

Wie hört der Mensch

Das menschliche Gehör ist ein hoch komplexes Sinnesorgan. Abhängig von der Umgebung und der Frequenz des störenden Geräuschs wird dieses unterschiedlich laut wahrgenommen. Das Ticken eines Wecker wird von vielen Menschen am Tag kaum wahrgenommen, nachts bringt es jedoch einige Personen um den Schlaf. Sprache als wichtigstes Kommunikationsmittel des Menschen liegt im Bereich zwischen 200 Hz und 5000 Hz. In eben diesem Bereich kann der Mensch am besten hören und selbst leiseste Geräusche, leider auch Lärmquellen, wahrnehmen.

Die Darstellung des Schalldrucks benötigt wegen des großen Dynamikbereichs eine logarithmische Skala. Der Referenzwert des Schalldruckpegel (0dB) ist bei dem für einen Menschen gerade noch wahrnehmbar lauten 1kHz Ton festgelegt.

Um die Lautstärke von Schallquellen unterschiedlicher Frequenzen vergleichen zu können wurde die Lautstärkeeinheit „Phon“ eingeführt. Zwei Geräusche mit der gleichen Lautstärke in Phon werden vom Menschen als gleich laut wahrgenommen, obwohl die Schalldruckpegel deutlich unterschiedlich sein können. Ein tiefes Geräusch bei 50 Hz und einem Schalldruckpegel von 60 dB wird vom Menschen als genauso laut wahrgenommen wie ein Geräusch mit 1000 Hz und lediglich 20 dB.

Was bedeutet dB(A)?

Die Lautstärkeeinheit dB(A) ist der mit der A-Kennlinie gewichtete Schalldruckpegel in dB. Mit dieser Messgröße wurde versucht auf einfache Weise das Gehör eines Menschen als Messsystem nachzubilden. Hierzu nimmt ein Mikrofon den Schall auf und ein nachgeschaltetes Filter gewichtet frequenzabhängig das Signal, so dass sehr hohe und sehr niedrige Frequenzen gedämpft werden. Prinzipiell besitzt das Filter eine inverse Phon-Kennlinie, um das frequenzselektive Gehör des Menschen technisch nachzubilden. Die Messwerte in dB(A) einer Störquelle sollten somit unabhängiger von der Frequenz der jeweiligen Störquelle sein. Sprache hat eine Lautstärke von 60 dB(A), Verkehrslärm 80 dB(A) und eine Diskothek bis zu 120 dB(A).

Die Lautstärke einer Störquelle, z.B. eines Autos, wird in einem Abstand zu dieser gemessen. Der Schalldruckpegel fällt jeweils um 6 dB bei Verdopplung des Abstandes. Wird zum Beispiel ein Schalldruckpegel von 80 dB(A) bei einem Fahrzeug in 7,5 m Abstand gemessen, so beträgt die Lautstärke des Fahrzeuges in 15 m 74 dB(A), in 30 m 68 dB(A) und in 60 m 62db (A).

Verkehrslärm

Der Verkehrslärm eines Fahrzeugs wird maßgeblich von zwei Geräuschquellen erzeugt [1]. Dies ist zum einen der Verbrennungsmotor mit der angeschlossenen Auspuffanlage und zum anderen das Abrollgeräusch der Reifen auf dem Straßenbelag. In verkehrsberuhigten Gebieten mit normalem Straßenbelag dominiert bis ca. 30 km/h der Motors die Geräuschemission, bei höheren Geschwindigkeiten bestimmt die Drehzahl des Motors und das Reifengeräusch die Lautstärke des Fahrzeugs. Ein schlechter Straßenbelag, wie z.B. Kopfsteinpflaster, kann die Lärmemission um bis zu 6 dB(A) erhöhen. Modifizierte Auspuffanlagen an Sportwagen oder getunte Fahrzeuge können jedoch deutlich höhere Geräuschemissionen bei niedrigen Geschwindigkeiten erzeugen.

Serienfahrzeuge werden vor der Zulassung entsprechend ihrer Fahrzeugkategorie bei der beschleunigten Vorbeifahrt (zweiter/dritter Gang, 3/4 Nenndrehzahl, maximal 50km/h) in einem Abstand von 7,5 m gemessen. Seit 1996 müssen Fahrzeuge einen Grenzwert von 74 dB(A), Sportwagen mit starker Motorisierung 75 dB(A), einhalten. Die EU bemüht sich die Schallemissionen durch Fahrzeuge zu reduzieren und gibt ab 2016 einen Grenzwert von 72 dB(A) vor und plant eine Absenkung auf 68 dB(A) im Jahre 2027. Jedoch gelten diese Grenzwerte nur für Neuwagen und nicht für bereits zugelassene Fahrzeuge, womit im allgemeinen eine Lautstärke von bis zu 74 dB(A) für den aktuellen Fahrzeugbestand angenommen werden kann. Motorräder dürfen im zweiten und dritten Gang bei 50 km/h eine Lautstärke von 80 dB(A) in 7,5 m Abstand besitzen. Seit 2001 existieren in der EU Grenzwerte für die Rollgeräusche von Reifen. Diese wurden 2009 verschärft und sind abhängig von der Reifenbreite. Reifen dürfen zwischen 70 dB(A) (185er Breite)

und 75 dB(A) (275er Breite) haben.

Die Geräuschemissionen eines Fahrzeuges hängen von den physikalischen Gegebenheiten (Reifen, Motor, Straßenbelag) und der individuellen Fahrweise ab. Ein rücksichtsvoller Fahrer, der vorausschauend fährt und niedrige Drehzahlen anstrebt, kann viel für die Anwohner und deren Schlaf tun. Ein uneinsichtiger Raser mit Sportauspuff und Liebe zu Drehzahlorgien kann das Gegenteil bewirken.

Fahrbahnbeläge und Geschwindigkeitsbegrenzungen

Lärm mindernde Fahrbahnbeläge (sog. Flüsterasphalte) können durch einen offenporigen Aufbau das Reifengeräusch absorbieren und um bis zu 8 dB(A) dämpfen. Mangelhafte Fahrbahndecken, Schlaglöcher, Kanaldeckel und Höhenunterschiede können die Geräuschemission deutlich erhöhen. Die Reduzierung der erlaubten Höchstgeschwindigkeit ist ein zuverlässiges Mittel zur Reduzierung des Verkehrslärms. Eine Absenkung der Höchstgeschwindigkeit von 50km/h auf 30km/h vermindert den Lärmpegel um bis zu 3 dB(A). Jedoch ist eine solche Maßnahme nur in Verbindung mit entsprechenden Verkehrsüberwachungsmaßnahmen sinnvoll.

Lärmschutzwände, Wälle und Gebäude

Lärmschutzwände sind eine der wirksamsten Mittel zur Reduktion der Lärmbelastung von Anwohnern. Eine entsprechend gut dimensionierte Wand kann die Schalldruckpegel um bis zu 15 dB(A) und die Vorbeifahrtpegel um bis zu 20 dB(A) mindern [2]. Alternativ können Erdwälle bei ausreichender Länge, Höhe (>4m) und Bepflanzung eingesetzt werden.

Eine Lärmreduzierung (ca. 5-10 dB(A)) durch Gebäude und Wände erfolgt erst sobald die Sichtlinie zwischen Straße und Gebäude unterbrochen wird und das Hindernis ausreichend lang ist. Hierbei sind die Höhe des Hindernisses und dessen Nähe zur Fahrbahn/Geräuschquelle entscheidend. Die lärm mindernde Wirkung kann durch Inversionswetterlagen oder Wind signifikant verschlechtert werden.

Schallschutzmaßnahmen am Haus

Die Durchführung von Schallschutzmaßnahmen am Haus (Austausch von Fenstern, Türen, etc.) kann die Lärmbelastung in Wohnungen und Häusern reduzieren [3]. Hierbei muss aber bedacht werden, dass neben den Fenstern auch andere Öffnungen, wie z.B. die Rollladengurtdurchführungen, mit gedämmt werden müssen. Eine Verbesserung der akustischen Dämmung wird zu einer Verschlechterung des allgemeinen Luftaustauschs führen, wodurch Schimmel und Feuchtigkeit auftreten können. Der Einbau einer Lüftungsanlage kann daher zweckmäßig sein.

Ein geschlossenes Fenster wird je nach Ausführung und Qualität des Einbaus Schall unterschiedlich gut dämpfen. Neue Fenster weisen im geschlossenen Zustand bei korrektem Einbau eine Schalldämmung von mehr als 25 dB(A) auf. Schwere Schallschutzfenster können eine Dämmung von 50dB(A) erreichen [3]. Im gekippten Zustand verschlechtern sich die Dämpfungswerte aller Fenster erheblich, so dass abhängig von der Öffnungsweite die Dämmung auf 5 bis 10 dB(A) abfällt.

Rollläden können bei richtigem Einbau zu einer Verbesserung des Schallschutzes von bis zu 15dB(A) beitragen. Hierfür muss der Rollladen in mindestens 10 cm Abstand zum Fenster verlaufen. Liegt der Rollladen zu nah am Fenster (unter 3 cm) können durch Resonanzeffekte sogar Verschlechterungen von bis zu 3 dB(A) entstehen. Rollladenkästen verschlechtern die Fensterschalldämmung um bis zu 10 dB, falls keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden.

Gesetzliche Grenzwerte

Die gesetzlichen Grenzwerte sind im Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG) bzw. im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) festgelegt. Die unten stehende Tabelle fasst die wichtigsten Grenzwerte zusammen.

Gebietscharakter	Immissionsrichtwert in dB(A)			
	Zeit	Tag	Feiertag & Ruhezeit	Nacht
Industriegebiete		70	70	70
Gewerbegebiete		65	60	50
Kerngebiete und Mischgebiete		60	55	45
Allgemeine Wohngebiete		55	50	40
Reine Wohngebiete		50	45	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten		45	45	35
Seltene Ereignisse (10/Jahr, nicht WE)WE)		70	65	55

Der Beurteilungspegel für die Immissionsrichtwerte wird jeweils vor dem Fenster gemessen. Geräuschspitzen dürfen die Grenzwerte am Tag um 30 dB(A) und Nachts um 20 dB(A) überschreiten.

Wirkung auf den Menschen

Schall und Lärm wirken sich zunächst unmittelbar auf das Hörorgan des Menschen aus. Bei hohen Schalldrücken (>115 dB(A)) oder langanhaltendem Dauerschall (>70 dB(A)) kann es zu zeitweiligen Hörschwellenverschiebungen und Hörverlusten kommen (sog. aurale Wirkung).

Bei dauerhafter Lärmbelastung durch z.B. Straßenverkehr sind keine Hörschäden zu erwarten, jedoch wird die Dauerbelastung zu einer physikalisch bestimmten Gegenreaktion des lärmbelasteten Organismus führen (sog. extraaurale Wirkung). Der Lärm wird eine physiologische Akutreaktion im Sinne der Stresstheorie

auslösen, welche sehr unterschiedlich von den betroffenen Personen verkraftet wird. Es kann zu Veränderungen im Bereich des Blutdrucks, der Cortisol- und Katecholaminausschüttung kommen.

Lärm ist ein Stressfaktor, der Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Komplexes begünstigt.

Ein ungestörter Schlaf und eine ruhige Wohnumgebung sind wichtig für die Erholung. Räume mit einem mittleren Lärmpegel von 35 dB(A) am Tag und 25 dB(A) in der Nacht werden im Allgemeinen in der Literatur (z.B. Bönnighausen et.al. 2004) als gesunde Wohnumgebung angesehen.

Referenzen

[1] <http://www.umweltbundesamt.de>

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrs-laerm/strassenverkehrs-laerm>

[2] <http://www.lfu.bayern.de>

http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_36_laerm_strasse_schiene.pdf

[3] <https://www.umweltbundesamt.de>

<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/420/dokumente/fenster.pdf>