000): Technische Akustik – Ausgewählte Kapitel – Grundlagen, aktuelle Probleme und Messtechnik. Kontakt & Studium, Band 18, Expert Verlag
- HELLBRÜCK J. (1993): Hören – Physiologie, Psychologie und Pathologie. Hogrefe, Verlag für Psychologie, Göttingen
- HECKL M., MÜLLER H.A. (1994): Taschenbuch der Technischen Akustik. 2. Auflage, Springer Verlag
- LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (2013\*): ► [Geräusche/Lärm](#)
- LÄRMKONTOR HAMBURG:  
 (2000\*): [Informationssystem Lärm, \(InfoSy Lärm\)](#). PDF, 18 S.  
 (2011\*): [Grenzwerte, Orientierungswerte, Richtwerte im Lärmschutz](#). PDF, 1 S.
- LIERSCH K.W., LANGNER N. (2010): Bauphysik kompakt. Wärme – Feuchte – Schall. Verlag Bauwerk, 360 S.
- MAUE J.H. (2009): 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel – Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms. Erich Schmidt Verlag, 196 S.
- NORMUNGSAUSSCHUSS AKUSTIK, LÄRMMINDERUNG UND SCHWINGUNGSTECHNIK IM DIN UND VDI (2013\*): [VDI-Handbuch Lärminderung](#). Beuth Verlag, Berlin.
- PIERCE J.R. (1999): Klang – Musik mit den Ohren der Physik. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg.
- RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1999\*): ► [Umwelt und Gesundheit. Risiken richtig einschätzen. Sondergutachten](#). PDF, 251 S. Kapitel 3.5: Gesundheitsbeeinträchtigungen durch umweltbedingten Lärm, S. 249-343
- SCHMIDT H. (1996): Schalltechnisches Taschenbuch. VDI-Verlag Berlin, 737 S.
- SCHIRMER W. (2006): Technischer Lärmschutz. Springer-Verlag Berlin, 453 S.
- UMWELTBUNDESAMT:  
 (1989): Lärmbekämpfung '88 – Tendenzen, Probleme, Lösungen. Erich Schmidt Verlag Berlin, 489 S.  
 (1991): Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland. UBA-Berichte 09/91, Erich Schmidt Verlag Berlin  
 (1992): Minderung von Lärm- und Schadstoffemissionen an Wohn- und Verkehrsstraßen. Berlin  
 (1994): Handbuch Lärminderungspläne. UBA-Berichte 7/94, Erich Schmidt Verlag Berlin  
 (1994): Verminderung der Luft- und Lärmbelastungen im Güterfernverkehr 2010. UBA-Berichte 05/94, Erich Schmidt Verlag Berlin  
 (1995): Lärmindex '95. Informationsführer Lärminderung. Adressen, Vorschriften, Literatur. UBA-Texte 56/95, Berlin  
 (1997): Was Sie schon immer über Lärmschutz wissen wollten, Berlin  
 (2013\*): ► [Verkehr / Lärm](#)
- UNABHÄNGIGES INSTITUT FÜR UMWELTFRAGEN (2005): Knall und Schall. Physikalische und biologische Phänomene im Ohr beim Hören. Ein Schulbuch nicht nur für Schüler. Berlin. 40 S.
- VEIT I. (1996): Technische Akustik – kurz und bündig. Vogel-Verlag, Würzburg
- WICHMANN H.-E. ET AL. (1994): Handbuch der Umweltmedizin, VII-1 Lärm. 3. Ergänzungslieferung 1/94: 3-15 und 7. Ergänzungslieferung 11/95: 11f, ecomed-Verlag, Landsberg

\* Zitate von online-Angeboten vom 23.10.2013

## 8 Weiterführende Informationen

UmweltWissen-Publikationen:

- ▶ [Labore und Sachverständige im Umweltbereich](#)
- ▶ [Lärm – Straße und Schiene](#)
- ▶ [Lärm – Wohnen, Arbeit, Freizeit](#)
- ▶ [Windkraftanlagen – Beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?](#)
- ▶ [Windenergie in Bayern](#)

Ansprechpartner: ▶ [http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/0\\_ansprechpartner.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/0_ansprechpartner.pdf)

Weitere Publikationen zum Umweltschutz im Alltag: ▶ [www.lfu.bayern.de/umweltwissen](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen)

---

### Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:

Ref. 12 / Dr. Katharina Stroh (Autor), Claudia Wagner  
Ref. 28 / Dr. Michael Gerke (Autor)

Bildnachweis:

© Brian Jackson - Fotolia.com: Titelbild S. 1 / © chones - Fotolia.com: Abb. 4  
/ © creaseo - Fotolia.com: Abb. 2 / © floral\_set - Fotolia.com: Abb. 7 / LfU:  
Abb. 1, 3, 5, 6, 8

Stand:

Neufassung: Dezember 2003  
Überarbeitung: November 2013

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.