

STRAßENVERKEHRSLÄRM

Eine Hilfestellung für Betroffene



ALD-Schriftenreihe
Band 1 / 2010

IMPRESSUM

Dr. Peter Fürst, Rainer Kühne
Straßenverkehrslärm – Eine Hilfestellung für Betroffene
ALD-Schriftenreihe, Band 1
1. Auflage, Berlin, 2010

Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)
Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)
Voltastraße 5, Gebäude 10-6, 13355 Berlin
Tel: 030 / 46 77 6000, e.baumer@ald-laerm.de, www.ald-laerm.de

Redaktion: Evelin Baumer, Dr. Thomas Beckenbauer, Michael Jäcker-Cüppers, Bernd Lehming,
Prof. Dr. Joachim Scheuren

Externe Berater: Ute Holzmann-Sach (Büro für Umweltkommunikation), Katrin Kusche (Grüne Liga e.V.),
Urs Reichart (Umweltbundesamt)

Grafische Gestaltung: Katja Schlecht und David Sernau, dakato ... design., Berlin

Gefördert von: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,
Umweltbundesamt

Redaktionsschluss: Mai 2010

Titelbilder: Schallschutzwand in der Germeringer Straße in Planegg; Dieter Müller (Müller-BBM
GmbH), Straßenverkehr auf den Straßen Alt-Friedrichsfelde/Frankfurter Allee in Berlin;
Gunnar Milbrand (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz),
Straßenschild an der Thalkirchner Straße/Waltherstraße in München-Ludwigsvor-
stadt; Rainer Kühne

Die Broschüre steht im Internet unter www.ald-laerm.de/downloads zum kostenfreien Download zur Verfügung.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Arbeitsrings Lärm der Deutschen Gesellschaft für Akus-
tik (ALD).

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte
bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Berlin, 2010

ISBN: 978-3-939296-00-3

Hinweise zum Gebrauch:

DTV (unterstrichene Begriffe) → siehe Glossar, *Literatur [nn]* (kursiv gedruckte Begriffe) → siehe Literaturverzeich-
nis, **Wort** (fettgedruckte Begriffe) → ausschließliche Hervorhebung im Text ohne weiteren Verweis. Die farblich
herausgehobenen Boxen fassen wichtige Informationen zusammen oder enthalten Zusatzinformationen.

Wir verwenden im Folgenden wegen der besseren Lesbarkeit die männliche Personenbezeichnung gleichermaßen für
Personen weiblichen und männlichen Geschlechts. Hiermit ist keine Wertung verbunden.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Vorwort	3
2.	Straßenverkehrslärm	4
2.1	Wann spricht man von Lärm?	4
2.2	Auswirkungen des Straßenverkehrslärms	5
2.3	Zielpegel	6
3.	Ermittlung von Verkehrslärmbelastungen	7
3.1	Grundbegriffe der Akustik	7
3.2	Messen oder rechnen?	9
3.3	Schallpegelmessungen	10
3.4	Berechnung des Beurteilungspegels nach RLS-90	11
4.	Rechtliche Grundlagen des Verkehrslärmschutzes	12
4.1	Allgemeines – Überblick	12
4.2	Städtebauliche Planung und Planung des Verkehrswegenetzes	14
4.3	Lärmschutz an Straßen	15
4.3.1	Neubau und wesentliche Änderung einer Straße – Lärmvorsorge	15
4.3.2	Lärmsanierung an bestehenden Straßen	21
4.3.3	Parkplätze	23
4.4	Lärmschutz durch straßenverkehrsrechtliche Regelungen	23
4.5	Lärmaktionsplanung nach EG-Umgebungslärmrichtlinie	25
4.6	Rechtsvorschriften für die Geräuschemission von Fahrzeugen	27
5.	Maßnahmen zum Schutz vor Verkehrslärm	28
5.1	Verkehrsvermeidung – Verkehrslenkung – Verkehrsmanagement	28
5.2	Geschwindigkeitsbeschränkung – Verkehrsberuhigung	30
5.3	Niedertourige Fahrweise	34
5.4	Umgehungsstraße	34
5.5	Fahrzeugbezogener Lärm	34
5.5.1	Antriebsgeräusch von Pkw – Lkw – Bus	35
5.5.2	Motorradlärm	36
5.6	Reifen-Fahrbahn-Geräusch: Reifen	38
5.7	Reifen-Fahrbahn-Geräusch: Fahrbahn	39
5.7.1	Unterschiede verschiedener Deckschichten aus akustischer Sicht	39
5.7.2	Inhomogenitäten der Fahrbahn	46
5.8	Bauliche Maßnahmen am Verkehrsweg (aktiver Schallschutz)	47
5.8.1	Allgemeine Hinweise	47
5.8.2	Beschreibung von speziellen Lärmschutzanlagen	53
5.9	Schallschutz durch Gebäudeplanung	57
5.10	Baulicher Schallschutz gegen Verkehrslärm (passiver Schallschutz)	58
5.10.1	Allgemeine Hinweise	58
5.10.2	Wohnklima und Schallschutz	58
5.10.3	Schalldämmung der Außenfassade – Berechnung	59
6.	Praktische Hinweise	60
7.	Ansprechpartner	65
8.	Literatur	67
9.	Glossar	71

1. VORWORT

Der Straßenverkehr ist seit langem die dominierende Lärmquelle in Deutschland. Umfragen zum Umweltbewusstsein in Deutschland zeigen, dass etwa 60 Prozent der Bevölkerung sich von ihm gestört fühlen, 12 Prozent sogar stark oder äußerst stark gestört. 16 Prozent der Deutschen sind nach Berechnungen des Umweltbundesamts Belastungen ausgesetzt, die gesundheitliche Gefährdungen wie die Erhöhung des Herzinfarkttrisikos mit sich bringen.

Es besteht also dringender Handlungsbedarf für einen Abbau der Belastungen. Dies kann nur mit einer Gesamtstrategie gelingen, zu der alle beteiligten Akteure ihren Beitrag zu leisten haben: Politik und Verwaltung in der Europäischen Union (EU), im Bund, in den Ländern und den Kommunen, ebenso die Wirtschaft mit der Kfz- und der Reifenindustrie sowie den Herstellern von Straßenbelägen. Hinzu kommen die Verkehrsteilnehmer – Verkehrsbetriebe, Speditionen sowie die Bürger als Teilnehmer am motorisierten Individualverkehr und als verkehrserzeugende Konsumenten.

Die Gesamtstrategie darf sich nicht nur auf technische Maßnahmen beschränken. Vielmehr muss sie auch Schritte umfassen, die Verkehr vermeiden und den motorisierten Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Alternativen verlagern. Sie hat sich in ein Konzept zur nachhaltigen Mobilität einzufügen. Wegen ihrer größeren Wirksamkeit und ihrer besseren städtebaulichen Verträglichkeit haben Maßnahmen an der Quelle – d.h. die Minderung der Emissionen von Fahrzeugen und Fahrwegen – Vorrang.

Der Leitfaden richtet sich vor allem an die Bürger:

- Als Betroffene bekommen sie Informationen über Ursachen, Wirkungen, Rechtsschutz und Minderungsmöglichkeiten beim Straßenverkehrslärm.
- Als Verursacher erhalten sie Hinweise, wie sie selbst

dazu beitragen können, den Straßenverkehrslärm zu verringern.

Leser werden feststellen, dass das geltende Recht nur unzulänglich vor Straßenverkehrslärm schützt. So fehlen ausreichende Rechtsansprüche der Betroffenen sowie eine Selbstverpflichtung des Staates zum Abbau der Gesundheit gefährdender Lärmbelastungen mit verbindlichen Lärmsanierungsgrenzwerten. Auch wurden die europäischen Geräuschgrenzwerte für Pkw, Lkw und Busse – anders als die Grenzwerte für die Luftschadstoffe – seit 1995 nicht mehr gesenkt. Darüber hinaus waren die vorherigen Grenzwertabsenkungen bei fließendem Verkehr nahezu wirkungslos. Um diese Defizite zu beseitigen, müssen alle Akteure – vor allem die Betroffenen – auf lokaler, nationaler und europäischer Ebene gemeinsam handeln. Gerade beim Straßenverkehrslärm ist die Zersplitterung in lokale Initiativen von Betroffenen besonders groß. Auch die für den Straßenverkehrslärm relevanten Wirtschaftsbereiche, wie etwa Kfz- und Reifenhersteller sowie die Straßenbauindustrie fühlen sich nicht einer gemeinsamen Minderungsstrategie verpflichtet. Deshalb sind die verschiedenen Aktivitäten bundesweit zu bündeln, um den Schutz vor Straßenverkehrslärm deutlich zu verbessern. Dabei ist auch auf die europäische Lärmschutzpolitik einzuwirken.

Die vorliegende Hilfestellung zum Umgang mit Straßenverkehrslärm ist die erste Publikation des Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD), der im Mai 2009 gegründet wurde. Der ALD greift damit die Lärmfibel „Straßenverkehrslärm“ des früheren Deutschen Arbeitsring für Lärmbekämpfung (DAL) von 1992 auf und bringt sie in grundlegend überarbeiteter, erweiterter und aktualisierter Form neu heraus. Der ALD freut sich über Kritik und Anregungen zur Fortschreibung dieser Broschüre.

Michael Jäcker-Cüppers, Vorsitzender des ALD
Berlin, im Mai 2010

2. STRASSENVERKEHRSLÄRM

Es gibt nur wenige Gegenden in der industrialisierten Welt, in denen sich keine Verkehrsgeräusche wahrnehmen lassen. In Deutschland sind fast alle Bewohner irgendwie betroffen. Zugleich ist jeder Zweite durch sein eigenes Fahrzeug Verursacher von Straßenverkehrslärm. Diese Broschüre befasst sich mit den Ursachen und den Abhilfemaßnahmen von Lärm durch den Verkehr auf öffentlichen Straßen.

Fahrzeuggeräusche aus Betriebsgrundstücken und gewerblichen Anlagen, privaten Parkplätzen, P+R-Parkplätzen, Tank- und Rastanlagen, Verladetätigkeiten auf öffentlichen Verkehrsflächen im Zusammenhang mit einer gewerblichen Anlage, An- und Abfahrten mit Kfz vor dem Besuch oder nach dem Verlassen einer Gaststätte sowie die Verkehrsgeräusche von privaten Verkehrswegen werden nach speziellen rechtlichen Regelungen und Vorschriften beurteilt (vor allem *TA Lärm* [1]). Ebenso unterliegen z.B. Müllsammelfahrzeuge oder Kehrmaschinen einer eigenen Verordnung (32. *BImSchV* – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung [2]).

URSACHEN

Durch die Zunahme des Fahrzeugbestands und der Fahrleistungen ist die Verkehrsbelastung auf den Straßen in den vergangenen Jahrzehnten stetig gewachsen, insbesondere auf den Autobahnen. Mit den modernen Fahrzeugen ist der Verkehr auf Außerortsstraßen schneller geworden, es werden dadurch auch weitere Wege in Kauf genommen, die Reiseentfernungen haben zugenommen. Auch mit dem Bau neuer Straßen werden vielfach bislang ruhige Gebiete mit Straßenverkehrslärm überzogen. Hinzu kommt der Bau neuer Wohn- und Gewerbegebiete, die neuen Verkehr hervorrufen. Häufig müssen sie – auch im Sinne der Vermeidung von Zersiedelungen – in dicht besiedelten, mit Lärm bereits vorbelasteten Gebieten realisiert werden, mit der Folge, dass die Zahl

der Lärmbetroffenen weiter zunimmt. Der gegenläufige Trend, aus lärmbelasteten innerstädtischen Gebieten in das ruhigere Umland zu übersiedeln, verursacht zusätzlichen Lärm erzeugenden Pendlerverkehr mit dem Auto.

FOLGEN

Hochbelastete Straßen führen zu hohen Lärmpegeln. Zwar reduzieren Verkehrsmengen mit hohem Lkw-Anteil die mittleren Geschwindigkeiten, dafür gibt es aber keine Lärmpausen. Das Geräusch ist konstant laut. Die Straßendecken werden durch die hohen Tonnagen der Lkw stärker beansprucht und verlieren früher ihre ursprünglichen – auch schalltechnischen – Eigenschaften, durch den Verschleiß werden sie lauter. Die Haushaltsmittel erlauben meist erst dann Reparaturen, wenn die sicherheitstechnischen Aspekte – wie die Griffbarkeit – nicht mehr gewährleistet sind. Aus Lärmgründen wird bislang kaum eine schadhafte Decke erneuert, die Straßen bleiben lange Zeit laut.

Die Belastung der Menschen durch Straßenverkehrslärm hat in ganz Europa zugenommen. Sie wird auch weiterhin wachsen, wenn nicht durch planerische, verkehrsrechtliche und insbesondere durch Maßnahmen an der Quelle entgegengewirkt wird.

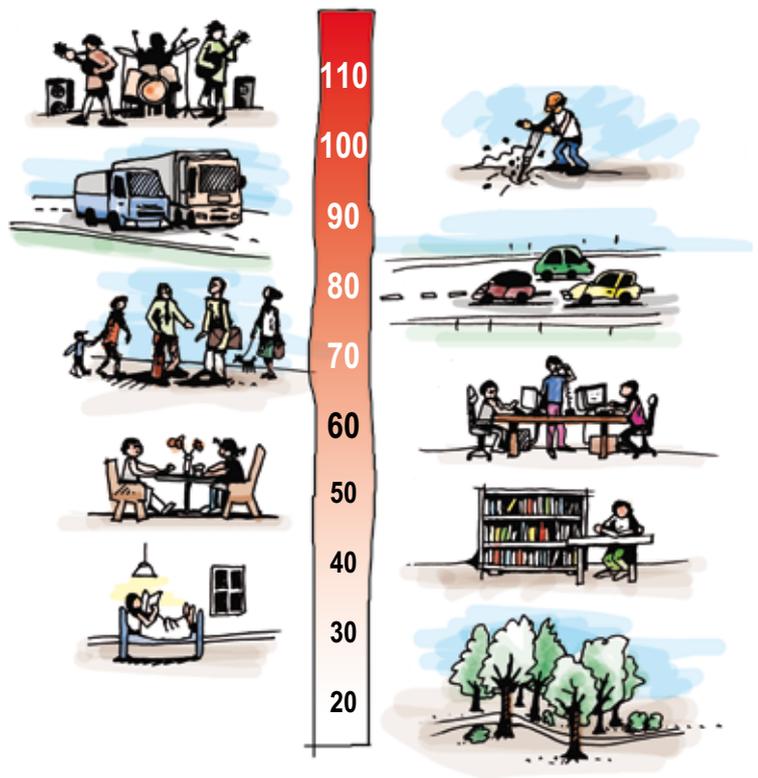
2.1 WANN SPRICHT MAN VON LÄRM?

„Lärm ist jede Art von Schall, der stört, belästigt oder die Gesundheit beeinträchtigen kann.“ Dieser Leitsatz einer Definition der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation, WHO) aus dem Jahr 1972 enthält alle Bestandteile, um den Begriff Lärm zu beschreiben. Lärm ist ein bewertender Begriff, den man deshalb nicht messen kann. Gleichwohl gibt es Anhaltswerte, bei denen Menschen ähnlich reagieren, selbst wenn sie den Lärm nicht wahrnehmen oder bewusst negieren.

Eine **Störung** – z.B. der Kommunikation – ist dann gegeben, wenn eine Beeinträchtigung durch Störgeräusche auftritt. Eine **Belästigung** ist immer subjektiv. Beispielsweise leben viele Kleingärtner direkt neben Verkehrstrassen, ohne sich offensichtlich subjektiv belästigt zu fühlen. Andere erholen sich an einem Badesee an der Autobahn. Manche setzen sich in Diskotheken und Open-Air-Konzerten bewusst gesundheitlich bedenklichen Schalldruckpegeln aus. Im Folgenden soll unter Belästigung die Betroffenheit durch Straßenverkehrslärm verstanden werden.

In Abbildung 1 sind Geräuschsituationen mit dafür typischen Schalldruckpegeln dargestellt.

Abbildung 1: Typische „Lautstärken“ (momentane Schalldruckpegel in dB(A)) am Ohr des Betroffenen, bei Straßenverkehr in 7,5 m Entfernung.



2.2 AUSWIRKUNGEN DES STRASSENVERKEHRLÄRMS

BELÄSTIGUNGEN

Fast niemand bleibt in Deutschland von Lärm verschont. Bei Umfragen zur Lärmbelästigung stufen die Befragten regelmäßig den Straßenverkehrslärm als größte Störung ein. Das Unangenehme im Vergleich zu Nachbarschaftslärm: Man ist ihm ausgeliefert, es gibt kein Entrinnen. Der Verkehr nimmt zu, Verkehrspausen werden immer weniger oder es gibt sie kaum noch. Richtig ruhige Gebiete werden immer seltener. Selbst in ausgewiesenen Erholungsorten sucht man oft vergeblich nach Ruhe.

GESUNDHEITSSCHÄDEN

Lärm nervt nicht nur, sondern macht auch krank. In Deutschland sind etwa 13 Millionen Menschen mit

Geräuschpegeln belastet, die deutliche lärmbedingte Gesundheitsrisiken und zunehmende Schlafstörungen verursachen [3].

Die Auswirkungen und Folgen des Straßenverkehrslärms auf den Menschen und sein Wohlbefinden werden meist unterschätzt. Das „Gewöhnen“ an Lärm ist nur scheinbar, weil man die Ursache kennt. Das körpereigene Abwehrsystem muss gleichwohl reagieren und den Stress abbauen. Zwar schädigt Straßenverkehrslärm allein nicht das Gehör, epidemiologische Studien zeigen aber, dass bei Geräuschbelastungen durch Straßenverkehr, die tagsüber dauerhaft oberhalb 65 dB(A) (Mittelungspegel außen) liegen, ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen befürchtet werden muss. Untersuchungen der Lärmwirkungsforschung ergaben zudem, dass schon

bei Verkehrslärm von 50/40 dB(A) tags/nachts Belästigungen und Störungen entstehen können [3]. Der Mittelungspegel wird als wichtigstes Bewertungsmaß für die gesundheitliche Wirkung angesehen.

Eine gravierende Auswirkung ist die Beeinträchtigung und Störung des Schlafes. Von der Schlafgüte hängen Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit entscheidend ab. Besonders ungünstig sind dabei neben dem allgemeinen Geräuschpegel laute, wegen des hohen Informationsgehaltes auffällige Einzelgeräusche insbesondere während der Nachtzeit.

Verkehrslärm verursacht Nervosität, Konzentrationsmängel bis hin zu Kopfschmerzen. Er beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit, die Erholung und Entspannung in der Wohnung oder im Freien und die Kommunikation. Distress, schlechte Laune, Gereiztheit, Nervosität, Aggressivität sowie erhöhter Medikamentenkonsum sind die Folge. Wenn Telefongespräche, Radio- und Fernsehsendungen durch Straßenverkehrslärm unverständlich werden, empfinden dies die Menschen als besonders ärgerlich. Auch soziale Veränderungen werden beobachtet. Zum Beispiel ist Lärm einer der wichtigsten Gründe für den Umzug ins Umland. In verlärmten Situationen nimmt die Hilfsbereitschaft ab. Verkehrslärm behindert darüber hinaus das Lernen und die Sprachentwicklung der Kinder.

ÖKONOMISCHE FOLGEN

Die volkswirtschaftlichen Kosten des Straßenverkehrslärms werden auf etwa 9 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt [4]. Laute Quartiere werden häufig durch mehrere Schallquellen belastet. Die Aufenthaltsqualität ist dort gering. Dadurch sind Mieten und Mieteinnahmen niedrig, die Grundstücke wertgemindert und das Steueraufkommen geringer. Haushalte mit niedrigem Einkommen müssen derartige Umfeldbedingungen akzeptieren, Gutverdienende können es sich dagegen leisten, in ruhige Wohngebiete zu ziehen. Der Abbau von

Belastungen durch den Straßenverkehr ist deshalb auch ein Beitrag zur Umweltgerechtigkeit und eine sozialpolitische Aufgabe. Lärm „verschlingt“ immer mehr ruhige Landschaft, die dann für die Erholung aber auch für den Wohnungsbau nicht mehr zur Verfügung steht.

2.3 ZIELPEGEL

Das deutsche Umweltbundesamt [3] und die Weltgesundheitsorganisation WHO [5] haben aus den Befunden der Lärmwirkungsforschung Zielwerte für die Lärmbekämpfung abgeleitet. Diese beziehen sich auf den Mittelungspegel außerhalb der Wohnungen. Auf diese Weise sollen sie auch die Außenwohnbereiche und die städtischen Aufenthaltsbereiche schützen.

Zielwerte des Umweltbundesamtes und der WHO:

Minimalziel: Um **gesundheitliche Risiken** zu vermeiden, sollten 65/55 dB(A) tags/nachts nicht überschritten werden.

Mittleres Ziel: Um **erhebliche Belästigungen** zu vermeiden, sollten die Belastungen auf 55/45 dB(A) tags/nachts sinken.

Optimaler Schutz: Langfristig sind 50/40 dB(A) tags/nachts anzustreben. Zwar ist dies – insbesondere in Innenstädten – selbst langfristig nur zum Teil und nur schwer erreichbar. Gleichwohl ist dieses Ziel als Schadensschwelle bedeutsam, etwa bei Kosten-Nutzen-Bewertungen und Entschädigungsregelungen.

Den aktuellen Wissensstand zum Thema Lärm und Schlafstörungen fasst die „Night Noise Guideline (NNGl) for Europe“ [5] zusammen. Das Umweltbundesamt empfiehlt in einer Erläuterung, „dass die Bevölkerung nachts keinem höheren mittleren Schall-druckpegel (Mittelungspegel) als $L_{\text{Nacht, außen}}$ von 40 dB(A) ausgesetzt sein sollte“ [6]. Das entspricht dem oben genannten „optimalen Schutz“.

3. ERMITTLUNG VON VERKEHRLÄRMBELASTUNGEN

3.1 GRUNDBEGRIFFE DER AKUSTIK

SCHALLEMISSION UND SCHALLIMMISSION

Schall ist der physikalische Begriff für Wechseldrücke in Luft, die hörbar sind. Diese werden beispielweise von einer schwingenden Oberfläche erzeugt und pflanzen sich in der Luft als Schallwellen fort. Dabei sind folgende Begriffe zu unterscheiden:

Die Schallabstrahlung von einer Quelle wird als **Schallemission** bezeichnet.

Der an einem Immissionsort ermittelte Schalldruck wird als **Schallimmission** bezeichnet.

SCHALLQUELLEN

Schallquellen werden unterschieden in

- Punktquellen (ein einzelnes Auto in großer Entfernung),
- Linienschallquellen (eine stark befahrene Straße) oder
- Flächenschallquellen (ein Parkplatz).

Die Schallausbreitung von der Quelle zum Immissionsort hängt neben dem Quellentyp auch von den Ausbreitungsbedingungen (Schallminderung durch Abstand, Schallbeugung, Bodenabsorption, Witterung usw.) ab.

SCHALLDRUCKPEGEL

Die Empfindlichkeit des Ohres umfasst zwischen der Hörschwelle und der Schmerzgrenze einen großen Schalldruckbereich.

Die Wahrnehmungsskalierung des Ohres folgt einem logarithmischen Verhältnis der Schalldrücke. Die Logarithmierung des Verhältnisses der Schalldrücke (bezogen auf die Hörschwelle) führt zum Schalldruckpegel, meist einfach nur als Pegel bezeichnet, die Maßeinheit ist deziBel, abgekürzt dB. Die Hörschwelle erhält bei 1.000 Hz den Wert 0 dB, die Schmerzgrenze liegt bei etwa 130 dB.

FREQUENZ

Neben der Stärke des Schalldrucks nimmt das Gehör auch die Frequenz wahr. Die Frequenz ist die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde und wird in Hertz (Hz) angegeben. Dominiert eine Frequenz, spricht man von einem Ton, überlagern sich mehrere Frequenzen, kann es im positiven Sinn ein Klang sein, im negativen ein Geräusch.

Der Mensch nimmt nicht alle Frequenzen gleich laut wahr.

Zwischen 3000 und 4000 Hz ist das Gehör am empfindlichsten, für tiefe und hohe Frequenzen ist das Ohr weniger empfindlich. Unter 16 Hz und über 16.000 Hz (16 kHz) hören die meisten Menschen nichts mehr. Um diesen Wahrnehmungsbereich bei physikalischen Messungen nachzuahmen, wird ein Filter in den Schallpegelmessgerät eingebaut, der mit „A“ bezeichnet wird. Der mit dieser Filterung gemessene Schalldruckpegel wird mit „A-bewerteter Schalldruckpegel in dB“ bezeichnet, gebräuchlich ist auch die Angabe der Einheit dB(A). Im Alter sinkt die obere Hörgrenze auf unter 10 kHz ab. Dieser Effekt kann durch schädigende Lautstärken schon bei Jugendlichen auftreten.

WELLENLÄNGEN

Den Frequenzen entsprechen Wellenlängen. Tiefe Frequenzen besitzen große Wellenlängen, hohe Frequenzen kurze. Der als Kammerton bekannte Normstimmton a1 von 440 Hz besitzt in Luft eine Wellenlänge von rund 78 cm. Bedeutung hat die Wellenlänge bei der Schallausbreitung, und hier bei der Beugung an Hindernissen. Schalle mit kleinen Wellenlängen (hohe Frequenzen) können durch Hindernisse gut abgeschirmt werden, dahinter bilden sich Schattenzonen. Schallwellen mit großer Wellenlänge beugen sich um Hindernisse herum. Tieffrequenter Schall lässt sich daher nicht so gut abschirmen wie höherfrequenter Schall.

MITTELUNGSPEGEL – BEURTEILUNGSPEGEL

Der momentane Schalldruckpegel $L(t)$ ist der Pegel zu einem bestimmten Zeitpunkt t . Der größte Schalldruckpegel in einem Beobachtungszeitraum wird als maximaler Schalldruckpegel bezeichnet. Aus dem Zeitverlauf des momentanen Schalldruckpegels in dB(A) erhält man durch zeitliche Mittelung den energieäquivalenten Dauerschalldruckpegel L_{eq} in dB(A). Vereinfachend wird dieser L_{eq} in dB(A) auch Mittelungspegel L_m genannt. Der

Beurteilungspegel L_r ist der Mittelungspegel, dem z.B. für Immissionsorte in der Nähe von lichtsignalgeregelten Kreuzungen noch ein Zuschlag für erhöhte Störwirkung hinzugefügt wird.

In Abbildung 2 ist der Schalldruckpegel-Zeitverlauf an einer Straße dargestellt. Der momentane Schalldruckpegel und die zeitliche Einwirkung schwanken je nach Schallquelle. Der zeitliche Mittelwert L_m in dB(A) über die gesamte Beobachtungszeit ist als Linie dargestellt.

Erläuterung zu Abbildung 2: Beispielhaft treten an einer Autobahn durch Vorbeifahrten einzelner Lkw in 9 m Entfernung von der nächstgelegenen Fahrspurachse Schalldruckpegel von bis zu 92 dB(A) auf. Die rote Linie stellt den Mittelungspegel L_m über den Beobachtungszeitraum von 10 Minuten dar, er beträgt $L_m = 81,4$ dB(A).

Beispiele für Schalldruckpegel an Straßen

Mittelungspegel an Straßen können in 25 m bis zu 80 dB(A) erreichen, maximale Schalldruckpegel einzelner Fahrzeuge erreichen in 7,5 m bis zu 90 dB(A). An ruhigen Wohnstraßen misst man Mittelungspegel von 40 bis 45 dB(A).

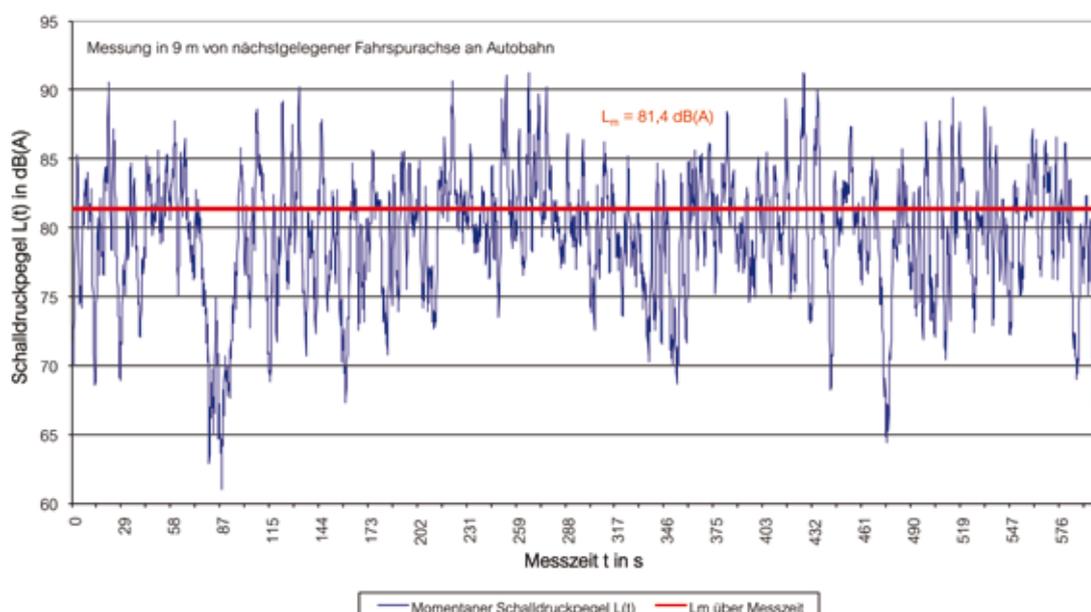


Abbildung 2: Zeitverlauf des momentanen Schalldruckpegels $L(t)$ an einer Autobahn

LOGARITHMISCHE ADDITION DER PEGEL MEHRERER SCHALLQUELLEN

Bei mehreren Schallquellen werden die Schalldruckpegel in dB(A) nicht arithmetisch, sondern logarithmisch addiert (logarithmische Addition). Im Beispiel der Abbil-

dung 3 ergeben zwei Schallquellen (z.B. zwei Verkehrswege links) mit einem Pegel von je 67 dB(A) zusammen 70 dB(A) (Straße rechts). Das bedeutet andererseits, dass die Halbierung der Verkehrsmenge „nur“ eine Minderung der Schallimmission von 3 dB(A) ergibt.

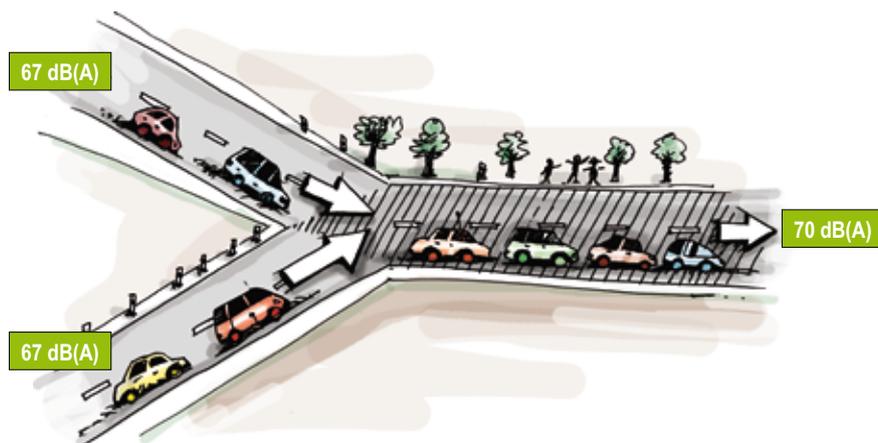


Abbildung 3: Logarithmische Addition durch Zusammenführung zweier Verkehrsströme (Schallquellen gleicher Größe) – zwei gleiche Pegel ergeben zusammen 3 dB mehr.

3.2 MESSEN ODER RECHNEN?

Es erscheint einfach, einen Schalldruckpegelmesser zu nehmen und zu sagen: „An der Straße ist es x dB(A) laut“.

Das Problem der Messung von Verkehrslärm

Die Messung registriert nur die Schallereignisse (Fahrzeugvorbeifahrten) während der Messzeit und am Messort. Die dabei auftretende Verkehrsmenge ist zufällig und keinesfalls repräsentativ. Für repräsentative Messungen sind die Hinweise in Abschnitt 3.3 zu beachten. Bei neu zu bauenden oder zu verändernden Verkehrswegen kann überhaupt noch nicht gemessen werden. Schließlich werden davon ausgelöste Lärmschutzmaßnahmen (siehe Kapitel 4.3.1) immer an

einem **Prognosezustand** in 10 bis 15 Jahren ausgelegt, der ebenfalls heute nicht messbar ist. Für die Beurteilung einer Verkehrslärmsituation wird deshalb die Schallimmission **berechnet**, sie wird nicht gemessen. Messungen sind nur für ein einzelnes Fahrzeug (z. B. ein Motorrad) oder eine gezielte Fragestellung (z. B. der Einfluss einer bestimmten Fahrbahndecke auf die Schallemissionen) von Interesse und dürfen nicht verallgemeinert werden.

Um eine Verkehrslärmsituation zu beurteilen, wird daher die Schallimmission **berechnet**. Messungen sind

nicht für die Beurteilung einer Planung geeignet.

3.3 SCHALLPEGELMESSUNGEN

Sollte zur akustischen Orientierung oder zum Nachweis eines Geräuschpegels gemessen werden, ist Folgendes zu beachten:

Lärm als unerwünschter, störender Schall lässt sich nicht messen. Messbar ist nur der Schalldruckpegel

- eines einzelnen Fahrzeugs, oder
- des Verkehrs auf einer Straße als Mittelungspegel.

HINWEISE ZUR MESSUNG

Messergebnisse geben nur wieder, was genau zum Zeitpunkt und am Ort der Messung geschehen ist. Sollen Messergebnisse miteinander verglichen werden, muss bekannt sein, wie sie entstanden sind. Dazu werden folgende Angaben benötigt:

- die Zahl der vorbeigefahrenen Fahrzeuge, getrennt nach einzelnen Kfz-Klassen (Pkw, Lkw)
- die gefahrenen Geschwindigkeiten der einzelnen Kfz-Klassen
- der Zustand der Straßenoberfläche
- die meteorologischen Daten
- die Ausbreitungsbedingungen und der Abstand zur Quelle.

HINWEIS ZUR BEDEUTUNG DER WETTERDATEN

Gerade die Wetterdaten spielen eine wichtige Rolle, wenn weiter entfernt von einer Verkehrsanlage gemessen wird. Hier hat die Windrichtung einen wesentlichen Einfluss. So erhöht Wind, der von der Straße zum Immissionsort weht, den Pegel (sogenannter Mitwindpegel). Auch Tageszeit oder Temperatur spielen bei größeren Entfernungen eine bedeutende Rolle. Liegt z.B. warme Luft über kalter (Inversionswetterlage), kann es lauter werden als bei normaler Temperaturschichtung (siehe auch Kapitel 5.8.1).

MESSVORSCHRIFT ZUR MESSUNG VON VERKEHRSGERÄUSCHEN

Um einen repräsentativen Wert der Verkehrsgeräusche zu ermitteln, ist zu verschiedenen Zeiten und möglichst mehrfach zu messen. Hierzu gibt es eine spezielle Norm, die *DIN 45642* „Messung von Verkehrsgeräuschen“ [7].

WEITERE MESSPROBLEME – STÖRGERÄUSCHE

Noch schwieriger ist es, wenn während der Messung auch weitere Geräusche mit einwirken. Das Messgerät kann sie nicht voneinander unterscheiden. Solche Störungen kommen während der Messungen immer wieder vor, angefangen von neugierigen Mitmenschen, bellenden Hunden, Vogelgezwitscher bis hin zu zufälligen Flugzeugüberflügen. Es kann aber auch sein, dass genau zum Zeitpunkt der Messung irgendwo im naheliegenden Straßennetz ein Stau auftritt und am Mikrofonstandort deutlich weniger Fahrzeuge als üblich vorbeikommen. Erkennen die Fahrer den Messeaufbau, kann dies ihre Geschwindigkeit beeinflussen. Das wiederum wirkt auf den Verkehrsfluss und damit das Ergebnis der momentanen Messung ein.

AKZEPTANZPROBLEME

Häufig akzeptieren die Betroffenen die Messungen nicht. Man hört immer wieder die Begründung, die Verkehrsmenge sei nicht repräsentativ gewesen („Gestern war es viel lauter, da hätten Sie kommen müssen!“) oder die „richtigen“ meteorologischen Bedingungen hätten nicht vorgeherrscht.

Messungen sind jedoch nicht wiederholbar, sie gelten – wie ausgeführt – nur exakt für den Ort und den Zeitpunkt bzw. Zeitraum der Messung.

3.4 BERECHNUNG DES BEURTEILUNGSPEGELS NACH RLS-90

Wegen der in Kapitel 3.3 geschilderten Probleme bei den Messungen werden zur Ermittlung der Verkehrsbelastung und der Bemessung von Lärmschutzmaßnahmen detaillierte Schallpegelberechnungen mit Hilfe mathematischer Modelle durchgeführt. Stehen alle Eingangsdaten vollständig und repräsentativ zur Verfügung, lässt sich ein nachvollziehbares Bild des Berechnungsweges aufzeigen.

Berechnungsvorschrift

Damit bundesweit besonders in Verwaltungsverfahren einheitlich vorgegangen wird, wurden die „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ Ausgabe 1990, erarbeitet. Die Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90 [8] beschreiben ausführlich das Verfahren zur Berechnung eines Geräuschpegels an einer Straße. Sie sind über die in der 16. BImSchV [9] festgelegten Immissionsgrenzwerte in die gesetzlichen Regelungen mit eingeflossen und werden darum in Verwaltungsverfahren als verbindlich angesehen. Abweichungen sind nicht zulässig.

Hinweis: Die Berechnung des Beurteilungspegels für strategische Lärmkarten nach EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG [10a] erfolgt nach VBUS [11].

Folgende Faktoren gehen in die Berechnungen gemäß RLS-90 [8] ein:

- durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV)
- Verkehrszusammensetzung (Pkw, Lkw, nicht aber differenziert nach Bussen und Motorrädern)
- zulässige Geschwindigkeit
- akustische Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche
- Geometrie der Straße
- Gradienten (Steigung oder Gefälle)
- Abstand zum Immissionsort
- Luft-, Boden- und Meteorologieeinflüsse
- Topographie des Geländes
- Abschirmungen und Reflexionen

- Nähe zu einer lichtzeichengeregelten Kreuzung oder Einmündung.

Beispielhaft sind in Tabelle 1 die „Korrekturwerte D_{StrO} für unterschiedliche Straßenoberflächen“ aus der RLS-90 [8] (siehe dort Tabelle 4) wiedergegeben. Die Bezugsgröße bildet eine „klassische“ Straßendecke, der „nicht geriffelte Gussasphalt“. Abweichungen hiervon werden als Korrekturwerte eingeführt.

Straßenoberflächen	$D_{StrO}^*)$ in dB(A) bei zulässiger Höchstgeschwindigkeit von			
	30 km/h	40 km/h	> 50 km/h	
	1	2	3	4
1 nicht geriffelte Gussasphalte, Asphaltbetone oder Splittmastixasphalte		0	0	0
2 Betone oder geriffelte Gussasphalte		1,0	1,5	2,0
3 Pflaster mit ebener Oberfläche		2,0	2,5	3,0
4 sonstiges Pflaster		3,0	4,5	6,0

*) Für lärmindernde Straßenoberflächen, bei denen aufgrund neuer bautechnischer Entwicklungen eine dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können auch andere Korrekturwerte D_{StrO} berücksichtigt werden, z.B. für offenporige Asphalte bei zulässigen Geschwindigkeiten > 60 km/h: -3 dB(A).

Tabelle 1: Korrekturwerte D_{StrO} aus RLS-90

Zur Fußnote *) aus den RLS-90

Die Fußnote wurde seit 1991 durch mehrere Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr, konkretisiert und aktualisiert, soweit neuere Erkenntnisse vorliegen. So wird aktuell im „Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 3/2009“ [12] ausgeführt, dass einem einschichtigen offenporigen Asphalt (OPA) 0/8 und einem zweischichtigen OPA mit einer oberen Schicht aus OPA 0/8 für mindestens 8 Jahre ein $D_{StrO} = -5$ dB(A) zugewiesen werden kann.

Die Zwischenergebnisse und Pegeldifferenzen der Berechnungen werden auf 0,1 dB(A) gerundet, der Gesamtbeurteilungspegel aber auf volle dB(A) aufgerundet. Das bedeutet, dass eine Erhöhung von 2,1 dB(A) eine Steigerung von 3 dB(A) ergibt und somit bereits eine „wesentliche Änderung“ im Sinne der Verkehrslärmschutzverordnung (16. *BImSchV* [9], siehe auch 5.2) darstellt.

Die Fahrzeugemissionen haben sich in den letzten Jahrzehnten verändert. Daher ist es erforderlich, die *RLS-90* [8] fortzuschreiben. Dies geschieht derzeit (bis voraussichtlich 2011). Bis zu einer Veröffentlichung gelten die „alten“ *RLS-90* in Verwaltungsverfahren weiterhin als verbindlich.

4. RECHTLICHE GRUNDLAGEN DES VERKEHRLÄRMSCHUTZES

4.1 ALLGEMEINES – ÜBERBLICK

Artikel 2, Absatz 2 des Grundgesetzes *GG* [13] besagt: „Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“. Der Staat hat somit die Aufgabe, seine Bürger vor Gesundheitsgefahren zu schützen. Um Gesetze zu schaffen, die dieses Grundrecht verwirklichen, lässt sich der Gesetzgeber von Fachbehörden und Instituten beraten. Hier fließen die in der Lärmwirkungsforschung gewonnenen Erkenntnisse in die Gesetzgebung ein. Allerdings sind deren Anforderungen in der Regel weitergehend als die Gesetzgebung dies in ihren Standards umsetzt. Deshalb ist die tatsächliche Zahl der lärmbeeinträchtigten Bürger höher als sie sich der Gesetzeslage nach darstellt.

Je nach Verursacher und Zuständigkeiten gibt es verschiedene rechtliche Regelungen. Für den Straßenverkehrslärm sind derzeit im Wesentlichen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Regelungen und Verwaltungsvorschriften maßgebend.

BUNDESRECHT UND LANDESRECHT

Der Bundesgesetzgeber hat in eigener Kompetenz gesetzliche Regelungen geschaffen, die den Schutz vor Verkehrslärm betreffen oder zumindest berühren. Die Bundesländer haben – sofern nötig oder angezeigt – dieses Recht in eigene Regelungen überführt oder ergänzende

Vorschriften entwickelt. Diese werden hier nicht eigens erwähnt. Für Kommunalstraßen gelten viele Regelungen nur analog, d.h. manche Vorgaben müssen dort nicht zwingend beachtet werden.

Bundesrecht, das für den Schutz vor Verkehrslärm relevant ist (Stand: 2010)

- Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland – *GG* [13];
- Bürgerliches Gesetzbuch – *BGB* [14];
- Ordnungswidrigkeitengesetz – *OwiG* [15];
- Baugesetzbuch – *BauGB* [16];
- Baunutzungsverordnung – *BauNVO* [17];
- Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005 [10b] sowie die darauf basierende 34. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [18];
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – *TA Lärm* [1];
- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung – *UVPG* [19];
- Raumordnungsgesetz – *ROG* [20];
- Bundesfernstraßengesetz – *FStrG* [21];
- Bundes-Immissionsschutzgesetz – *BImSchG* [22];
- Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. *BImSchV* [23];

- Verkehrslärmschutzverordnung – 16. *BImSchV* [9];
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes – *VLärmSchR 97* [24];
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – *RLS-90* [8];
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen – *ZTV-Lsw 06* [25];
- Straßenverkehrsgesetz – *StVG* [26];
- Straßenverkehrsordnung – *StVO* [27];
- Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm – Lärmschutz-Richtlinien-*StV* [28];
- Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung – *StVZO* [29];
- Richtlinie zur Standgeräuschmessung für die regelmäßige technische Überwachung (Hauptuntersuchung HU) für Kraftfahrzeuge und Motorräder (BGBl. I S. 979, VkJBl. 1971, S. 342);
- Richtlinie für die Überprüfung des Standgeräusches von Krafträdern (VkJBl. Nr. 7/2006 S. 338);
- Haushaltsrecht.

EUROPÄISCHES RECHT

Nicht nur nationales, sondern auch europäisches Recht befasst sich mit dem Schutz vor Verkehrslärm. Im europäischen Recht sind z.B. Standards für Straßenfahrzeuge geregelt, sogenannte ECE-Regelungen (ECE ist die Wirtschaftskommission für Europa – Economic Commission for Europe).

Die wichtigsten Arten der EG-Gesetzgebung sind Verordnungen und Richtlinien.

- **Verordnungen** sind die schärfste Form der europäischen Gesetzgebung. Sie gelten unmittelbar in den EU-Mitgliedstaaten.
- **Richtlinien** sind eine „weichere“ Form der EG-Gesetzgebung. Sie müssen erst noch in nationales Recht umgesetzt werden. Dies geschieht entweder durch ein

neues (nationales) Gesetz oder durch Änderung bereits vorhandener Regelungen.

Die nachfolgenden europäischen Regelungen zum Lärmschutz tangieren die deutsche Gesetzgebung:

EG-Recht, das für den Schutz vor Verkehrslärm relevant ist (Stand: 2010)

- *EG-Richtlinien 70/157 EWG* [30] und *97/24/EG* [31] für die Geräuschzulassung von Kraftfahrzeugen und Motorrädern einschließlich der Auspuffanlagen;
- *DIN ISO 362-1 (2009-1)* Messverfahren für das von beschleunigten Straßenfahrzeugen abgestrahlte Geräusch [32];
- *Richtlinie 2002/49/EG* über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm [10a];
- *Richtlinie 2001/43/EG* über die Rollgeräuschemissionen von Kraftfahrzeugreifen [33]. Diese Richtlinie wird 2012 durch die Verordnung 661/2009 [34] über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen abgelöst;
- *Verordnung 1222/2009(COD)* [35] zur Kennzeichnung von Reifen bezüglich ihrer Kraftstoffeffizienz und anderen wesentlichen Parametern. Hierzu gehören die Rollgeräuschemissionen der Reifen;
- *Richtlinie 2006/38/EG* [36] über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. Damit wird es den EU-Staaten ermöglicht, eine lärmabhängige LKW-Maut zu erheben;
- *Richtlinie 2000/14/EG* Geräte- und Maschinenschutzverordnung [37]. Sie regelt u.a. Spezialfahrzeuge, wie Müllsammelfahrzeuge und Transportbetonmischer.

In den einzelnen Kapiteln wird auf die maßgebenden Gesetze, Verordnungen oder Richtlinien hingewiesen.

4.2 STÄDTEBAULICHE PLANUNG UND PLANUNG DES VERKEHRSWEGENETZES

BEDEUTUNG DER BAULEITPLANUNG

Die städtebauliche Entwicklung einer Gemeinde – die Ortsplanung in Städten, Märkten oder Ortsverbänden und Gemeinden – wird durch die so genannte **Bauleitplanung** geregelt. Sie gehört zu den Selbstverwaltungsaufgaben einer Gemeinde (kommunale Selbstverwaltung). Zu der Bauleitplanung zählt die vorbereitende Planung in Form eines **Flächennutzungsplans**, der für das gesamte Gemeindegebiet aufgestellt wird. Der Stadt- bzw. Gemeinderat entscheidet hiermit über die Grundzüge der Bodennutzung, so z.B. über die Flächen für eine Wohnnutzung oder auch über Wege und Straßen in der Gemeinde. In der darauf aufbauenden verbindlichen Bauleitplanung wird dann in **Bebauungsplänen** die bauliche Nutzung der Grundstücke detailliert geregelt. Die Bebauungspläne sind Voraussetzung für die Genehmigung von Bauvorhaben.

Die Verfahren sind im Baugesetzbuch (*BauGB*) [16] umfassend geregelt. Gemäß § 1 (5) Baugesetzbuch *BauGB* sollen Bauleitpläne dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln. Die Gemeinde muss durch ihre Planungen u.a. dafür sorgen, dass Baugebiete nicht schutzlos an lärmintensive Verkehrswege herangeplant werden. Das gilt grundsätzlich auch für einzelne Gebäude.

Bestandteil des Bauleitplanverfahrens ist eine Umweltprüfung, die nach § 2 (4) *BauGB* für die Belange des Umweltschutzes durchgeführt wird. Hierzu sollen die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt werden. Sie werden in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet. Das Ergebnis der Umweltprüfung ist in der abschließenden Abwägung der verschiedenen Belange zu berücksichtigen. Der Umweltbericht bildet einen Teil der Begründung des Bauleitplans.

Bei der Aufstellung, der Ergänzung, Aufhebung oder Änderung von Bauleitplänen ist die Öffentlichkeit zu informieren und zu beteiligen, gemäß § 3 *BauGB* [16]. Die Bürger sind über die allgemeinen Ziele und Zwecke der Planung und deren voraussichtlichen Auswirkungen zu unterrichten. Über die Auslegung der Pläne wird man auf die „ortsübliche Weise“ wie die Bekanntgabe im Amtsblatt, in Tageszeitungen oder per Aushang informiert. Nun hat man Gelegenheit zur Äußerung und Erörterung („Bedenken und Anregungen“). Die Gemeinde beteiligt in einem Anhörungsverfahren Behörden und anerkannte Verbände als Träger öffentlicher Belange. Natürlich werden die Fachstellen auch zu den Belangen des Lärmschutzes Aussagen treffen. Flächennutzungsplan und Bebauungspläne sowie die zusammenfassende Erklärung können bei der Gemeinde eingesehen werden.

FLÄCHEN FÜR LÄRMSCHUTZANLAGEN

Die „Planung auf der grünen Wiese“ gibt es kaum mehr. Ruhige Wohnbauflächen sind besonders in Ballungsgebieten nur noch selten anzutreffen. Die Nähe zu Straßen, Bahntrassen oder Gewerbegebieten ist aber aus der Sicht des Lärmschutzes grundsätzlich problematisch. Andererseits sind eine kurze Anbindung und die Nähe zu öffentlichen Verkehrswegen erwünscht. Gleichwohl ist Lärmvorsorge ein integraler Bestandteil der städtebaulichen Planung sowie der Planung von Verkehrswegen. Nach § 9 *BauGB* [16] können im Bebauungsplan Flächen für Lärmschutzanlagen festgelegt werden, um bei zu geringer Entfernung zu Straßen bessere Wohnverhältnisse zu schaffen. Solche Lärmschutzanlagen werden in § 127 *BauGB* [16] als Erschließungsanlagen betrachtet. Auf welche Werte die zumutbaren Pegel begrenzt werden sollten, ist der Norm *DIN 18005-1 Beiblatt 1* [38] zu entnehmen.

SCHALLTECHNISCHE ORIENTIERUNGSWERTE

Die *DIN 18005-1 – Beiblatt 1* [38] enthält schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. Die Werte beziehen sich auf den Rand des Bebauungsgebietes und gelten nur für Verkehrslärm. Sie sind allerdings keine Grenzwerte und gelten auch nicht für Einzelbauvorhaben. Die *DIN 18005-1* und deren Orientierungswerte (siehe Tabelle 2, Zitat aus [38]) sind zudem nicht in jedem Bundesland eingeführt.

Allzu oft werden jedoch die Belange des Lärmschutzes als nachrangig angesehen und zurückgestellt. Die Folgen hat dann die Allgemeinheit zu tragen. Hierzu gehören auch die kostenintensiven Maßnahmen zur Lärmreduktion, wie etwa bauliche Maßnahmen an Straßen oder Geschwindigkeitsbeschränkungen, die die Freizügigkeit des Verkehrs einschränken.

	Tag	Nacht
1. Bei Reinen Wohngebieten (WR), Wochenendhausgebieten, Ferienhausgebieten	50 dB(A)	40 dB(A)
2. Bei Allgemeinen Wohngebieten (WA), Kleinsiedlungsgebieten (WS) und Parkanlagen	55 dB(A)	45 dB(A)
3. Bei Friedhöfen, Kleingartenanlagen und Parkanlagen	55 dB(A)	55 dB(A)
4. Bei Besonderen Wohngebieten (WB)	60 dB(A)	45 dB(A)
5. Bei Mischgebieten (MI) und Dorfgebieten (MD)	60 dB(A)	50 dB(A)
6. Bei Sondergebieten, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 bis 65 dB(A)	35 bis 65 dB(A)

Tabelle 2: Schalltechnische Orientierungswerte der *DIN 18005-1 – Beiblatt 1* [38]

4.3 LÄRMSCHUTZ AN STRASSEN

Bei der rechtlichen Beurteilung des von Straßen ausgehenden Lärms wird folgendermaßen differenziert:

- Zu erwartende Lärmbelastung bei einem geplanten Verkehrsweg: Die §§ 41-43 Bundesimmissionsschutzgesetz [22] regeln, welche Immissionen zulässig sind. Siehe hierzu Kapitel 4.3.1.
- Lärmbelastung einer bestehenden Straße: Hier sind nur eingeschränkt Maßnahmen möglich. Siehe hierzu Kapitel 4.3.2.

4.3.1 NEUBAU UND WESENTLICHE ÄNDERUNG EINER STRASSE – LÄRMVORSORGE

Für den Bau oder die Änderung von Bundesfernstraßen

ist nach § 17 Bundesfernstraßengesetz *FStrG* [21] eine Planfeststellung notwendig. Das gleiche gilt – nach den Straßengesetzen der Länder – für die Landesstraßen. Möglich ist ebenfalls, sie durch einen Bebauungsplan festzustellen. In beiden Fällen findet eine Beteiligung der Betroffenen statt.

ERSTE VERFAHRENSSTUFE

Größeren Planungen geht eine Strategische Umweltprüfung [39] [40], eine Linienbestimmung oder ein Raumordnungsverfahren *ROG* [20] voraus. Dabei werden im Rahmen der hierbei erforderlichen Umweltverträglichkeitsprüfung *UVP* [41] auch die schalltechnischen Auswirkungen des Vorhabens ermittelt, dargestellt, bewer-

tet und mit anderen Belangen abgewogen. Hier greift bereits das Bundesimmissionsschutzgesetz *BImSchG* [22]. Es verlangt in § 50, Verkehrswege so zu planen, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf Gebiete, die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienen oder anders schutzwürdig sind, soweit wie möglich vermieden werden. Als Anhalt, um schädliche Umwelteinwirkungen durch Lärm beurteilen zu können, dienen die Orientierungswerte der *DIN 18005-1 – Beiblatt 1* [38] (siehe Kapitel 4.2). Zu den Planungsrichtwerten gehört auch der Nacht-Mittelungspegel (außen) von 45 dB(A). Er soll ein ungestörtes Schlafen bei offenem Fenster gewährleisten. In dieser Verfahrensstufe sind die Planungen noch nicht detailgenau oder parzellenscharf. Die planende Behörde muss der „betroffenen Öffentlichkeit“ – dazu gehören anerkannte Umweltverbände wie auch Private – Einblick in die Planungen und Gelegenheit zur Äußerung geben.

ZWEITE VERFAHRENSSTUFE

Als nächster Schritt erfolgt dann das Planfeststellungsverfahren. Hier wird erneut das *BImSchG* [22] herangezogen. Gemäß §§ 41-43 ist zu prüfen,

- ob der Bau schädliche Umwelteinwirkungen durch Verkehrsräusche hervorruft, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und
- ob ein Rechtsanspruch auf Lärmschutzmaßnahmen oder Entschädigung besteht.

Dies bezeichnet man in der *VLärmSchR 97* als „Lärmvorsorge“ [24].

KONKRETISIERUNG DER MASSNAHMEN ZUR LÄRMVORSORGE

Die 16. *BImSchV* [9] konkretisiert diese Prüfklauseln der §§ 41-43 *BImSchG* [22]. Hierzu beschreibt sie die baulichen Voraussetzungen und nennt die Grenzwerte, die nicht überschritten werden dürfen. Zudem regelt sie das Verfahren für die Berechnung des Beurteilungspegels. Auf dieser Grundlage sowie in Verbindung mit den *RLS-90* [8] ermittelt dann die planende Behörde, welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind. Hierbei hat sie einen gewissen Ermessensspielraum.

Die folgende **Tabelle 3** enthält die zulässigen Grenzwerte der 16. *BImSchV* [9], ergänzt durch die Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen *VLärmSchR 97* [24].

Wochenend- und Ferienhausgebiete sind nach der jeweiligen Schutzbedürftigkeit einzustufen. Als nicht schutzwürdig gelten nach Auffassung des Bundesverkehrsministeriums und gängiger Rechtsprechung Parkanlagen, Erholungswald, Sport- und Grünflächen sowie Friedhöfe, da sich Menschen dort nur vorübergehend aufhalten. Dies gilt auch für Vorgärten, die nur zum Schmuck bepflanzt sind, nicht jedoch dem regelmäßigen Aufenthalt dienen. Bei Gebäuden gilt als Immissionsort der Beurteilungspegel direkt vor dem am meisten betroffenen Fenster. Sie gelten aber auch im sogenannten Außenwohnbereich, dazu gehören Balkone, Terrassen und Gärten, von denen Teile zum Wohnen im Freien geeignet und bestimmt sind.

	Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen, Ferienhausgebieten	57 dB(A)	47 dB(A)
2. in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	59 dB(A)	49 dB(A)
3. in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	64 dB(A)	54 dB(A)
4. in Gewerbegebieten	69 dB(A)	59 dB(A)

Es ist sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der aufgeführten Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet.

Tabelle 3 : Immissionsgrenzwerte für die Lärmvorsorge

Anmerkung: Ein Vergleich der Grenzwerte nach der 16. BImSchV [9] mit den Orientierungswerten der DIN 18005 [38] (siehe Tabelle 2) zeigt, dass beim Straßenbau höhere Werte zugelassen werden. Hier spielten u.a. die finanziellen Belastungen der öffentlichen Haushalte eine Rolle.

AKTIVER UND PASSIVER SCHALLSCHUTZ

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Arten der Lärmvorsorge: Als „aktiven Schallschutz“ bezeichnet man Maßnahmen an der Quelle, zum Beispiel lärmarme Straßendecken, Lärmschutzwände, -wälle, Einhausungen oder Tunnel. „Passiver Lärmschutz“ bedeutet hingegen, dass die Maßnahmen am Immissionsort erfolgen. Beispiel hierfür ist der Einbau von Schallschutzfenstern.

VORAUSSETZUNGEN FÜR DEN ANSPRUCH AUF LÄRMVORSORGE

Anspruch auf eine Lärmvorsorge besteht nach § 1 (2) 16. BImSchV [9] nur dann,

- wenn eine Straße neu gebaut wird, oder
- wenn sie baulich so stark *verändert* wird, dass sich daraus eine sogenannte „wesentliche Änderung“ ergibt. Eine wesentliche Änderung liegt in folgenden Fällen vor:
 - An einem Immissionsort erhöht sich der Pegel um mindestens 3 dB(A) – de facto ist dies bereits bei 2,1 dB(A) der Fall, da die Pegelzunahme ganzzahlig aufzurunden ist.
 - Es werden eine oder mehrere durchgehende Fahrstreifen angebaut – und zwar unabhängig davon, ob und um wie viel der Pegel tatsächlich steigt.

In all diesen Fällen dürfen die Grenzwerte der 16. BImSchV [9] (siehe Tabelle 3) grundsätzlich nicht überschritten werden.

ZUSATZKRITERIUM NR. 1

- Steigt der Beurteilungspegel von unter 70/60 dB(A)

Tag/Nacht auf mindestens 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) nachts, gilt der bauliche Eingriff ebenfalls stets als wesentlich. Damit können auch Lärmsteigerungen von weniger als 2,1 dB(A) zu einer „wesentlichen Änderung“ führen.

- Bei Pegeln, die über 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts liegen, gilt jede Erhöhung als eine „wesentliche Änderung“.

Zur Erinnerung: Der Beurteilungspegel wird nach den RLS-90 [8] errechnet. Siehe hierzu Kapitel 3.4.

ZUSATZKRITERIUM NR. 2

Der bauliche Eingriff in eine bestehende Straße muss „erheblich“ sein, damit er eine „wesentliche Änderung“ hervorrufen kann, d.h. es muss in die bauliche Substanz der Straße eingegriffen werden und es soll eine Steigerung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit erfolgen. Neben den erwähnten zusätzlichen Fahrstreifen sind dies z.B. der Bau von Anschlussstellen oder die Herstellung eines kreuzungsfreien Zustands. Der Bau von Standstreifen stellt zwar einen erheblichen baulichen Eingriff dar, eine Erhöhung des Beurteilungspegels um 3 dB(A) wird dadurch jedoch im Regelfall nicht erreicht. Kein „erheblicher baulicher Eingriff“ liegt vor, wenn nur bauliche Erhaltungs- und Unterhaltungsmaßnahmen oder kleinere Baumaßnahmen vorgenommen werden. Hierzu zählen das Versetzen von Bordsteinen, das Anlegen einer Verkehrsinsel oder auch der Bau einer Lichtsignalanlage – obwohl diese nach den RLS-90 [8] den Lärmpegel um 3 dB(A) erhöhen kann. Auch Ummarkierungen auf bestehenden Straßen mit der Schaffung zusätzlicher Fahrstreifen lösen keinen Rechtsanspruch auf Lärmvorsorge aus. Gleiches gilt für die Zunahme des Verkehrs durch Dauerumleitungen oder durch erhöhtes Verkehrsaufkommen. Ebenfalls kein Argument ist die allgemeine Verkehrszunahme. Weitere Beispiele und Erläuterungen findet man in den Verkehrslärmschutzrichtlinien VLärmSchR 97 [24].

KEINE GESAMTBEURTEILUNG VERSCHIEDENER LÄRMQUELLEN

Die Grenzwerte der 16. *BImSchV* [9], die gemäß § 41 *BImSchG* [22] „schädliche Umwelteinwirkungen“ verhindern sollen, gelten nur für den Verkehrsweg, um den es im Planungsverfahren geht. Das bedeutet, dass andere bestehende Verkehrswege nicht in die Berechnungen einbezogen werden dürfen. Es gibt somit keinen Gesamtbeurteilungspegel verschiedener Straßen, erst recht nicht unterschiedlicher Verkehrswege. Die anderen Straßen werden, wenn sie laut genug sind, in einem gesonderten Verfahren behandelt, nämlich im Rahmen einer möglichen Lärmsanierung. Allerdings sind dort die Werte, die eine Lärmsanierung auslösen, weitaus höher.

Abbildung 4 zeigt einen solchen Fall. Rechts, hinter den Bäumen versteckt, stehen Wohnhäuser. Da die Straße durch den Anbau weiterer Fahrstreifen baulich erheblich verändert wurde, ergab sich daraus ein Anspruch auf aktiven Schallschutz an der Straße. Es entstand daher eine begrünte Schallschutzwand (rechts neben der Straße / Bildmitte). Die Straßenbahn befindet sich jedoch in der Hand eines anderen Verkehrsträgers. Dessen Verkehrsweg blieb unverändert. Deshalb gab es hier keine Prüfung, ob eine „wesentliche Änderung“ vorliegt – die

Voraussetzung für eine Schallschutzmaßnahme. Die Folge: Die Schallemission der Straße wurde zwar reduziert, der Lärm der Straßenbahn dringt jedoch weiterhin ungehindert zu den benachbarten Wohnhäusern.

KOSTEN-NUTZEN-VERHÄLTNIS

Nach § 41 (2) *BImSchG* [22] findet Lärmschutz am Verkehrsweg dort seine Grenze, wo „die Kosten außer Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck stehen“. In diesem Fall kann der Baulastträger aktive und passive Maßnahmen kombinieren (z.B. eine niedrigere Lärmschutzwand und dafür zusätzlich Schallschutzfenster), in besonderen Ausnahmefällen sogar ganz auf passive Maßnahmen ausweichen oder eine Entschädigung in Geld vorsehen. Bei der Verhältnismäßigkeitsprüfung ist jedenfalls zunächst immer zu untersuchen, welche Schallschutzmaßnahme aufzuwenden wäre, damit die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden (sog. Vollschutz). Erst wenn sich dabei zeigt, dass der Aufwand hierbei unverhältnismäßig ist, sind schrittweise Abschlüsse vorzunehmen, um so die mit gerade noch verhältnismäßigem Aufwand zu leistende maximale Verbesserung der Lärmsituation zu ermitteln (siehe hierzu Urteil des BVerwG vom 13.05.2009, Az. 9 A 72.07).

Abbildung 4: Die Wohnbebauung liegt rechts hinter den Bäumen. Eine Lärmschutzwand befindet sich rechts an der Straße, jedoch nicht rechts neben der Straßenbahn. Ursache dieser Paradoxie sind verschiedene Baulastträger. (Foto Kühne)



Die pauschale Herleitung, dass die Aufwendungen für Schallschutzfenster immer erheblich billiger wären, entspricht also nicht den Vorgaben des § 41 (2) BImSchG [22]. Bei der Entscheidung spielen auch folgende Faktoren eine erhebliche Rolle: Zahl der Betroffenen, Bebauungsdichte, Höhe der Pegel, Vorbelastung, Belange des Ortsbildes, Brückenstatik.

Das Gesetz selbst enthält keine Vorgaben über die Verhältnismäßigkeit der Kosten von „aktiven“ zu „passiven“ Maßnahmen. Es gibt jedoch hierzu viele Gerichtsurteile

und Untersuchungen. Zu nennen ist u.a. die „Studie zur Kostenverhältnismäßigkeit von Schallschutzmaßnahmen – Grundsätze für die Prüfung nach § 41 (2) BImSchG“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt [42].

SCHALLSCHUTZMASSNAHMEN: JA – NEIN ?

Die nachfolgende Grafik stellt dar, wie ermittelt wird, ob ein aktiver Schallschutz bei Straßenneubau erforderlich ist. Das Flussdiagramm dabei führt über „Ja/Nein“-Aussagen zum Ergebnis.

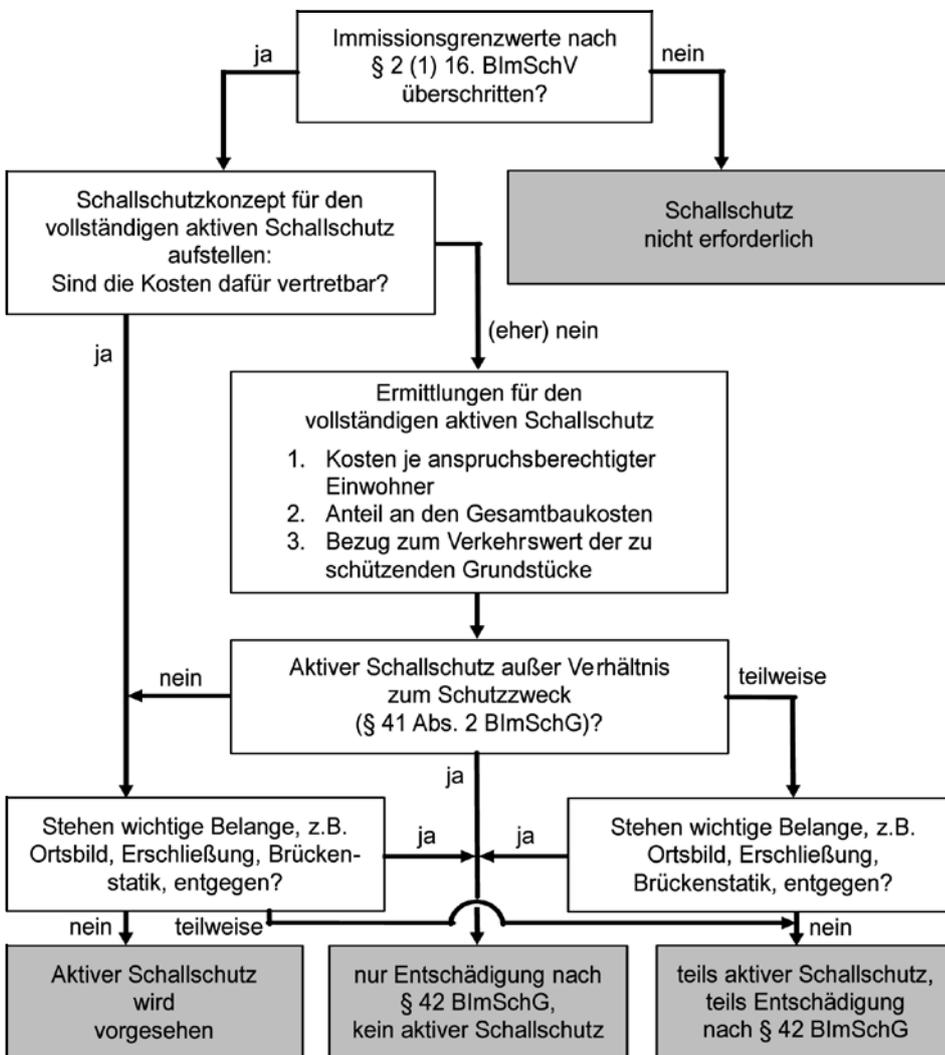


Abbildung 5: Schema Lärmvorsorge bei Straßenneubau

GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNGEN

Straßenverkehrliche Anordnungen wie Geschwindigkeitsbeschränkungen zählt das Bundesverkehrsministerium grundsätzlich nicht zum „aktiven“ Lärmschutz, obwohl diese die baulichen Eingriffe in ihrer Dimension verringern oder vielleicht ganz vermeiden würden. Als Ausgangsbasis sind zunächst alle baulichen Maßnahmen anzusetzen. Dazu gehören auch lärmarme Fahrbahndecken. Erst in den folgenden Schritten werden die Realisierbarkeit und das aufgezeigte Kosten/Nutzen-Verhältnis geprüft. Die Planfeststellungsbehörde muss hier sorgfältig abwägen.

FINANZIELLE ENTSCHÄDIGUNGEN

Die „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes“ *VLärmSchR* 97 [24] regelt, wie die Verwaltung bei der Lärmvorsorge und -sanierung sowie im Falle der Entschädigung vorzugehen hat. So sollen die Schallschutzmaßnahmen vorrangig am Verkehrsweg erfolgen, um nicht die Grenzwerte am Gebäude oder im Außenwohnbereich zu überschreiten. Wenn jedoch weder durch Maßnahmen am Verkehrsweg noch auf dem betroffenen Grundstück mit vertretbarem Aufwand ausreichender Schutz erzielt werden kann, erhält der Eigentümer eine finanzielle Entschädigung (§§ 41 und 42 *BImSchG* [22]). Diese ist grundsätzlich dafür vorgesehen, bauliche Verbesserungen am Gebäude vorzunehmen. Hierfür in Frage kommen Wände, Dächer, Decken, Fenster, Rollladenkästen und Türen. Im Regelfall sind die Fenster die akustischen Schwachpunkte. Sie werden durch Schallschutzfenster – in Schlaf-/Kinderzimmern auch mit Belüftungen – erneuert. Die Einbaukosten werden zu 100% ersetzt.

Außenwohnbereiche können nur finanziell entschädigt werden. Die Rechtsgrundlage findet sich in § 74 (2) Verwaltungsverfahrensgesetz *VwVfG* [43].

BERECHNUNG DES VERKEHRLÄRMS

Die lärmtechnische Planung von Straßen erfolgt durch akustisch fachkundige Bearbeiter oder Gutachter. Diese nutzen zertifizierte Rechenprogramme nach den *RLS-90* [8].

Einige Grundlagen zur Berechnung nach den *RLS-90* (siehe auch Kap. 3.2 und 3.4):

- Rechengröße ist ausschließlich der A-bewertete Beurteilungspegel L_r in dB(A).
- Die Beurteilungszeiträume sind mit tags 6.00 bis 22.00 Uhr, nachts 22.00 bis 6.00 Uhr festgelegt. Es gibt keinen besonderen Schutz des Abendzeitraums. Es erfolgt keine Gliederung nach Wochentagen.
- Die Berechnung erfolgt üblicherweise für einen Prognosehorizont von 10 bis 15 Jahren. Dies dient dazu, mögliche Entwicklungen der Verkehrsmengen zu berücksichtigen.
- Der Berechnung liegt eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) zugrunde. Dies ist – über alle Tage des Jahres – ein Mittelwert der Kraftfahrzeuge, die einen Straßenquerschnitt täglich passieren. Er wird in Kfz/24h angegeben. Die Verkehrsmenge wird durch aktuelle Zählungen und Prognoseberechnungen ermittelt.
- Unterschiedliche Kraftfahrzeugarten werden zusammengefasst. Es wird nur zwischen Pkw und Lkw mit über 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht unterschieden. Bis 2011 werden die *RLS-90* überarbeitet. Dabei erhöht sich die Gewichtsgrenze auf 3,5 t. Dies dient dazu, die Trenngrenzen, die beim Berechnen von Lärm und Luftschadstoffen derzeit noch existieren, zu harmonisieren. Krafträder und Busse sind in den *RLS-90* nicht aufgeführt, können aber wie Lkw eingestuft werden.
- Allen Berechnungen werden grundsätzlich solche Schallausbreitungsbedingungen zugrunde gelegt, die zu höheren Belastungen führen (leichter Mitwind).

- Mit zunehmendem Abstand von einer Straße (Linienuelle) nimmt das Geräusch mit etwa 4 dB(A) pro Entfernungsverdopplung ab. Eine spürbare Pegelminderung durch Abstandsvergrößerung erreicht man deshalb nur in der Nähe einer Straße.

Erkennt man Fehler in den Berechnungen, muss man dies noch während der Auslegung und der Einwendungsfrist der Planfeststellungsbehörde mitteilen [40]. Wartet man damit, bis der Planfeststellungsbeschluss vorliegt, kann dies dazu führen, dass der Fehler nicht mehr geltend gemacht werden kann („Präklusion“).

NACHTRÄGLICHE ANORDNUNG VON LÄRM-SCHUTZMASSNAHMEN

Ein solcher Anspruch besteht dann, wenn das prognostizierte Verkehrsaufkommen unvorhergesehen steigt und sich so die Lärmeinwirkungen erheblich erhöhen:

- Um 2,1 dB(A) – aufgerundet (wie bei den lärmtechnischen Berechnungen üblich) auf 3 dB(A);
- Es genügt auch ein geringerer Anstieg, wenn dadurch die Lärmsanierungswerte (siehe Kapitel 4.3.2) erreicht werden.

Der Anspruch muss innerhalb von 3 Jahren geltend gemacht werden, nachdem man von den nachteiligen Auswirkungen Kenntnis erlangt hat. Er ist jedoch 30 Jahre nach Fertigstellung der Straße verjährt [44]. Ein Nachbesserungsanspruch ist auch ausgeschlossen, wenn der Planfeststellungsbeschluss vor dem 7.7.1974 (Änderung des Fernstraßengesetzes) zustande kam.

4.3.2 LÄRMSANIERUNG AN BESTEHENDEN STRASSEN

Bei Verkehrswegen, die bereits vorhanden sind, besteht derzeit kein Rechtsanspruch auf einen ausreichenden Lärmschutz. Die öffentliche Hand ist somit nicht verpflichtet, eine Lärmsanierung vorzunehmen. Allerdings schützt das Grundgesetz GG [13] in Artikel 2 und 14 die körperliche Unversehrtheit und das Eigentum. Um dagegen nicht zu verstoßen, haben der Bund sowie mehrere Bundesländer per Haushaltsrecht Lärmsanierungsprogramme für ihre Straßen beschlossen. Auch Städte haben Sanierungsprogramme für ihre kommunalen Straßen aufgelegt. Alle Programme werden je nach Haushaltslage fortgeschrieben. Beispiel hierfür ist das Nationale Verkehrslärmschutzpaket II (2010) der Bundesregierung [45]. Hier wurden auch Mittel für kommunale Straßen bereitgestellt.

Die Abwicklung der Lärmsanierung erfolgt nach Dringlichkeit. Diese ergibt sich aus der Überschreitung der

Auslösewerte (siehe Tabelle 4) sowie nach den Haushaltsmitteln, die hierfür zur Verfügung stehen. Ansprechpartner vor Ort sind, je nach Widmung der Straße das zuständige Straßenbauamt, das (Tief-) Bauamt oder das Umweltamt der Kommune. Bei der Verwaltung für die Bundesfernstraßen gelten – wie bei der Lärmvorsorge – zusätzlich die „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes – VLärmSchR 97“ [24]. Andere Ämter werden sich daran orientieren.

Ein umfassenderer Weg zu einer Lärmsanierung ergibt sich aus der *Umgebungslärmrichtlinie* [10a], siehe hierzu Kapitel 4.5.

Die Art der zu schützenden Gebiete und Anlagen ergibt sich grundsätzlich aus den Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Nicht geschützt werden Gebiete, die der Er-

	Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	67 dB(A)	57 dB(A)
2. in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	69 dB(A)	59 dB(A)
3. in Gewerbegebieten	72 dB(A)	62 dB(A)

Um Lärmsanierungen auszulösen, muß einer der aufgeführten Immissionswerte (Beurteilungspegel) überschritten werden.

Anmerkung: Die Auslösegrenzwerte wurden gegenüber früherer Festlegungen mit der Verabschiedung des Bundeshaushaltes im März 2010 um 3 dB(A) abgesenkt.

Tabelle 4: Auslösewerte der Lärmsanierung im Haushaltsrecht des Bundes

holung dienen, z.B. Wochenend- und Ferienhausgebiete, Campingplätze oder Kleingartengebiete.

KEINE ZIELWERTE FÜR LÄRMSANIERUNG

Für die Sanierung gibt es keine Zielwerte. Aus Lärmwirkungssicht sind hier jedoch die Werte sinnvoll, die für die Lärmvorsorge gelten (Tabelle 3). Werden die Lärmsanierungswerte nämlich nur knapp unterschritten, würde dies trotz des finanziellen Aufwandes auf längere Zeit zu einer unzumutbaren Lärmbelastung führen (siehe Kapitel 2). Zudem droht die Gefahr, dass durch die Verkehrsmengensteigerung binnen kurzer Zeit erneut eine Sanierung ausgelöst wird.

BERECHNUNG

Die Beurteilungspegel werden wie bei der Lärmvorsorge nach den *RLS-90* [8] berechnet. Es wird in diesem Fall jedoch die **vorhandene**, nicht eine prognostizierte Verkehrsmenge zugrunde gelegt. Eine Gesamtbeurteilung der Geräuscheinwirkungen aus verschiedenen Verkehrswegen ist gegenwärtig nicht vorgesehen, obwohl sie aus Lärmwirkungssicht natürlich auch hier sinnvoll wäre.

MÖGLICHE MASSNAHMEN

Lärmsanierung besteht in Maßnahmen an dem zu schützenden baulichen Gebäude oder in Maßnahmen an der Straße. Wie bei der Lärmvorsorge gilt inzwischen auch bei der Sanierung der Grundsatz, dass aktiver Lärmschutz Vorrang vor passivem Lärmschutz hat, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist [46]. In lärmkritischen Breichen ist der Einsatz lärmmindernder Fahrbahnbeläge zwingend zu prüfen. Aktive Maßnahmen haben den Vorteil, dass über den Schutz der betroffenen Wohnungen hinaus auch der Außenwohnbereich sowie die umgebende Bebauung lärmgemindert werden. Mit dem Einbau schalldämmender Fenster lassen sich auch bei hohen Außenpegeln zumutbare Innenraumpegel erzielen. Da die Fenster in diesem Fall fast immer geschlossen gehalten werden müssen, sind zusätzlich Lüftungsanlagen vorzusehen. Die Fenster werden finanziell nur zu 75% ersetzt.

Als Lärmsanierungsmaßnahmen kommen neben den üblichen Lärmschutzwällen und -wänden auch lärmmindernde Fahrbahnoberflächen in Betracht. Denkbar sind auch verkehrsregelnde Maßnahmen nach § 45 *StVO* [27]. Werden die hohen Pegel allerdings durch starke Verkehrsmengen verursacht, sind die Minderungserfolge damit jedoch vergleichsweise gering.

4.3.3 PARKPLÄTZE

Öffentliche Parkplätze sind nach der 16. BImSchV [9] rechtlich wie Straßen zu behandeln. Die RLS-90 [8] enthalten ein eigenes Kapitel („4.5 Parkplätze“), wie die Lärmemissionen zu berechnen sind. Für die Beurteilung gelten die gleichen Regelungen wie für die Lärmvorsorge und -sanierung bei Straßen.

Allerdings haben Parkplätze schalltechnische Besonderheiten: Es überwiegen dort nicht die bekannten Geräusche eines frei fließenden Verkehrs, vielmehr dominieren einzeln wahrnehmbare Geräusche der An- und Abfahrten, von Türenzuschlagen, Anlassen von Motoren, Zusatzaggregaten, Verladebetrieb und letztlich auch Stimmengewirr. Somit wäre es zutreffender,

Parkplätze wie Anlagen nach § 3 (5) Bundesimmissionschutzgesetz BImSchG [22] zu behandeln. Hier wird zur Beurteilung die VDI 2058 „Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft“ [47] herangezogen. Nicht-öffentliche, privat betriebene Parkplätze, wie Kundenparkplätze von Geschäften, Gaststätten oder auch Bahnhofsparkplätze (P+R-Plätze) werden danach beurteilt. Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat in einer „Parkplatzlärmstudie“ [48] ein Rechenverfahren entwickelt, das die erwähnten Besonderheiten eines Parkplatzes berücksichtigt und inzwischen bundesweit angewendet wird.

4.4 LÄRMSCHUTZ DURCH STRASSENVERKEHRSRECHTLICHE REGELUNGEN

Die Straßenverkehrsordnung StVO [27] regelt das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und erlaubt Eingriffe in

den Straßenverkehrsfluss.

Vorschriften der Straßenverkehrsordnung, die direkt oder indirekt dem Lärmschutz dienen:

- Nach § 1 (1) erfordert die „Teilnahme am Straßenverkehr ständige Vorsicht und gegenseitige Rücksicht“.
- § 1 (2) „Jeder Teilnehmer hat sich so zu verhalten, dass kein Anderer geschädigt, gefährdet oder mehr, als nach den Umständen unvermeidbar, behindert oder belästigt wird“.
- § 22 (1) besagt, dass aufgeladene Gegenstände sowie Spannketten so zu sichern sind, dass kein vermeidbarer Lärm entsteht.
- § 30 (1) verbietet u.a. unnötigen Lärm bei der Benutzung von Fahrzeugen.
- Nach § 30 (3) dürfen an Sonn- und Feiertagen in der Zeit von 0 bis 22 Uhr Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über 7,5 t nicht

verkehren.

- Nach § 45 (1) der StVO können Straßenverkehrsbehörden „zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen die Benutzung bestimmter Straßen oder Straßenstrecken beschränken, umleiten oder auch verbieten“. Das gleiche Recht haben die Straßenverkehrsbehörden in Bade- und heilklimatischen Kurorten, in Luftkurorten, in Erholungsorten von besonderer Bedeutung, in Landschaftsgebieten und Ortsteilen, die überwiegend der Erholung dienen. Gleiches gilt in der Nähe von Krankenhäusern und Pflegeanstalten oder in unmittelbarer Nähe von Erholungsstätten außerhalb geschlossener Ortschaften.
- Nach § 45 (1c) können die Straßenverkehrsbehörden – im Einvernehmen mit der Gemeinde – innerhalb geschlossener Ortschaften, insbesondere

in Wohngebieten Tempo 30-Zonen anordnen. Die Zonen-Anordnung darf sich allerdings weder auf Straßen des überörtlichen Verkehrs noch auf weitere Zufahrtsstraßen erstrecken. An Kreuzungen und Einmündungen gilt dann grundsätzlich die allgemeine Vorfahrtsregelung „rechts vor links“.

- § 45 (1d): In zentralen städtischen Bereichen mit hohem Fußgängeraufkommen und überwiegender Aufenthaltsfunktion (verkehrsberuhigte Bereiche) können auch Zonen-Geschwindigkeitsbeschränkungen von weniger als 30 km/h angeordnet werden.

Aber: § 45 (9) schränkt die Möglichkeiten der Anordnungen erheblich ein. Danach dürfen Beschränkungen und Verbote des frei fließenden Verkehrs nur dann angeordnet werden, wenn „auf Grund der besonderen örtlichen Verhältnisse eine Gefahrenlage besteht, die das allgemeine Risiko einer Beeinträchtigung der in den vorstehenden Absätzen genannten Rechtsgüter erheblich übersteigt“.

Dennoch setzt sich in der Rechtsprechung sowie bei den Straßenverkehrsbehörden immer öfter durch, auf innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen Tempo 30 anzuordnen, um Gesundheitsgefahren abzuwehren. Ein Beispiel hierfür ist der Lärmaktionsplan der Stadt Berlin [49].

ORIENTIERUNGSHILFE FÜR STRASSENVERKEHRSBEHÖRDEN

Das Bundesverkehrsministerium hat für die Straßenverkehrsbehörden als Orientierungshilfe zur Entscheidung über straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen die „Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm – *Lärmschutz-Richtlinien-StV*“ [28] erlassen. Hierzu gehören Verkehrslenkung, Lichtzeichenregelung, Geschwindigkeitsbeschränkungen und Verkehrsverbote. Diese Maßnahmen kommen nach den Richtlinien „insbesondere“ – also erst dann – in Betracht, wenn die Werte überschritten werden, die eine Lärmsanierung auslösen. In Einzelfällen können die Straßenverkehrsbehörden jedoch schon dann eingreifen, wenn die Pegelwerte deutlich niedriger sind. Dies ist dann der Fall, wenn „die Lärmbelastung jenseits dessen liegt, was unter Berücksichtigung der Belange des Verkehrs im konkreten Fall als ortsüb-

lich hingenommen werden muss“. „Bei der Würdigung, ob straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen in Betracht kommen, ist nicht nur auf die Höhe des Lärmpegels, sondern auf alle Umstände des Einzelfalls abzustellen.“ Das bedeutet: Es ist nicht festgelegt, wie hoch die Minderung sein muss, die durch die verkehrsrechtliche Maßnahme erzielt wird. Auf jeden Fall sollte sie 3 dB(A) betragen und so hoch sein, dass die Richtwerte der Lärmsanierung unterschritten werden. Fahrverbote oder Umleitungen sollten allerdings nicht zu neuen Lärmbelastungen an anderer Stelle führen. Verkehrsbeschränkungen werden als nachrangig angesehen und sollen nicht bauliche oder andere Maßnahmen ersetzen, die technisch möglich und finanziell tragbar sind. So kann beispielsweise der Einbau einer lärmarmen Straßendecke eine Geschwindigkeitsbeschränkung ersetzen. Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen können sich für Ballungsgebiete und Hauptverkehrsstraßen künftig auch aus den Lärmaktionsplänen der *Umgebungslärmrichtlinie* [10a] (siehe Kapitel 4.5) ergeben.

BERECHNUNG

Wie in allen Verwaltungsverfahren wird der Immissionspegel ausschließlich nach den *RLS-90* [8] berechnet. Maßgeblich sind die errechneten Beurteilungspegel. Hier handelt es sich um Mittelungspegel, die Spitzenpegel werden nicht einzeln bewertet. Zudem beinhalten die *RLS-90* auch, dass nicht berücksichtigt wird, wenn eine Straßendecke schadhaft ist und damit zu einem höheren Beurteilungspegel führt. Aus Gründen der Sicherheit kann aber eine Geschwindigkeitsbeschränkung angeordnet werden.

In einem Planfeststellungsbeschluss für eine Straße dürfen i. d. R. keine verkehrsrechtlichen Maßnahmen festgelegt werden. Dies besagt Punkt 32 der Planfeststellungsrichtlinie *PlafeR 07* [44]. Das bedeutet, dass grundsätzlich mit der straßentypisch zulässigen Geschwindigkeit (z. B. 100 km/h für Pkw auf Bundesstraßen) gerechnet werden

muss. Damit liegt man vorerst für den Betroffenen auf der sicheren Seite. Die Straßenverkehrsbehörden können später – wie oben beschrieben – bei der fertigen Straße in begründeten Fällen die zulässige Geschwindigkeit einschränken.

4.5. LÄRMAKTIONSPLANUNG NACH EG-UMGEBUNGSLÄRMRICHTLINIE

Aufgrund der zunehmenden Lärmbelastung hat die Europäische Union im Jahr 2002 die *Richtlinie 2002/49 EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm* [10a] erlassen. Diese dient dazu, die Lärmbelastung in großen Städten und Ballungsgebieten systematisch zu erfassen und zu bekämpfen. Die Bundesregierung hat die Richtlinie im Jahr 2005 durch das „Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm“ [10b] in deutsches Recht umgesetzt. Es erfasst alle relevanten Lärmquellen: Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie Industrie. Die Belastung wird in „strategischen Lärmkarten“ dargestellt. Anschließend müssen die zuständigen Behörden Lärminderungspläne (Aktionspläne) erstellen. Diese enthalten Maßnahmen, die geeignet sind, die Lärmbelastung zeitnah zu verringern. Allerdings enthält die EG-Richtlinie bislang keine Grenzwerte oder zu erreichende Zielwerte. Das Recht, solche festzulegen, hat die EU den Mitgliedstaaten überlassen. Der deutsche Gesetzgeber hat jedoch von dieser Möglichkeit bisher (2010) keinen Gebrauch gemacht.

LÄRMKARTIERUNG UND AKTIONSPLANUNG

Bei der Lärmkartierung und Aktionsplanung spielen Information und Einbindung der Öffentlichkeit eine bedeutende Rolle: Die zuständigen Behörden sind verpflichtet, den Aktionsplan auszulegen. Die Bürger können hier Einwendungen erheben und Anregungen einbringen. Diese müssen von der Behörde einbezogen werden. Das Ergebnis dieser Abwägung ist darzulegen.

Erfreulicherweise verfolgt die Richtlinie [10a] nicht nur das Ziel, den Lärm in lauten Gebieten zu bekämpfen. Vielmehr geht es ihr auch darum, die Ruhe in bislang (relativ) leisen Gebieten – in Ballungsräumen und auf dem Land – zu erhalten.

FRISTEN

Die EG-Richtlinie [10a] setzt folgende Fristen, um die Lärmkarten und die darauf aufbauenden Aktionspläne zu erstellen:

- **Ballungsräume** mit mehr als 250.000 Einwohner sowie **Hauptverkehrswege** mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 6 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr: 18.7.2008;
- **Ballungsräume** mit mehr als 100.000 Einwohner und sämtliche **Hauptverkehrswege** mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 3 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr: 18.7.2013.

Werden bestimmte Belastungswerte überschritten, sind die Behörden verpflichtet, im Aktionsplan Minderungsmaßnahmen festzulegen.

UNTERSCHIEDE IN DEN BUNDESLÄNDERN

Mit der 34. Bundesimmissionsschutzverordnung 34. *BImSchV* [18] gibt es eine bundesweit einheitliche Vorschrift zur Kartierung. Es existiert jedoch keine bundeseinheitliche Verordnung zur Aktionsplanung. In Deutschland haben sich die Länder nicht auf eine gesetzliche Regelung einheitlicher Auslösewerte für Min-

derungsmaßnahmen einigen können. So hat jedes Bundesland eigene Werte festgelegt. Teilweise werden sogar höhere Pegel als für die Lärmsanierung herangezogen, um Maßnahmen zu entwickeln. Um diese umzusetzen, gilt (nur) die politische Selbstverpflichtung des jeweiligen Bundeslandes.

BERECHNUNG

Um die Schallimmissionen zu berechnen, wird das Verfahren „VBUS – Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen“ [11] verwendet. Es passt die RLS-90 [8] an die EU-Vorschriften an. Allerdings stimmt sie nicht vollständig mit der bisherigen in Deutschland praktizierten Art der Berechnung (siehe Kapitel 3.4) überein. Abweichungen gibt es vor allem bei den Zeithorizonten: Neben Tag und Nacht berücksichtigt die VBUS zusätzlich den Abend zwischen 18.00 und 22.00 Uhr. Hinzu kommen unterschiedliche technische Parameter. So beinhaltet die VBUS einen Reflexionszuschlag an der ersten Hauswand. Zudem verwendet sie

eine andere Immissionsorthöhe, abweichende Ausbreitungsrechnungen (Fortfall der Mitwindberechnung) sowie unterschiedliche Berechnungsmethoden an Schirmen. Daneben entfällt der Kreuzungszuschlag. Daraus ergeben sich je nach örtlicher Situation Unterschiede in den Ergebnissen. Für die weiteren Planungsverfahren sowie bei der Beurteilung zur Inanspruchnahme von Lärmsanierungsprogrammen gelten nach wie vor die RLS-90 [8]. Hierzu wird auf die Infobox in Kapitel 3.4 verwiesen.

AUSKUNFT

Bürger können bei der Gemeindeverwaltung nachfragen, ob die Kommune verpflichtet ist, eine Lärmkartierung vorzunehmen. Zudem können sie dort erfahren, ob bereits ein Lärminderungsplan existiert und wann er umgesetzt werden soll. Auch können sie die öffentliche Information und Anhörung nutzen, um Wünsche und Bedenken vorzutragen. Diese Anfragen kann jedermann stellen, nicht nur Lärmbetroffene.

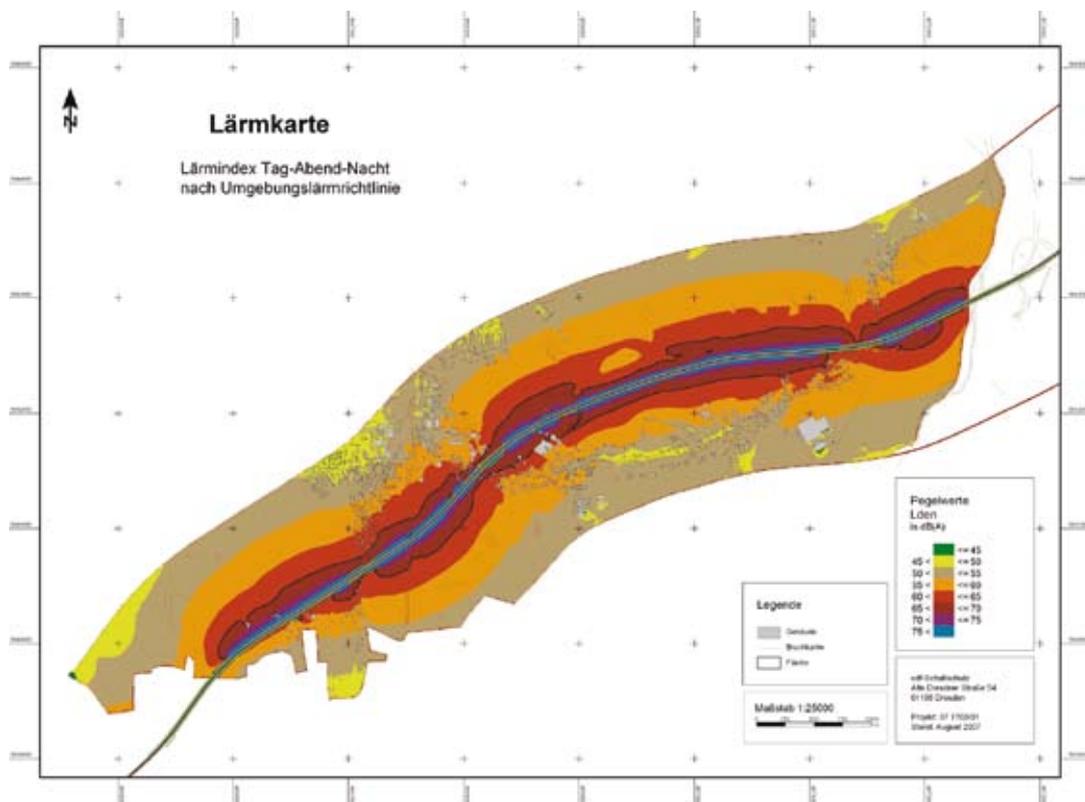


Abbildung 6: Beispiel einer Lärmkarte für den Lärmindex L_{DEN} an einer Autobahn

LÄRMKARTEN – LÄRMAKTIONSPLANUNG

In Abbildung 6 ist eine Lärmkarte mit Lärminde x L_{DEN} an einer Autobahn dargestellt und die Schallpegelwerte

sind in 5 dB-Stufen verschiedenen Farben zugeordnet.

Folgende Publikationen enthalten Informationen und helfen Kommunen bei der Lärmaktionsplanung:

- Informationen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) mit „LAI-Hinweisen zur Lärmaktionsplanung“ [50],
- „Umgebungsärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung Silent City“ [51],

- „Lärmaktionsplanung in Ballungsräumen, Hinweise zur strategischen Planung und zu verbesserten Wirkungsanalysen am Beispiel des Ballungsraums Hamburg“ [52]
- *Hinweise für die Lärmaktionsplanung*; Informationsbroschüre für Städte und Gemeinden [53].

4.6 RECHTSVORSCHRIFTEN FÜR DIE GERÄUSCHEMISSION VON FAHRZEUGEN

Alle in der Europäischen Union zugelassenen Fahrzeuge benötigen eine allgemeine Betriebserlaubnis. Bevor ein Fahrzeugmodell in Serie geht, werden an einem Typprüf-fahrzeug unter anderem die Geräusche gemessen. Diese dürfen – leistungsabhängig – bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. In Deutschland stehen die Zulassungsvorschriften in § 49 Straßenverkehrszulassungsordnung *StVZO* [29]. Für das Messverfahren gilt die *ISO-Norm 362-1* [32].

ANTRIEBSGERÄUSCH

In der Vergangenheit dominierte bei allen Fahrzeugen das Antriebsgeräusch. Besonders hohe Werte traten auf, wenn in niedrigen Gängen voll beschleunigt wurde. Daher wurde bei der Typprüfung ermittelt, welche Geräusche entstehen, wenn im 2. Gang bei 50 km/h kräftig beschleunigt wird. Auf der Grundlage dieses Verfahrens wurden im Jahr 1970 europäische Grenzwerte eingeführt (*Richtlinie 70/157/EWG* [30]). Diese wurden seitdem – getrennt für Pkw, Lkw, Bus und Motorräder – um bis zu 12 dB(A) abgesenkt, letztmalig 1995. Bei den Schwerfahrzeugen hat sich diese Grenzwertabsenkung in allen Fahrzuständen, insbesondere aber bei der Anfahrt in Ampelnähe sowie bei Steigungen spürbar

ausgewirkt. Ebenso verminderten sich die Geräusche im Innenraum. Anders sieht es bei den Pkw aus. Hier haben sich die Vorbeifahrpegel kaum verändert, die Reifenabrollgeräusche dominieren bereits bei Geschwindigkeiten über 30 km/h.

ROLLGERÄUSCH

Reifen konnten lange Zeit beliebige Geräusche erzeugen. Erst die *Richtlinie 2001/43/EG* [33] definierte Grenzwerte für Reifen. Diese richten sich nach der Reifbreite und waren von Anfang an so hoch, dass kein marktgängiger Reifen vom Markt genommen werden musste. Insofern veränderte die Richtlinie bis heute nicht die Vorbeifahrpegel. Weiteres Problem: Sie erfasst nicht die runderneuten Reifen, obwohl diese bei schweren Nutzfahrzeugen einen Marktanteil von etwa 50 % haben. Lkw-Reifen sind größer, härter und haben eine ausgeprägte Profilierung. Besonders Antriebsachsenreifen, die aus fahrtechnischen und Langlebigkeitsgründen blockartig profiliert sind, neigen häufig zu periodischer und damit tonaler Geräusentwicklung. Diese Reifen „singen“, was man an Autobahnen selbst in größeren Entfernungen noch deutlich hören kann. Feinraue Fahrbahnbeläge, die das Geräusch von Pkw-Reifen mindern,

fördern bei Lkw-Reifen diesen Effekt noch. Lkw-Reifen dürfen zudem bis zu 9 dB(A) lauter sein als Normalreifen. Inzwischen wurde die EG-Richtlinie überarbeitet, niedrigere Grenzwerte gelten ab 2012. Doch die

Geräuschemissionen werden sich dadurch wieder nicht deutlich verringern, weil die neuen Grenzwerte lediglich den aktuellen Stand der Technik beschreiben.

5. MASSNAHMEN ZUM SCHUTZ VOR VERKEHRSLÄRM

Wohnungen, Betriebe, Arbeitsplätze, Einkaufszentren und Erholungsbereiche spielen eine große Rolle für die Verkehrserzeugung. Zur Erschließung sind Straßennetze ein integraler Bestandteil der Städte und der Wohngebiete. Für Stadt- und Verkehrsplanung sind grundsätzlich die Kommunen zuständig. Um Verkehrslärmbelastungen kurzfristig spürbar zu verringern, sind meist mehrere planerische, verkehrliche, technische, bauliche, ge-

stalterische sowie organisatorische Maßnahmen nötig. Hinzukommen muss die Eigenverantwortlichkeit. Denn der Fahrer eines Fahrzeugs ist nicht nur Betroffener des von ihm beklagten Lärms, sondern auch Verursacher.

Einzelne Minderungsmaßnahmen lassen häufig den Eindruck entstehen, dass sie zu wenig wirken. Oft wird aber in der Summe eine spürbare Lärmentlastung erreicht.

5.1. VERKEHRSVERMEIDUNG – VERKEHRLENKUNG – VERKEHRSMANAGEMENT

STADT DER KURZEN WEGE

Eine integrierte Stadt- und Verkehrsplanung wird versuchen, die Wege zwischen den verschiedenen Aufenthaltsorten in einer Stadt, wie Wohnungen, Arbeitsplätzen, Einkaufszentren und Erholungsgebieten zu minimieren. Gute Erreichbarkeit zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem Öffentlichen Verkehr vermeidet Individualverkehr mit dem Auto, was lärmindernd wirkt. Auch die Versorgung mit Gütern aus lokaler oder regionaler Produktion reduziert den Verkehrsaufwand und damit Umweltbelastungen.

ZU FUSS GEHEN

Mobilität muss nicht zwingend mit dem eigenen Pkw erfolgen. Gerade in der „Stadt der kurzen Wege“ oder in kleineren Gemeinden lassen sich viele Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurücklegen. Ist man nicht behindert oder muss keine Lasten befördern, ist das Zufußgehen fast immer die gesündeste, emissionslose, kostengünstigste und erlebnisreichste Fortbewegungsart. Hierfür wird zudem kein Parkraum benötigt. Schmale Wege und Gassen oder auch Treppen lassen sich problemlos bewältigen. Erforderlich sind aber sichere und attraktive, ausreichend breite, ebene und gut ausgeleuchtete Fußwege, die es ermöglichen, die kürzesten Verbindungen zu wählen. Um die Sicherheit zu erhöhen, sind ausreichende, ebenerdige Quermöglichkeiten erforderlich – eventuell mit Fußgängerinseln. Außerdem sollen an Ampeln die Wartezeiten kurz, die Grünphasen hingegen lang sein. Eine wichtige Rolle spielt zudem die Aufenthaltsqualität im städtischen Verkehrsraum. Sie verbessert sich durch

lärmmilde Straßenbeläge sowie durch niedrigere Kfz-Geschwindigkeiten, die weniger Abgase, Staub und Lärm verursachen.

RADFAHREN

Der Radverkehr bietet ähnliche Vorteile wie der Fußgängerverkehr. Für kürzere Entfernungen ist er die schnellste Fortbewegungsart. Auch hier sind attraktive und sichere Fahrradwege und -netze erforderlich, ebenso großzügige und sichere Abstellmöglichkeiten. Erleichtert wird das Fahrradfahren durch Entwicklung sogenannter „Pedelecs – Pedal Electric Cycles“ (siehe Abbildung 7). Hier helfen kleine Elektromotoren beim Treten. Auch E-Mofas tragen dazu bei, das Fahren auf Zweirädern in der Stadt attraktiver zu gestalten.



Abbildung 7: Pedelec – Elektrofahrrad (Foto Fürst)

Auf längeren Distanzen ist die Kombination von Schienennahverkehr und Fahrrad oft die schnellste Fortbewegungsart. Dazu muss die Fahrradmitnahme in allen Zügen zu akzeptablen Kosten möglich sein.

ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR (ÖPNV)

Öffentliche Verkehrsmittel verringern den Individualverkehr und damit auch den Geräuschpegel, insbesondere wenn lärmmilde Busse und Straßenbahnen eingesetzt werden. Die Häufigkeit und die Höhe der einzelnen Vorbeifahrpegel reduzieren sich.

Innerstädtischer Verkehr lässt sich durch viele Maßnahmen verringern:

- Parkraumbewirtschaftung
- Preispolitik: Parkgebühren, Park-and-Ride-Parkplätze mit ÖPNV-Fahrschein, City-Maut, keine Subventionierung des Pkw für Fahrten zur Arbeitsstätte
- Begrenzung der Flächen für den Individualverkehr: Vorhalt von Fahrstreifen für den ÖPNV oder Radverkehr, Einrichtung von Fußgängerzonen und Plätzen in historischen Zentren
- lokale Fahrverbote für bestimmte Fahrzeugarten zu bestimmten Zeiten: Nachtfahrverbote. Lokale Fahrverbote sind die Grundlage, um leisere Fahrzeuge zu fördern, indem diese von den Fahrverboten ausgenommen werden (Benutzervorteil)

VERMEIDUNG VON INNERSTÄDTISCHEM LKW-VERKEHR

Schwieriger hingegen ist die Vermeidung des innerstädtischen Lkw-Verkehrs, da kaum Transportalternativen zur Verfügung stehen. Mit einer gezielten City-Logistik (Ersatz von Einzellieferungen durch Sammelanlieferungen) können aber Transportwege reduziert werden. Auch der individuelle Einkaufsverkehr kann hierdurch vermindert werden.

Verkehrsströme lassen sich bei Bedarf auch so lenken, dass lärmsensible Gebiete umfahren werden – beispielsweise mit Lkw-Routen durch Gewerbegebiete statt durch Wohnbereiche. Lkw-Durchfahrverbote verhindern, dass

Lkw-Fahrer kürzere oder billigere Strecken nutzen. Die Gesundheit der Anwohner muss hier Vorrang haben. Nachtfahrverbote für Lkw zum Schutz der Wohnbevölkerung können auf Grundlage des § 45 (1) Straßenverkehrsordnung *StVO* [27] angeordnet werden.

VERKEHRSLENKUNG

Folgende Instrumente können für Fahrer die Attraktivität einer Straße herabsetzen:

- Geschwindigkeitsbeschränkungen,
- Ampelschaltungen,
- bauliche Maßnahmen, um die Fahrbahnbreiten zu verringern,
- Verschwenkungen,
- Baumtore,
- Einbahnstraßenregelungen sowie die Schaffung von Stichstraßen.

Mit Verkehrsleitsystemen lassen sich ebenfalls Verkehrsströme lenken. Parkleitsysteme mit Informationen über die Anzahl freier Plätze minimieren den Parksuchverkehr.

VERKEHRSBÜNDELUNG

Grundsätzlich sollte durch ein Verkehrsmanagement nicht ortsüblicher Verkehr auf Erschließungsstraßen in Wohngebieten verhindert werden. Häufig bedeutet dies allerdings eine Verlagerung auf andere Straßen mit ent-

sprechenden Zunahmen der Lärmemissionen. Durch die Bündelung auf Hauptverkehrsstraßen sind die Mehrbelastungen meist gering (logarithmische Addition!), die Entlastungen auf gering befahrenen Straßen jedoch deutlich spürbar. Wegen der hohen Lärmbelastung auf der Hauptverkehrsstraße sollte eine Bündelung immer mit gleichzeitig wirksamen Lärminderungsmaßnahmen einhergehen. Die Bündelung von Verkehr hat allerdings da seine Grenzen, wo durch diese Maßnahme Grenzwerte der Luftreinhaltung – insbesondere für Feinstaub und Stickstoffdioxid – überschritten werden.

WIRKUNGEN

Physikalisch gesehen ist die akustische Wirksamkeit der beschriebenen einzelnen Maßnahmen oft nicht sehr hoch, selbst eine Halbierung der Fahrleistungen bedeutet nur eine mittlere Reduzierung um 3 dB(A). Möchte man den Pegel um 5 dB(A) senken, müsste der Verkehr sogar um 70 % eingeschränkt werden. Die **empfundenen** Wirkungen liegen jedoch meist weit höher. Eine der Gründe sind wahrnehmbare Verkehrspausen, die Verbesserung der Aufenthaltsqualität und der Verkehrssicherheit. Außerdem unterstützt die Verkehrsvermeidung neben dem Lärmschutz weitere Umweltziele. Hierzu gehören insbesondere Klimaschutz, Luftreinhaltung und sparsamer Verbrauch von Flächen.

5.2 GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNG – VERKEHRSBERUHIGUNG

Eine Reduzierung der Geschwindigkeit verringert grundsätzlich auch die Lärmemission. Der Erfolg dieser vergleichsweise preisgünstigen Maßnahme hängt jedoch entscheidend davon ab, ob die Verkehrsteilnehmer sich daran halten. Meist wird dies nur durch konsequente Kontrollen erreicht.

AUTOBAHNEN UND SCHNELLSTRASSEN

Hier kann eine Geschwindigkeitsbegrenzung nur dann wirksam sein, wenn sie auch den pegeldominierenden Schwerverkehr mit erfasst. Das heißt, dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit des Lkw-Verkehrs beispielsweise auf 60 km/h herabgesetzt werden muss. Um einen stetigen Verkehrsfluss zu erzielen, müsste dann der

Pkw-Verkehr auf höchstens 80 km/h festgesetzt werden. Auf diese Weise lassen sich die Mittelungspegel um etwa 3 dB(A) mindern. Spitzenpegel können aber im Nahbereich einer Autobahn um bis zu 10 dB(A) abnehmen. Die Beschränkungen sind nachts aufgrund der geringeren Verkehrsdichte wirkungsvoller als tagsüber.



Abbildung 8: Zeit- und fahrzeugabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung (Foto Kühne)

ZEITLICHE GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNGEN

An vielen Straßen nimmt bereits am frühen Abend die Verkehrsdichte ab, zugleich steigt die mittlere Geschwindigkeit an. Daher könnte – im Sinne der EG-Umgebungslärm-Richtlinie (siehe Kapitel 4.5) – zum Schutz der Ruhezeit bereits ab 19 Uhr die Geschwindigkeitsbegrenzung einsetzen. Ebenso denkbar wäre, eine derartige Beschränkung ganztägig für Sonn- und Feiertage vorzusehen, denn dann ist das Erholungsbedürfnis besonders hoch. Es ist aber möglich, auf Hauptverkehrsstraßen die Geschwindigkeit aus Lärmschutzgründen ganztägig auf 30 km/h zu beschränken – und zwar unabhängig von der Umgebungslärmrichtlinie auf Grundlage des § 45 Straßenverkehrsordnung. So hat beispielsweise Berlin auf vielen Straßenabschnitten diese Anordnung durchgesetzt [49]. Im Handbuch der kommunalen Ver-

kehrplanung – Beitrag zur Lärmaktionsplanung / LAP Berlin wird das Thema „Effekte von Geschwindigkeitsbeschränkungen“ aktuell abgehandelt (mit zitierten Gerichtsurteilen) [54].



Abbildung 9: Gebietsbezogene und zeitabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung (Foto Kühne)

STRECKENBEEINFLUSSUNGSANLAGEN

Streckenbeeinflussungsanlagen können Geschwindigkeiten variabel reduzieren. Zurzeit setzen sie jedoch die Geschwindigkeiten nur deshalb herab, um durch homogenen Verkehrsfluss den Durchsatz zu erhöhen. Abends und nachts, wenn wieder hohe Geschwindigkeiten mit hohen Pegelspitzen gefahren werden können, werden die Anlagen deaktiviert. Dem Lärmschutz dienen sie somit nicht.

POSITIVER EFFEKT – GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNGEN SPAREN KOSTEN

Sinken die Lärmemissionen, verringern sich auch die Dimensionen der Lärmschutzanlagen – sowohl in der Höhe als auch in der Länge. Durch Geschwindigkeitsbeschränkungen lassen sich somit Kosten einsparen. In

den Abbildungen 8 und 9 sind zwei Möglichkeiten einer Geschwindigkeitsbeschränkung aufgeführt.

In einem Forschungsvorhaben „Flächenhafte Verkehrsberuhigung – Folgerungen für die Praxis“ [55] wurden bereits 1992 verschiedene Aspekte zusammengefasst. Der Bericht ist leider vergriffen, jedoch in Fachbibliotheken einsehbar.

GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNGEN VOR ORTSEINFahrTEN

Im Bereich von Ortseinfahrten wird häufig zu schnell gefahren. Deshalb sollte bereits deutlich vorher eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 70 km/h festgesetzt werden. Gegebenenfalls können bauliche Maßnahmen wie Einengungen, Verschwenkungen bis hin zu Kreisverkehren dies unterstützen.

INNERSTÄDTISCHE GESCHWINDIGKEIT

Grundsätzlich beträgt die gesetzliche innerstädtische Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Diese wird aus Gründen des Lärmschutzes, der Minderung der Luftbelastung und der Verkehrssicherheit durch Anordnungen **geringerer** Geschwindigkeiten immer häufiger aufgehoben. Eine innerörtliche Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h vermindert den Mittelungspegel zwar nur um etwa 2 bis 3 dB(A), die Vorbeifahrpegel können jedoch bis zu 7 dB(A) niedriger liegen, wenn Beschleunigungen vermieden werden. Das positive subjektive Empfinden durch die erhöhte Sicherheit ist dagegen außerordentlich hoch. „Tempo 30“ kann grundsätzlich auf **allen** Straßen angeordnet werden; eine Beschränkung auf bestimmte Straßenkategorien gibt es nicht.

Vorzugsweise wird Tempo 30 als Zonengeschwindigkeit in Wohngebieten eingeführt. Hierbei soll der Kfz-Fahrer die Zone bereits bei der Einfahrt gut erkennen. Das Gesamtbild des Gebiets muss dem Fahrer immer



Abbildung 10 : Tempo 30-Zone (Foto Kühne)

das Bewusstsein vermitteln, sich in einer geschwindigkeitsbeschränkten Zone aufzuhalten, ohne dass Verkehrszeichen wiederholt aufgestellt werden. Tempo 30-Zonen dienen nicht nur dem Lärmschutz, sondern auch der Sicherheit. Hier wird nochmals auf das bereits 1985–1992 durchgeführte Forschungsvorhaben „Flächenhafte Verkehrsberuhigung“ [55] verwiesen.

UNTERSTÜTZUNG DURCH BAULICHE MASSNAHMEN

Um einen lärmtechnisch günstigen stetigen Verkehrsfluss zu erreichen, sollte der Straßenraum der verringerten Höchstgeschwindigkeit angepasst werden. Je nach städtebaulicher Situation eignen sich hierzu Fahrbahnverengungen, Verschwenkungen oder Mittellinien. Vorsicht bei Schwellen und Aufpflasterungen! Dies sind in der Regel neue Lärmquellen. Die Veränderungen des Geräuschcharakters durch diese Elemente sind besonders lästig. Außerdem provozieren die Unstetigkeitsstellen

auch Beschleunigungen und Verzögerungen, die ja gerade vermieden werden sollen. Für die Gestaltung akzeptabler Einbauten wird auf die *Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen* [56] (ehemals EAE 85/95) verwiesen. Auch eine unübersichtliche Kreuzung ohne Vorfahrtsregelung kann dazu führen, dass mit niedrigem Gang und damit höheren Drehzahlen gefahren wird, um Reserven für die Beschleunigung vorzuhalten.

KOPFSTEIN- UND KLEINPFLASTER

Gepflasterte Straßen verursachen auch bei Tempo 30 zusätzliche Reifenabrollgeräusche. Wird aus städtebaulichen Gründen Kopfstein- oder Kleinsteinpflaster gewünscht, sollte die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 10 bis 20 km/h herabgesetzt werden. Zudem sollten die Steine lärmarm angeordnet werden. Die Wirkung einer solchen lärmarmen Anordnung wurde in Rostock beispielhaft erprobt [57]. Gegebenenfalls bietet sich der Einbau von Kunststeinpflaster an. Diese gibt es mit spezieller Oberflächentexturierung in lärmarter Ausführung (siehe Kapitel. 5.7.1).

VERKEHRSBERUHIgte BEREICHE

Verkehrsberuhigte Bereiche (siehe Abbildung 11) oder Begegnungszonen sind öffentliche Verkehrsflächen. Allerdings gilt hier – anders als bei Tempo 30-Zonen – nicht mehr das Prinzip, dass Fußgänger und Fahrzeuge räumlich getrennt werden. Die Fußgänger können die gesamte Straßenfläche benutzen. Selbst das Spielen von Kindern ist auf der gesamten Straßenfläche erlaubt. Die Autofahrer müssen Schrittgeschwindigkeit einhalten. Fußgänger und Kraftfahrer müssen gegenseitig Rücksicht nehmen.



Abbildung 11: Verkehrsberuhigter Bereich, „Spielstraße“ (Foto Kühne).

GESTALTUNG VERKEHRSBERUHIgTER BEREICHE

Die Aufhebung der Trennung der Verkehrswege sollte sich durch die Gestaltung der Straßenfläche widerspiegeln. Daher wird eine bauliche Trennung von Gehwegen und Fahrbahnen weitgehend vermieden. Zusätzliche Gestaltungselemente im Straßenraum wie Pflanzbeete oder Bänke beleben das Bild und veranlassen Autofahrer, rücksichtsvoll zu fahren. Anfang und Ende eines solchen Bereiches sind wie bei den Tempo 30-Zonen durch Tor-situationen baulich besonders zu gestalten und mit den entsprechenden Verkehrszeichen zu kennzeichnen (siehe Abbildung 11). Hier wurden Minderungen der Mittelungspegel von etwa 4 dB(A) gemessen [55]. Die subjektive Empfindung liegt jedoch – wie bereits bei mehreren Minderungsmaßnahmen erwähnt – deutlich höher.

Eine Besonderheit stellen die „verkehrsberuhigten Geschäftsbereiche“ dar. Sie sind ebenfalls geschwindigkeitsbeschränkt und kommen vor allem in Innenstadtbereichen größerer Städte in Betracht, so zum Beispiel auf Marktplätzen.

5.3 NIEDERTOURIGE FAHRWEISE

Autofahrer können durch ihre Fahrweise zur Lärmmin- derung beitragen. Rücksichtsvolle und lärmbewusste Fahrer halten Geschwindigkeitsbegrenzungen ein. Dies gilt besonders in der Nacht, wenn freie Straßen höhe- re Geschwindigkeiten zulassen würden. Durch voraus-

schauendes und niedertouriges Fahren – zügiges Hoch- schalten, Fahren im technisch höchst möglichen Gang – können bei gleichem Geschwindigkeitsniveau die Lärmemissionen und der Kraftstoffverbrauch gemindert werden.

5.4 UMGEHUNGSSTRASSE

Hohe Erwartungen werden in den Bau einer Umge- hungsstraße gesetzt. Viele Bürger hoffen auf „idyllische“ Zustände, wenn der Verkehr aus dem innerörtlichen Bereich herausgenommen wird. Reduziert man den Ver- kehr um 90 %, erreicht man Pegelminderungen von etwa 10 dB(A). Leider trifft so eine verkehrliche Entlastung dauerhaft nur selten zu. Tatsächlich füllt sich der freie Verkehrsraum schnell durch vermehrten Ziel- und Quell- verkehr wieder auf. Um dies zu verhindern, muss man die entlasteten Straßen zurückbauen und zusätzliche Maßnahmen ergreifen, die die Geschwindigkeit dämp- fen. Weiterhin sollte man ausschließen, dass noch Durch- gangsverkehr verbleibt. Dies gilt insbesondere für den durchfließenden Lkw-Verkehr. Leider ist das manchmal nur schwer durchsetzbar, wenn die alte Trasse als Umlei-

tungsstrecke weiterhin zur Verfügung stehen muss.

Bei der Trassierung der Umgehungsstraße ist darauf zu achten, dass ihr Lärm nicht bisher ruhige Randge- biete und Naherholungsbereiche zerstört. Wichtige In- strumente sind hierbei Gradientenführung, lärmarme Fahrbahndecken, bauliche Lärmschutzmaßnahmen und Geschwindigkeitsbeschränkungen. Ist die Trasse zu weit entfernt oder durch ein zu striktes Tempolimit nicht attraktiv genug, verleitet dies dazu, weiterhin die alte, streckenmäßig kürzere Ortsdurchfahrt zu benutzen.

Den ortsfremden Verkehr herauszunehmen, erhöht auf jeden Fall die Sicherheit. Zugleich trägt es dazu bei, die innerörtliche Aufenthalts- und Wohnqualität zurückzu- gewinnen.

5.5 FAHRZEUGBEZOGENER LÄRM

Kraftfahrzeuglärm entsteht im Wesentlichen aus folgen- den Quellen:

- Das **Antriebsgeräusch** umfasst die mechanisch beding- ten Anteile von Motor und Antriebsstrang (Getriebe) sowie die Verbrennungs- und Strömungsgeräusche. Es steigt mit der Motordrehzahl und der Motorlast. Verkehrssituation und Fahrweise bestimmen somit das Antriebsgeräusch.
- Das **Rollgeräusch** entsteht beim Abrollen der Reifen auf der Fahrbahn. Es nimmt mit der Geschwindigkeit zu und hängt wesentlich von der Art und Beschaffen-

heit der Fahrbahn ab. Daher spricht man auch von einem „Reifen-Fahrbahn-Geräusch“.

Minderungsmaßnahmen sind an diesen beiden Kompo- nenten anzusetzen. Sie reduzieren den Lärm an seiner Quelle. Maßnahmen, die direkt an der Quelle der Gerä- uschentstehung realisiert werden, haben den Vorteil, dass sie sich auf alle betroffenen Immissionsorte gleichzeitig auswirken, also zu beiden Seiten der Straße, in jeder Ent- fernung zur und jeder Höhe über der Straße. Damit min- dert man den Straßenlärm im Straßenraum besonders

wirksam. Leisere Fahrbahndecken wirken unmittelbar nach Einbau an den betroffenen Immissionsorten.

Leisere Fahrzeuge und Reifen wirken erst, wenn die Mehrheit der Fahrzeuge und Reifen ersetzt wurde, dafür aber dann im gesamten Straßennetz.

5.5.1 ANTRIEBSGERÄUSCH VON PKW – LKW – BUS

SCHALLQUELLEN AM PKW

Bereits ab einer Geschwindigkeit von etwa 30 bis 40 km/h dominieren bei den heutigen Pkw die Abrollgeräusche – abhängig von der Art der Fahrbahnoberfläche und der Reifen. Auf Kopfsteinpflaster „nageln“ insbesondere die harten, breiten Reifen. Dies gilt selbst in Tempo 30-Zonen. Für Reifen gab es bis 2001 keine akustischen Grenzwerte, siehe Kapitel 4.6. Dies ist ein Grund, warum sich die durchschnittlichen Vorbeifahrpegel der Kraftfahrzeuge in den letzten 30 Jahren kaum verändert haben [58], obwohl bei der Typprüfung die Grenzwerte abgesenkt wurden. Der Grund liegt in

widerspiegelt, muss sich noch zeigen. Typische Fahrzustände abendlichen und nächtlichen Verkehrs, dessen Geräusche die Schlafqualität bestimmen, sind jedenfalls kaum enthalten.

SCHALLQUELLEN AM LKW

Im Stadtverkehr sind Lkw – durch ihren stärkeren Motor – etwa doppelt so laut wie Pkw. Dazu haben die Fahrleistungen von Transportern (Leicht-Lkw) deutlich zugenommen. Auch sie sind lauter als Pkw. Dieselfahrzeuge sind zudem häufig akustisch auffälliger als Pkw mit Ottomotoren.

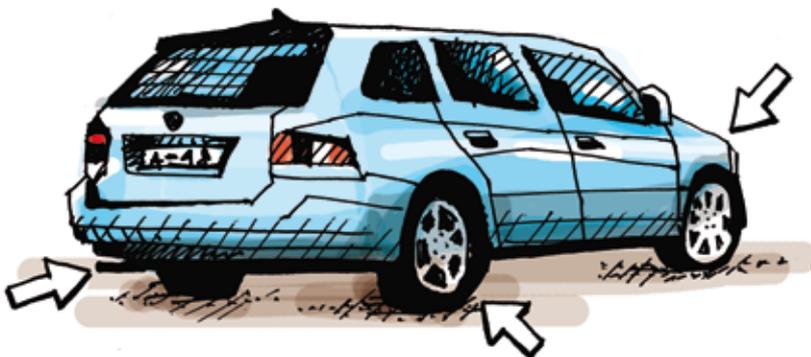


Abbildung 12: Schallquellen am Auto

dem Messverfahren. Vor einer weiteren Herabsetzung der Grenzwerte muss also auch das Messverfahren so abgeändert werden, dass im Alltag typische Fahrzustände – innerstädtisch tagsüber, abends und nachts, frei fließender Verkehr auf Ringstraßen und Autobahnen – als Grundlage herangezogen werden. Die hierfür maßgebende Norm *DIN ISO 362-1* wurde zwischenzeitlich überarbeitet [32]. Ob die neue Norm das tatsächliche Fahrverhalten mit den typischen, oft einzeln hervortretenden Geräuschen zu allen Tageszeiten repräsentativ

ELEKTROFAHRZEUGE

Ein völlig neues Geräuschbild wird sich durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen ergeben. Hier entfallen insbesondere die hervortretenden Geräusche bei der Beschleunigung oder durch den Schaltvorgang. Insofern könnte es in innerörtlichen Bereichen, wo Anfahr- und Beschleunigungssituationen dominieren, deutlich leiser werden. Es gibt jedoch Bestrebungen, diese Fahrzeuge aus Sicherheitsgründen künstlich lauter zu machen, um

sie besser im übrigen Verkehrsgeräusch wahrzunehmen. Das wäre jedoch der falsche Ansatz, denn die Rollgeräusche sind weiterhin vorhanden. Sie liegen zudem weit über denen, die ein Fahrrad bei derselben Geschwindigkeit emittiert. In leiser Umgebung sind die Fahrzeuge gut wahrnehmbar, ohne die Anwohner so zu belästigen, wie dies herkömmliche Fahrzeuge tun.

Die Entwicklung und der Verkauf von Elektrofahrzeugen ließe sich durch Benutzervorteilsregelungen vorantreiben, wie sie früher für lärmarme Lkw genutzt wur-

den. Ein weiteres Instrument wäre eine lärmabhängige Komponente der Kfz-Steuer. In ausgewiesenen Zonen dürften dann – entsprechend den Regelungen für die Feinstaubbelastung – nur lärmarme und schadstofffreie Fahrzeuge einfahren. Dies ließe sich auch zeitlich regeln, z.B. nur zur Nachtzeit. Es verbleiben jedoch die Reifen-Fahrbahn-Geräusche, die dann erst recht dominieren werden. Auf die Verwendung leiser Reifen wird man also weiterhin besonders achten müssen. Gleiches gilt für den Bau lärmarmen Fahrbahndeckschichten.

5.5.2 MOTORRADLÄRM

PROBLEM: LÄRM DURCH MOTORRÄDER UND -FAHRWEISEN

Häufig beobachtet man im Straßenverkehr rücksichtslose und damit lärm erhöhende Fahrweisen. Hierbei fallen Motorradfahrer besonders auf. Die Zunahme des Freizeitverkehrs an schönen Wochenenden betrifft die Stadtbewohner nicht nur zu Hause, sondern auch bei Ausflügen, und erst recht die Bewohner in Erholungsgebieten.

Attraktive Motorradstrecken werden bundesweit geballt zu Zeiten angefahren, in denen andere Menschen Ruhe und Erholung suchen. Zwar hört man auf Hauptverkehrsstraßen Motorräder kaum aus dem Gesamtverkehr heraus, wenn sie entsprechend ihrer Zulassung und niedertourig betrieben werden, anders jedoch in ruhigen Wohnstraßen und Erholungsgebieten. Hier heben sich die Einzelpegel wegen ihres Klangcharakters deutlich vom Umgebungsgeräusch ab, man nimmt sie über Hunderte von Metern wahr. Dies wird als wenig ästhetisch und als belästigend empfunden. Verursacht wird die Störung u.a. durch die besondere Fahrweise und das Verhalten Einzelner. Deren Fahrzeuge weisen in zunehmendem Maße manipulierte Auspuffanlagen auf, etwa ein Drittel aller Fahrer benutzt illegale Ersatzschalldämpfer (siehe auch Veranstaltung des Umweltbundesamtes „Verbrau-

cherforum Motorradlärm“ am 26.4.2010 in Berlin; <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/veranstaltungen/motorradlaerm.htm>). Bemerkenswerterweise sind bereits die zulässigen Geräuschemissionswerte für die Typzulassung mit dem eines schweren Lkw identisch, wengleich sich die Messverfahren etwas unterscheiden [59]. Als neue ähnliche Lärmquelle kommen vierrädrige Maschinen, sog. Quads hinzu.

Darüber hinaus gibt es einzelne gewerblich betriebene Rennstrecken, auf denen Motorräder auch mit veränderten Auspuffanlagen mit Höchstgeschwindigkeiten und extremen Drehzahlen betrieben werden können. Solche Anlagen – oft als „Verkehrssicherheitszentrum“ bezeichnet – befinden sich auch in unmittelbarer Nähe dicht besiedelter Wohngebieten (z.B. „Am Sachsenring“ bei Hohenstein-Ernstthal). Diese Anlagen erzeugen insbesondere an Wochenenden hohe Belastungen bei den Anwohnern. Derartige Rennstrecken zählen zu den genehmigungsbedürftigen Anlagen nach *BImSchG* [22], Anhang zur 4. *BImSchV*, und werden nach *TA Lärm* [1] beurteilt. Dieses Verfahren kennt z.B. für Mischgebiete keine Ruhezeiten und bietet für Anlieger an Wochenenden keine Erholung. Besser wäre es, diese Anlagen nach *18. BImSchV* [60] zu bewerten.



Abbildung 13: Dem Großstadtlärm entflohen ... (Foto Kühne)

Motorradverkehr ist zudem überwiegend nicht notwendiger Verkehr.

LÖSUNGSANSATZ

Der Verwaltung fällt es außerordentlich schwer, bei typischen Motorradstrecken (meist klassifizierte Straßen) nur aus Gründen des Lärmschutzes ein Benutzungsverbot für Motorräder anzuordnen. Dies gilt auch dann, wenn es sich nur auf Samstags- und Sonn- und Feiertage erstrecken würde. Dies wäre jedoch – aus der bisherigen Erfahrung – die einzig wirksame Maßnahme. Das könnte auch durch die Ausweisung von Erholungsgebieten als besonders sensible Ruhegebiete (siehe auch EU Umgebungslärmrichtlinie [10a]) erfolgen. Dort dürften dann lärmerezeugende Freizeitgeräusche nicht stattfinden.

Hinzu kommt, dass weder eine Berechnung der Lärmimmissionen nach den *RLS-90* [8] noch eine Orientierung an den Richtwerten der *BImSchV* [9] den Betroffenen gerecht wird. Motorräder werden meist nur an vergleichsweise wenigen schönen Tagen benutzt, ein Jahresmittelungspegel ohne Berücksichtigung der Einzelwerte führt daher zu völlig unzutreffenden und nicht sachgerechten Ergebnissen (zu den spezifischen Lärm-

problemen mit motorisierten Zweirädern (siehe [66]; ebenfalls OVG NRW, Urteil vom 29.10.2008 – Az. 8 A 3743/06).

Um die Problematik des Motorradlärms in den Griff zu bekommen, genügt es nicht, die Grenzwerte bei der Typzulassung abzusenken. Vielmehr bedarf es eines europäisch einheitlichen Verbots von Auspuffanlagen, deren Schallemission durch Manipulation erhöht werden kann. Wenn nämlich in einem Land der EU eine Genehmigung für einen Ersatzschalldämpfer erteilt wird, gilt diese Zulassung EU-weit, auch wenn dieser Auspuff in Deutschland nicht die Typgenehmigung erhalten würde. Auch Umgehungen der Grenzwerte bei Typzulassung durch elektronische Tricks darf nicht geduldet werden. Wirksame Kontrollen der manipulierten Auspuffanlagen müssen vor Ort mit sachgerechten Messverfahren durchgeführt werden können. Die Vor-Ort-Kontrolle ist auch deshalb notwendig, weil die Fahrer wegen des erforderlichen Schutzhelms auf Fotos nicht erkennbar sind.

5.6 REIFEN-FAHRBAHN-GERÄUSCH: REIFEN

EINFLUSSFAKTOREN DER SCHALLEMISSION: REIFEN

Beim Abrollen eines Reifens auf der Fahrbahnoberfläche entstehen Schwingungen, die als Schall abgestrahlt werden. Da diese Geräusche durch die Wechselwirkung von Reifen und Fahrbahn entstehen, spricht man von „Reifen-Fahrbahn-Geräuschen“. Zudem wirken eine Reihe aerodynamischer Vorgänge als Quelle. Hierbei bestimmen die mechanischen Eigenschaften des Reifens sowie die Beschaffenheit des Reifenprofils und der Fahrbahnoberfläche die Höhe des Rollgeräuschpegels.

Einflussfaktoren der Schallemission

- Die akustischen Eigenschaften eines Reifens werden von der Wahl des Materials, der Karkasse, der Reifengeometrie und vom Profil bestimmt.
- Die Anregung des Reifens erfolgt über die Straßenoberfläche. Besondere lärmarme Konstruktionen der Fahrbahn lassen nur geringe Geräuschemissionen entstehen. Günstig sind dabei folgende Eigenschaften: Eine kleine Gesteinsgröße im Mischgut bei gleichmäßiger Gesteinsform, ein hoher Hohlraumgehalt der Fahrbahn und eine ebene Oberfläche. Unebenheiten und grobraue Oberflächenstrukturen erhöhen dagegen die Geräuschabstrahlung.

VERRINGERUNG DER SCHALLEMISSION – GUTE REIFEN

Über Gummimischungen, Reifenaufbau und Profilarbeit lassen sich die Schwingungseigenschaften und somit die Geräuschentwicklung beeinflussen. Die Ziele der Lärminderung konkurrieren gelegentlich mit den Anforderungen an Sicherheit, Lebensdauer und Kraftstoffverbrauch. Gute Reifen können ein geringes Laufgeräusch bei niedrigem Kraftstoffverbrauch, langer Lebensdauer und hoher Sicherheit erreichen. Die noch bis 2012 geltenden gesetzlichen Grenzwerte [33] spie-

geln den Stand der Technik nicht wider. Im Durchschnitt liegen moderne Reifen bereits ca. 3,5 dB(A) unter ihrem jeweiligen Grenzwert, einzelne Reifen sogar bis zu 8 dB(A). Ein weiteres Minderungspotential ist offensichtlich vorhanden (siehe auch Kapitel 4.6).

PROBLEM

Bei der Typzulassung eines Fahrzeugs und vielleicht auch bei der Auslieferung sind leise Reifen montiert. Sie lassen sich jedoch jederzeit durch lautere austauschen, ohne dass dies die Typzulassung berührt. Private Käufer können zudem die Geräuschentwicklung eines Reifens bislang nur anhand von Testergebnissen aus Veröffentlichungen erkennen. Am Reifen selbst sind keine Pegelwerte vermerkt. Ab 2012 müssen Reifen neben der Angabe des Rollwiderstandes auch mit dem Wert für die Geräuschemission gekennzeichnet werden [35].

Aber selbst wenn die akustischen Zulassungswerte bald sinken [34], werden die Reduktionen nur sehr langfristig wirken. Erst wenn mehr als 90 % der Reifen leiser sind, wird sich das im Gesamtgeräusch spürbar auswirken. Bisher hat die Zunahme des Verkehrs alle Minderungen überkompensiert, so dass die Geräuschbelastung insgesamt weiter anstieg.

SCHLUSSFOLGERUNG

Im innerstädtischen Bereich sind Motor und Reifen beim heutigen Fahrzeugbestand etwa gleichgroße Lärmquellen. Bei Beschleunigungen und an Ampeln dominiert das Antriebsgeräusch. Bei Konstantfahrten > 30 km/h überwiegt auf konventionellen Fahrbahnbelägen bei Pkw das Reifen-Fahrbahn-Geräusch. Fahrgeschwindigkeit und Fahrstil, aber auch die Fahrbahnoberfläche spielen dabei eine wesentliche Rolle. Die Dominanz der Reifenabrollgeräusche zeigt, dass bei den Reifen **und** bei Fahrbahnen wirksame Maßnahmen ergriffen werden müssen.

5.7 REIFEN-FAHRBAHN-GERÄUSCH: FAHRBAHN

Primäres Ziel beim Straßenbau ist die sichere Befahrbarkeit der Straße – auch unter widrigen meteorologischen Einflüssen. Die Frage, wie sich die Fahrbahneigenschaften auf Straßenlärm auswirken, galt bislang als nachrangig. Der Aufbau eines Verkehrsweges beeinflusst aber direkt die Schallentstehung und -abstrahlung der Reifenabrollgeräusche. So lassen sich heute durch lärm-mindernde Fahrbahndecken Pegelminderungen von bis zu 10 dB(A) erzielen. Die Fahrbahn wird quasi zu einer horizontalen, befahrbaren Lärmschutzanlage.

EINFLUSSFAKTOREN DER SCHALLEMISSION: FAHRBAHN

Wenn ein Reifen über eine Fahrbahn rollt, verformt er sich und wird mechanisch zu Schwingungen angeregt. Die Rauigkeit (Textur) der Oberfläche ist dabei ein wichtiges Kriterium. Je feiner die Struktur, desto geringer die Geräuschentwicklung. Zusätzlich entstehen aerodynamische Vorgänge zwischen dem Reifenprofil und der Fahrbahndecke. Die Luft in den kleinen Hohlräumen zwischen Reifen und Fahrbahn wird kurzzeitig komprimiert und wieder entspannt. Diese Druckschwankungen

strahlen als Luftschall ab. Der Effekt wird als „air-pumping“ bezeichnet.

Wenn die Fahrbahn nicht vollständig verschlossen ist und sich Hohlräume in der Deckschicht befinden, entweicht die komprimierte Luft in die offenen Poren. Dies ist beispielsweise bei einem offenporigen Asphalt („OPA“) der Fall. Dadurch verringert sich das „air-pumping“ deutlich. Auch die Verstärkung der Geräusche durch den Schalltrichter, der zwischen dem Reifen und der Fahrbahn entsteht („Horn-Effekt“), wird geringer. Zudem absorbieren die Poren die Geräusche, die von den Fahrzeugen hervorgerufen werden.

Maßgebend für die akustischen Eigenschaften sind darüber hinaus eine geeignete Wahl der Straßenbaustoffe, der Mischgutzusammensetzung und ein sorgfältiger Einbau. Abweichungen erhöhen in der Regel die Geräusch-emissionen. Unstetigkeiten in der Fahrbahn führen zu auffälligen und lästigen Schlag- und Rattergeräuschen. Beispiele hierfür sind unebene Kanaldeckel, unsachgemäß behobene Straßenschäden und Aufgrabungen, Brückenfugen oder querende Straßenbahnschienen.

5.7.1 UNTERSCHIEDE VERSCHIEDENER DECKSCHICHTEN AUS AKUSTISCHER SICHT

BEDEUTUNG DER DECKSCHICHT

Straßen bestehen in der Regel aus drei Schichten: die untere Tragschicht, die mittlere Binder- und die obere Deckschicht. Die Deckschicht bestimmt mit ihrer Mischgutzusammensetzung (Korngrößen des Gesteins und Bitumen) die Oberflächeneigenschaften der Straße, also wie eben, rau oder griffig sie ist. Die Deckschicht beeinflusst außerdem maßgeblich das Reifen-Fahrbahn-Geräusch und den Rollwiderstand.

VERSCHIEDENE MATERIALIEN FÜR FAHR- BAHNBELÄGE

Als Fahrbahnbeläge verwendet man in Deutschland Deckschichten aus Asphaltbeton, Splittmastixasphalt, Gussasphalt, Beton und offenporige Asphalte und zwar in jeweils unterschiedlicher Körnung. Je gröber die Körnung, desto rauer und damit lauter ist im Allgemeinen die Fahrbahndecke. Aus Lärmgründen sollte der Durchmesser der größten Gesteinskörner deshalb nicht über 8 mm liegen.

BESTIMMUNG DER PEGELWERTE: SCHALLEMISSION

Die akustischen Besonderheiten der unterschiedlichen Fahrbahnoberflächen sind in pauschalierter Form in die Rechenvorschriften zur Bemessung des Straßenverkehrslärms eingeflossen. Bezugsgröße sind die Geräuschemissionen auf einer nicht geriffelten Gussasphaltdecke. Die Eigenschaften der anderen Deckschichten werden als Differenz zu diesem Fahrbahnbelag ausgewiesen und als Korrekturwerte D_{strO} geführt. Man findet sie in der Tabelle 4 „Korrektur D_{strO} für unterschiedliche Straßenoberflächen“ in den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 [8] (siehe hierzu Abschnitt 3.4). Die dort aufgezeigten Korrekturwerte sind nicht abschließend. Eine Fußnote erlaubt auch andere Korrekturwerte, wenn aufgrund neuerer Entwicklungen eine dauerhafte Lärminderung nachgewiesen wird. Die „Dauerhaftigkeit“ wird zwar nicht definiert, es sollten jedoch wohl mindestens 10 Jahre sein. Das Bundesverkehrsministerium veröffentlicht neuere Erkenntnisse hierzu in sogenannten Statuspapieren der Bundesanstalt für Straßenwesen, die in Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau bekannt gemacht werden. Diese werden im „Verkehrsblatt“ veröffentlicht (so unter anderem: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau: Nr. 14/1991, VkbL. 1991 S. 480; Nr. 5/2002, VkbL. 2002, S.313; Nr. 3/2009, VkbL. 2009 S.260 [12]).

Die im Einzelnen aufgezeigten Korrekturwerte (Pegelminderungs- oder Steigerungswerte) gelten nach den RLS-90 [8] sowohl für Pkw als auch Lkw, gemessen werden sie bislang jedoch nur für Pkw-Reifen. Lkw-Reifen reagieren mit Ausnahme der offenporigen Asphalte deutlich weniger auf Unterschiede der Fahrbahnoberflächen. Außerdem beziehen sich die Korrekturwerte auf einen sorgfältig und korrekt durchgeführten Einbau. Schalltechnische Abnahmen werden aber nicht durchgeführt. Nur bei groben, optisch erkennbaren Verstößen wird im Einzelfall nachgemessen.

Offene Fragen zum Einfluss der Straßendecken auf die Geräuschemissionen

Für die Betroffenen ist es wichtig, dass der Einfluss der Straßendecken auf die Geräuschemissionen in Berechnungsvorschriften realistisch beschrieben wird (z. B. mit der Korrektur D_{strO} in den RLS-90). Im Einzelnen ergeben sich die folgenden Kernfragen:

- Auf welchen Referenzwert und welchen Referenzbelag sind angegebene Geräuschminderungswerte bezogen?
- Wie stark beeinflusst die Fahrzeugart (Pkw, Lkw) die Emissionen auf einer Deckschicht (die D_{strO} -Werte in den RLS-90 werden bislang nur für Pkw ermittelt)?
- Wie stark ändern sich die Geräuschemissionen mit der Geschwindigkeit?
- Wie verändern sich die Emissionen mit der Zeit? Es muß der Tatsache, dass alle geräuschmindernden Fahrbeläge mit der Zeit lauter werden, Rechnung getragen werden.

Bei der geplanten Revision der RLS-90 ist diesen Fragen besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

ABNUTZUNG DER FAHRBAHNBELÄGE

Die obere Fahrbahnschicht ist eine Verschleißschicht. Materialverlust, Risse, Spurrillen, Rillen durch Felgenfahrten von Lkw mit abgelösten Reifen, Schlaglöcher, kleinräumige Deckenreparaturen nach Aufgrabungen, Ausbesserungsarbeiten sowie Oberflächenbehandlungen zur Verbesserung der Griffbarkeit – all dies verändert die Oberflächenstruktur bis hin zu Unebenheiten, wodurch die Reifenabrollgeräusche ansteigen. Das Emissionsverhalten einer Straße lässt sich somit nicht garantieren. Der akustische Zustand verschlechtert sich sowohl bei den geräuschmindernden wie auch bei konventionellen Deckschichten im Laufe der Zeit. Dennoch erfolgen in der Regel keine akustischen Kontrollen. Die regelmäßigen Zustandserfassungen des Straßennetzes betreffen bisher nur sicherheits- und bautechnische Aspekte wie Griffbarkeit, Ebenheit und Substanz der Oberfläche. Nach etwa 15 bis 20 Jahren müssen die meisten Deckschich-

ten großflächig erneuert werden. Erst dann werden die ursprünglich rechnerisch angesetzten Pegelwerte wieder erreicht. Das bedeutet, dass eine wahrnehmbare Pegelminderung auch dann eintritt, wenn eine Deckenerneuerung mit der gleichen Bauart durchgeführt wird. Verwaltungstechnisch wird dies allerdings nicht honoriert, die „Pegelländerung“ beträgt 0 dB(A).

ERLÄUTERUNG TYPISCHER DECKSCHICHTEN

Gussasphalt

Gussasphalt ist eine dichte Masse aus Splitt, Sand und einem hohen Bitumenanteil. Mit Gussasphalt entstehen sehr widerstandsfähige, dauerhafte und absolut wasserdichte Fahrbahndeckschichten. Die Oberfläche muss unmittelbar nach dem Einbau durch Abstreuen mit kantigem Splitt nachbehandelt werden, um eine ausreichende Griffigkeit zu erhalten. Gussasphalt mit einer Abstreuerung aus Splitt mit 5 bis 8 mm Korngröße liegt als **Referenzbelag** ($D_{\text{StrO}} = 0$ dB) den *RLS-90* [8] zugrunde und wird für den akustischen Vergleich von Fahrbahndecken herangezogen. Allerdings wird dieser Deckschichttyp aus Kostengründen heute kaum noch eingebaut. Ein lärmtechnisch verbesserter Gussasphalt wird derzeit erprobt.

Beton, Waschbeton

Beton ist ein Gemisch aus Zement, Gesteinskörnung (Sand und Kies oder Splitt) und Wasser. Letzteres wird zum Abbinden benötigt. Bei einer Betonfahrbahn gibt es zwei Typen: Nur der obere Teil des Oberbaus besteht aus Beton oder aber auch die darunter liegende Tragschicht. Betonfahrbahnen waren gegenüber Gussasphalt etwa 2 dB(A) lauter. Standardbauweise im Betonstraßenbau ist heute jedoch **Waschbeton** mit einem Größtkorndurchmesser von 8 mm. Bei der Herstellung von Waschbeton wird das Aushärten der obersten 0,5 bis 1,5 mm des Mörtelfilms verzögert, der beim Einbau an der Oberfläche entsteht. Diese Verzögerung erlaubt wiederum das Abtragen des dünnen Mörtelfilms, nachdem der darunter liegende Beton bereits ausgehärtet ist. Dadurch

wird der obere Teil der einzelnen Gesteinskörner freigelegt. Das macht die Waschbetonfahrbahndecke griffig. Durch Freilegung der Gesteinskörner entsteht auch die charakteristische Oberflächentextur, die das Reifenabrollgeräusch maßgeblich beeinflusst. Waschbetonfahrbahnen sind gegenüber dem Referenzbelag um 2 dB(A) leiser ($D_{\text{StrO}} = -2$ dB seit 2006). Waschbetonoberflächen versprechen zudem sehr lange Liegezeiten.

Asphaltbeton, Splittmastixasphalt (SMA)

Asphaltbeton besteht aus einem Mineralstoffgemisch unterschiedlicher Körnung und Straßenbaubitumen als Bindemittel. Es entsteht eine widerstandsfähige und verkehrssichere Deckschicht mit geringem Hohlraumgehalt. Um die mangelnde Anfangsgriffigkeit zu erhöhen, wird Splitt als Abstreumaterial aufgebracht und mit Walzen eingedrückt. Auf diese Weise wird die Deckschicht abgestumpft.

Asphaltmastix ist eine dichte Masse aus Sand und Bitumen. Asphaltmastix wird meist für Reparaturen von Deckschichten eingesetzt. Das akustische Verhalten ist wegen der häufigen Unebenheiten im Einbau kaum definierbar, eher tritt gegenüber einer neuen Decke eine Verschlechterung ein.

Asphaltmastixvarianten mit Splittanteil ergeben den **Splittmastixasphalt (SMA)**. Die Zugabe spezieller Zusätze erhöht im Bitumen die Haltbarkeit einer Splittmastixdeckschicht. Dadurch ist sie nicht nur für kommunale Straßen geeignet, sondern auch für hohe Belastungen wie beispielsweise auf Autobahnen. Splittmastixdecken reduzieren die Geräuschemissionen von Pkw-Reifen bei korrektem Einbau um etwa 2 dB(A) gegenüber dem Referenzbelag. Derzeit (2010) werden lärmtechnisch optimierte Splittmastixasphalte (z.B. „SMA LA“, „LOA 5“ [61]) mit höheren Pegelminderungen auch bei Innerortsgeschwindigkeiten erprobt.

Offenporige Asphalte (OPA)

Offenporige Asphalte entstehen durch den fast ausschließlichen Anteil grober Gesteinskörner, die mit einer speziellen Bitumenschicht um die Körner herum verbunden werden. Hierdurch ergibt sich ein stabiles Korngerüst mit miteinander vernetzten Hohlräumen. Dieser Deckentyp reduziert bei entsprechender Körnung die beim Abrollen eines Reifens entstehenden akustischen Anregungen. Zusätzlich absorbieren die Hohlräume die Antriebsgeräusche der Fahrzeuge. Denn die Schallabsorption vermindert auch Reflexionen, die beim Ausbreiten des Schalls auf der Straßendecke entstehen. Offenporige Asphalte wurden früher allgemein „Flüsterasphalt“ oder „Drainasphalt“ genannt.

dichten Deckschicht aufgehoben und muss dann durch eine Schrägneigung nach außen abgeleitet werden. Als Folge bildet sich auf der Fahrbahnoberfläche nur ein sehr dünner Wasserfilm. Dadurch verringern sich die Blendwirkung, die Sprühfahnenbildung und die Aquaplaninggefahr. Es entsteht bei Regen eine bessere Sicht. Das wiederum führt zu einem ruhigeren Fahrverhalten. Die markante Pegelerhöhung, die bei nassen geschlossenen Fahrbahndecken auftritt, entfällt bei offenporigen Deckschichten. In Abbildung 15 ist der Übergang von einer geschlossenen zu einer offenporigen Fahrbahn-deckschicht bei Nässe dargestellt

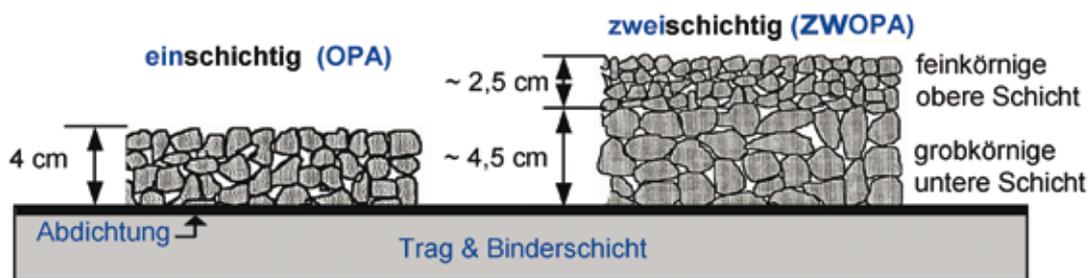


Abbildung 14: Offenporiger Asphalt – Deckenaufbau

Regenwasser dringt durch diese Hohlräume in die obere Schicht ein. Dieses Wasser wird an einer unteren

Deckenaufbau beim offenporigen Asphalt

Infolge der Gitterstruktur besitzt diese Bauweise eine erhöhte Verformungsbeständigkeit. Somit wird die Spurrillenbildung reduziert. Durch die besondere Splittauswahl ist die Deckschicht zudem sehr griffig.



Abbildung 15: Übergang von einer geschlossenen Fahrbahn-decke zu einer offenporigen Deckschicht bei Nässe (Foto Kühne)

Offenporige Asphalte lassen sich auf zwei verschiedene Arten herstellen (siehe Abbildung 14):

- **Einschichtige Bauweise, „OPA“:** Hier gibt es nur eine homogene Schicht.
- **Zweistufiger offenporiger Asphalt:** Dieser hieß früher „2OPA“ und jetzt „ZWOPA“. Er wird mit zwei Schichten unterschiedlicher Mischgutsorten hergestellt.

Mit dem OPA (typische Einbaudicken zwischen 4 und 5 cm) erzielt man heute Pegelminderungen von etwa 5

bis 6 dB(A), mit dem ZWOPA werden bei Pkw Minderungen von 8 bis 10 dB(A) im Neuzustand erreicht, bei Lkw bis zu 7 dB(A). ZWOPA absorbiert durch die größere Schichtdicke die tieffrequenten Geräusche von Lkw und Bussen besser. Der ZWOPA hat sich inzwischen bewährt – sowohl in der akustischen Wirksamkeit als auch im bautechnischen und akustischen Langzeitverhalten. Entscheidend ist jedoch, dass Zusammensetzung und Herstellung des Mischguts, Einbau und Schichtenaufbau sowie die dazu notwendige Qualitätssicherung sach- und fachgerecht erfolgen. Dies gilt für OPA und ZWOPA. Denn davon hängen Qualität und Langlebigkeit entscheidend ab.

In der nachfolgenden Abbildung 16 ist der Zeitverlauf des Schalldruckpegels, der in 20 cm Abstand vom Reifen gemessen wird, dargestellt.

Vorteile des OPA

Offenporige Asphaltdeckschichten sind derzeit die Straßenflächen mit der geringsten Schallemission für Pkw und Lkw. Da sie das Geräusch bereits an der Quelle mindern, wirkt sich dies auf den gesamten Straßenraum aus, so dass sich weitere bauliche Schallschutzmaßnahmen erübrigen oder ihre Dimensionen deutlich reduziert werden können. Die Minderung ist – wie bei allen ge-

räuschkindernden Fahrbahnbelägen – flächendeckend. Selbst Betroffene, die weiter entfernt von der Straße oder in höheren Stockwerken wohnen, profitieren davon. Besonders effizient ist der Einbau bei beidseitiger hoher Bebauung.

Die offenporige Bauweise mindert die hohen Frequenzen stärker. Daher hört sich das Straßengeräusch – unabhängig von der Pegelminderung – weniger „aggressiv“ an. Dieser Effekt ist im Übrigen auch im Fahrzeuginneren deutlich wahrnehmbar und erhöht somit den Fahrkomfort. Bei **geschlossenen** Decken bildet sich bei Regen ein Wasserfilm, der die Pegel deutlich ansteigen und im Frequenzbild unangenehmer werden lässt. Bei offenporigen Deckschichten bleibt dagegen die Pegelminderung auch bei Regen erhalten.

Nachteile des OPA

Trotz dieser überzeugenden Vorzüge gibt es auch Gründe, die gegen offenporige Asphalte sprechen. Bereits der Einbau ist äußerst komplex, so dass bislang nur wenige Baufirmen in der Lage sind, ein fehlerfreies Produkt herzustellen. Weiterhin lässt die pegelmindernde Wirkung mit etwa 0,5 dB(A) pro Jahr nach. Ursache hierfür ist das Zusetzen der offenen Poren durch Verschmutzung. Nach etwa 10 Jahren muss die Deckschicht ausgetauscht

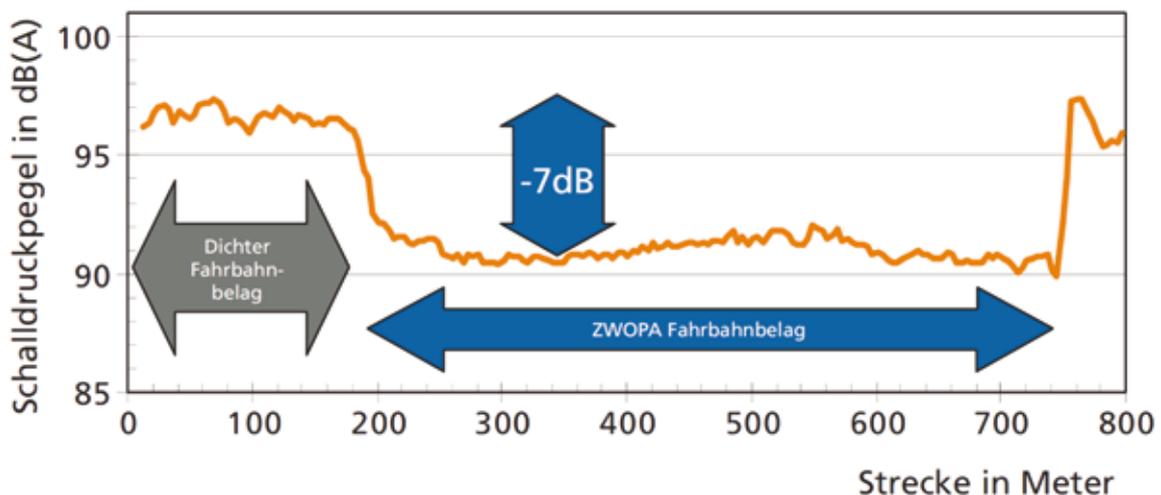


Abbildung 16: Pegelminderung durch einen offenporigen Belag gegenüber einer bestehenden Splittmastixdecke (Quelle: Müller-BBM GmbH)

werden. Wird die Oberfläche beschädigt oder gibt es Aufgrabungen, lässt sich die Oberfläche durch konventionelle Reparaturtechniken nicht mehr offenporig wiederherstellen. Dies verursacht störende Pegelunterschiede. Zudem kann es den Abfluss des Regenwassers behindern. Bei zweischichtigem OPA kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die untere Schicht noch in gutem Zustand befindet. Dann genügt es, die obere Schicht zu ersetzen.

Unter folgenden Aspekten sollte *kein* Einbau offenporiger Deckschichten erfolgen [62]:

- bei geringen Geschwindigkeiten ($OPA \leq 70 \text{ km/h}$, $ZWOPA < 50 \text{ km/h}$),
- bei häufig stehendem Verkehr,
- bei Verschmutzungsgefahr durch landwirtschaftlichen Verkehr oder Baustellenverkehr,
- im Bereich von Kreuzungen und bei hoher Belastung infolge abbiegendem Schwerverkehr,
- im Kreisverkehr,
- bei Parkbuchten und Bushaltestellen und bei nicht verlegbaren Versorgungsleitungen im Straßenraum.

Voraussetzungen für einen sinnvollen Einbau von OPA

Um die für die Lärminderung erforderliche Gleichmäßigkeit bei der Herstellung zu erreichen, sollte die Einbaulänge mindestens ca. 1 km betragen. Insbesondere die ersten 50 m in Einbau- und Fahrtrichtung sind wegen der anfänglichen Einbauschwankungen und des Schmutzeintrags problematisch. Offenporige Asphalte sollten daher primär auf Autobahnen, Schnellstraßen oder auf innerstädtischen Ring- und Ausfallstraßen in Betracht kommen.

Kosten für OPA

Bei einer OPA-Deckschicht sind die durchschnittlichen Baukosten etwa dreimal so hoch wie für eine Splittmastixdecke. Dies liegt u.a. an dem speziell ausgesuchten Splittmaterial sowie an der höheren Qualität des Bindemittels. Im innerstädtischen Bereich muss das Oberflächenwasser meist in eine besondere Gully- und Rinnen-

konstruktion abgeleitet werden. Dies verursacht weitere Kosten. Allerdings ist bei einem Kostenvergleich unbedingt zu berücksichtigen, dass Kosten für die sonst erforderlichen baulichen Lärmschutzanlagen oder Schallschutzfenster eingespart werden. Die unterschiedlichen städtebaulichen Wirkungen – Ästhetik, Eingriff in das Stadtbild, Erhöhung der Trennwirkung durch Lärmschutzwände, Sichtbeeinträchtigung, Verschattungen – lassen sich nur schwer monetär bewerten und in die Abwägung einbinden. Kostenvorteile des OPA sind zu erwarten, wenn die Straße beidseitig bebaut ist und somit hohe Abschirmmaßnahmen notwendig wären (siehe auch Kapitel 4.3.1 – Kosten-Nutzen-Verhältnis).

Lärmindernde geschlossene oder semiporöse Deckschichten

Wegen der Nachteile der offenporigen Beläge werden auch geschlossene oder semiporöse (mit geringer Offenporigkeit) Deckschichten weiterentwickelt, um ihre akustischen Eigenschaften zu verbessern. Es handelt sich hierbei meist um lärmtechnisch optimierte Asphaltdeckschichten (Splittmastix lärmarm), dünne geräuschmindernde Schichten mit spezieller Mischgutzusammensetzung oder lärmarmen Gussasphalt. Solche Beläge können Minderungen von bis zu 7 dB(A) für Pkw-Reifen bringen. Langzeiterfahrungen liegen allerdings noch nicht vor. Da die besseren pegelmindernden Wirkungen bei den semiporösen Belägen nicht nur auf eine günstigere Oberflächenstruktur („Textur“) zurückzuführen sind, sondern auch durch eine geringe Offenporigkeit Schallabsorption erzielt wird, sind auch wie bei den offenporigen Deckschichten die Probleme der Verstopfung wie der Entwässerung zu beachten [61].

Pflaster

Die Befestigung von Straßen, Wegen und Plätzen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen stellt eine der ältesten Bauweisen dar. In Innenstädten wird aus Gründen der Pflege eines historischen Stadtbildes oftmals Pflaster als Fahrbahnfläche eingebaut oder wiederhergestellt. Die Pflastersteine oder Platten werden in einer Sandbettung

auf einer tragfähigen und wasserdurchlässigen Unterlage eingebaut. Die Pflastersteine können aus Naturstein, Pflasterklinker oder auch Beton bestehen.

Pflasterdecken verursachen in der Regel höhere Reifen-Fahrbahn-Geräusche. Dies liegt an der erheblichen Unebenheit der Oberfläche, die die Reifen zu starken Schwingungen anregt. Auf einem groben Pflaster können sich so die Pegel um mehr als 6 dB(A) erhöhen. Dabei reagieren harte Pkw-Breitreifen stärker („nageln“) als Lkw-Reifen. Bei Nutzfahrzeugen kommen allerdings noch Klappergeräusche von Aufbauten hinzu. Die Fugen zwischen den Steinen und lose Steine oder Platten erhöhen die Störgeräusche. Besonders auffällig sind die Übergänge von Asphalt auf Pflaster, da hier oft noch Niveauunterschiede der Straßenoberflächen hinzukommen und somit erhöhte Pegelspitzen verursachen. Der Unterschied im Klangcharakter beim Wechsel der Beläge belastigt zusätzlich. Pflasterdecken sollten daher nur dort eingesetzt werden, wo es darum geht, Flächen städtebaulich hervorzuheben. Dann allerdings muss parallel hierzu eine Geschwindigkeitsbeschränkung unter 30 km/h angeordnet werden.

Alternativ können große Pflastersteine oder Kunststeine mit ebener Oberfläche eingebaut werden. Bei einer Fugenausrichtung diagonal zur Fahrtrichtung reduzieren sich die Geräuschemissionen gegenüber Kleinsteinpflaster um etwa 3 dB(A) [57].

In den Niederlanden sind in den vergangenen sechs Jahren auch geräuschkindernde Pflastersteine für den Straßenbau entwickelt worden. Diese Pflastersteine werden nicht aus Naturstein geformt, sondern bestehen im Wesentlichen aus Beton. Die Oberfläche dieser Pflastersteine kann, dank des Einsatzes von künstlichem, plastisch verformbarem Material, sehr regelmäßig und ebenflächig ausgebildet werden. Wenn der Untergrund entsprechend ebenflächig vorbereitet wird und die entsprechende Dauerstabilität aufweist, entsteht beim Einsatz geräuschkindernder Pflastersteine eine durchgehend ebenmäßige,

akustisch günstige Textur. Die Verlegung der Steine im Diagonalverband ohne Fugen (siehe Abbildung 17) stellt dabei die schalltechnisch günstigste Variante dar.

Geräuschkindernde Pflastersteine kommen für Straßen, die mit niedrigen Geschwindigkeiten von nicht mehr als 50 km/h befahren werden, in Frage. Die geräuschkindernde Wirkung ist mit der von gut gelungenen Splittmastixasphalten vergleichbar. Damit sind geräuschkindernde Pflastersteine auch um etwa 6 dB leiser als herkömmliches Pflaster aus gebrochenem Naturstein. Ein weiterer Vorteil besteht in der nahezu beliebig wählbaren Farbgebung, wodurch eine Anpassung der Straßenoberfläche an die Stadtraumgestaltung möglich ist.



Abbildung 17: Beispiel eines lärmarmen Kunststeinpflasters (Foto Morssinkhof Groep, Hengelo, Niederlande)

5.7.2 INHOMOGENITÄTEN DER FAHRBAHN

Liegen unterschiedliche Fahrbahnoberflächen nebeneinander (siehe Abbildung 18), entstehen auf dem betroffenen Streckenabschnitt undefinierbare Schallemissionen.

Fährt ein Fahrzeug über Unebenheiten, kann dies den Vorbeifahrpegel gravierend erhöhen. Dies gilt erst recht bei Unterbrechungen im Fahrbahnbelag. Es entstehen impulshaltige Schlag- und Rattergeräusche, die wegen des hohen Informationsgehaltes und der Auffälligkeit als äußerst störend empfunden werden. Im Mittelungspegel schlagen sich diese Spitzen aber nur geringfügig nieder. Solche Unterbrechungen in der Straßenoberfläche treten typischerweise bei Brückenfugen, querenden Straßenbahnschienen, Bahnübergängen, Kanaldeckeln oder unsachgemäß reparierten Straßenschäden oder Aufgrabungen auf.

Brückenübergänge

Zwischen den Überbauten und den Widerlagern von Straßenbrücken sind zum Ausgleich von temperaturbedingten Ausdehnungen und mechanischen Bewegungen der Brücke Fugen erforderlich (siehe Abbildung 19). Um die Lücken zu schließen, werden spezielle Übergangskonstruktionen eingebaut. Lamellen-Übergänge im rechten Winkel zur Fahrbahn verursachen die impulsartigen Geräusche, „Finger“ – Konstruktionen (Finger in Fahrtrichtung angeordnet) sind akustisch günstiger.

Straßenbahnschienen und Bahnübergänge

Schienen queren häufig im rechten Winkel zur Straße. Dies führt zu Stößen an den Reifen und zu Klappergeräuschen der Aufbauten. Durch Rillenfüller in der Lücke zwischen Schiene und Fahrbahn oder durch eine drastische Geschwindigkeitsbeschränkung lassen sich die Effekte mindern.

Kanaldeckel

Solange Kanaldeckel oder Schachtabdeckungen auf gleichem Niveau mit der Fahrbahn sind, werden diese Un-



Abbildung 18: Unterschiedliche Deckschichten auf einer Autobahn mit nicht definiertem Geräuschverhalten (Foto Kühne)



Abbildung 19: Übergangskonstruktion Brückenfuge „Finger“ in Fahrtrichtung (Foto Müller-BBM GmbH)



Abbildung 20: Kanaldeckel in der Rollspur als zusätzliche Schallquelle (Foto Kühne)

stetigkeitsstellen akustisch kaum wahrgenommen (siehe Abbildung 20). Schwerfahrzeuge drücken jedoch mit der Zeit die Schächte weiter in den Belag hinein, oder sie verdrücken die Straßendecke um den Deckel herum. In Folge entstehen Niveauunterschiede. Dies wiederum verursacht impulshaltige Geräusche. Neuere Konstruk-

tionen haben konische Schachtrahmen, Kunststoffringe oder mit Asphalt versehene Deckel. Dies reduziert die Effekte deutlich. Die sicherste Lösung ist jedoch die Verlegung des Kanals oder Schachtes aus der Rollspur heraus.

5.8 BAULICHE MASSNAHMEN AM VERKEHRSWEG (AKTIVER SCHALLSCHUTZ)

Bauliche Maßnahmen am Verkehrsweg sind neben solchen an der Fahrbahnoberfläche auch Hindernisse am Ausbreitungsweg – nämlich zwischen Schallquelle und Immissionsort – durch Abschirmung. Sie werden im Gegensatz zu schalldämmenden Fenstern, die als „passiver“ Schallschutz bezeichnet werden, als „aktiver“ Schallschutz definiert.

Lärmschutzanlagen bedürfen einer Wartung. Dazu gehören Pflege der Bepflanzung, Reparaturen durch Verziehen oder Beschädigungen, Reinigung und Graffiti-beseitigung. Dieser Kostenanteil ist in der genannten Statistik nicht enthalten. Bei einer Kostenabwägung mit lärmarmen Straßendecken sollte er jedoch mit berücksichtigt werden.

Feste Hindernisse behindern die Ausbreitung des Schalls. Dazu zählen:

- Schallschutzwände
- Schallschutzwälle
- Wälle mit aufgesetzten Schallschutzwänden
- Tief- oder Troglage der Straße
- Kragförmige Überdeckung der Straße,
- Tunnel
- Abschirmende Gebäude
- Einhausungen

Achtung: Bewuchs hat nur eine geringe Wirkung. Bei Waldrändern sind sogar Reflexionen möglich!

Welche der Maßnahmen wirkungsvoll, sinnvoll und vertretbar ist, hängt von den geometrischen Verhältnissen, von städtebaulichen Gesichtspunkten, dem verfügbaren Platz und den Finanzierungsmöglichkeiten ab.

Das Bundesverkehrsministerium aktualisiert jährlich die Kosten von Lärmschutzanlagen, die im Rahmen der Lärmvorsorge oder Lärmsanierung angefallenen sind, und veröffentlicht diese in der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen“.

5.8.1 ALLGEMEINE HINWEISE

ALLGEMEINE AKUSTISCHE HINWEISE

Schall breitet sich in erster Näherung geradlinig aus. Kann man vom betroffenen Haus zur Straße blicken, reduziert sich der Lärm nur durch die Entfernung und die Absorption in Luft. Je nach dem, ob ein langes Stück der Straße oder nur ein kurzer Abschnitt sichtbar ist, mindert sich bei einer Verdoppelung der Entfernung der Mittelungspegel um etwa 3 bis 6 dB(A). Bei großen Entfernungen (ab ca. 200 m) gewinnt die Absorption in Luft an Bedeutung, so dass auch größere Pegelminderungen möglich sind. Beim Abschätzen der Minderungswirkung sind zudem noch folgende Faktoren zu beachten: mögliche Reflexionen, Effekte der Bodendämpfung, Beugung sowie Witterungseinflüsse (siehe hierzu Abbildung 21).

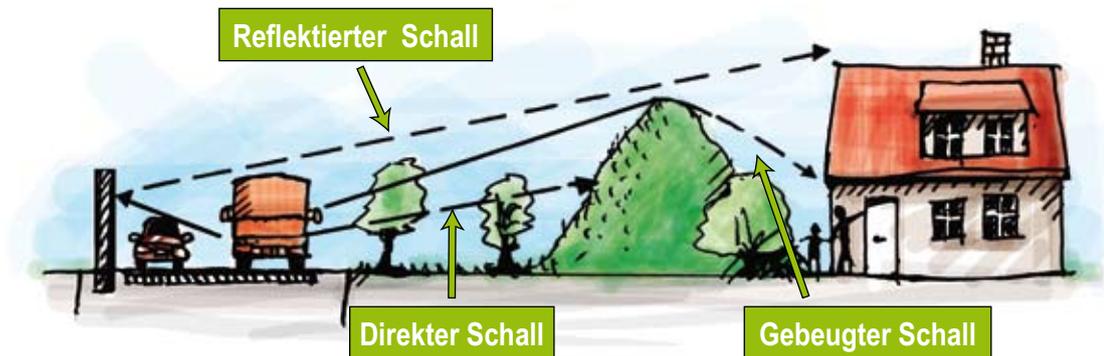


Abbildung 21: Einflüsse auf die Schallausbreitung

HINWEISE ZUR GEOMETRIE

Wie wirksam eine Lärmschutzanlage schützt, hängt in erster Linie von ihrer Höhe ab. Die Minderung des Schalls beginnt dann, wenn die Sichtverbindung vom Immissionsort zur Straße unterbrochen wird. Erst ein hoher Umweg des Schallstrahls über die Abschirmkante verursacht eine wirksame Pegelminderung. Nur direkt hinter einer Wand kann sich der Pegel um bis zu 15 dB(A) verringern (siehe Abbildung 22). Die typisch realisierbaren Werte liegen zwischen 5 und 10 dB(A). Während also eine Schutzanlage im bodennahen Bereich, im sogenannten Außenwohnbereich – das sind Terrassen, Aufenthaltsbereiche, Kinderspielplätze – den Lärm spürbar abhält, versagt sie in den oberen Geschossen von höheren Wohngebäuden (siehe Abbildung 23). Dort ist die Aufenthaltsqualität auf einem Balkon erheb-

lich beeinträchtigt. Die Unterseiten von Balkonen können sogar Reflexionen bewirken, die den Lärm auf das unterhalb befindliche Fenster verstärken.

Wände über 7 m Höhe beeinträchtigen erheblich das Stadt- oder Landschaftsbild (siehe Abbildung 24). Große Anlagen verändern außerdem das Mikroklima, es entstehen Schattenzonen und Windeffekte. Die Trennwirkung der Straßen wird durch hohe Anlagen noch verstärkt (siehe Abbildung 25).

Lärmschutzwälle stören zwar optisch grundsätzlich weniger. Sie beanspruchen jedoch sehr viel Grundfläche. Daher sind sie in Ballungsgebieten kaum realisierbar.

Durch Abschirmeinrichtungen werden hohe Frequenzen mehr als tiefe Frequenzen gemindert. Dadurch ändert



Abbildung 22: Der Außenwohnbereich wird am besten geschützt



Abbildung 23: Der untere Bereich hinter der Lärmschutzwand ist geschützt, nach oben hin nimmt die pegelmindernde Wirkung ab, der obere Bereich mit Sichtverbindung hat keinen Schutz

sich auch das „Klangbild“ hinter einer Abschirmung. Deshalb wird das Geräusch hinter einer Wand – unabhängig von den reduzierten Pegeln – als weniger belästigend empfunden. Dazu trägt auch bei, dass die Pegelspitzen stärker sinken und der Pegelverlauf gleichmäßiger wird (siehe Abbildung 26). Die Abschirmwirkung lässt sich im begrenzten Umfang noch steigern, wenn an der Schirmoberkante Absorber angebracht werden oder die Oberkante abgewinkelt wird.

Bei gleicher Höhe ist die Lärmschutzanlage umso wirksamer, je näher die Abschirmkante am Verkehrsweg liegt. Es empfiehlt sich daher, Bürgersteige hinter einer Abschirmanlage anzuordnen (siehe Abbildung 27).

Lärmschutzanlagen müssen ausreichend lang sein. Nur dann kann von den Seiten kein zusätzlicher Lärm zu dem Schutzobjekt eindringen. Die erforderliche Länge ergibt sich aus der Größe des zu schützenden Baugebiets. Auf der sicheren Seite liegt man, wenn folgende Voraussetzung erfüllt ist: Die Lärmschutzanlage ist an jedem Ende etwa dreimal so lang wie die kürzeste Entfernung zwischen der Bebauung und Straße. Die Enden können auch um das Haus oder Gebiet herumgeführt werden, um von allen Seiten eine Abschirmung zu erzielen (siehe hierzu Abbildung 28).

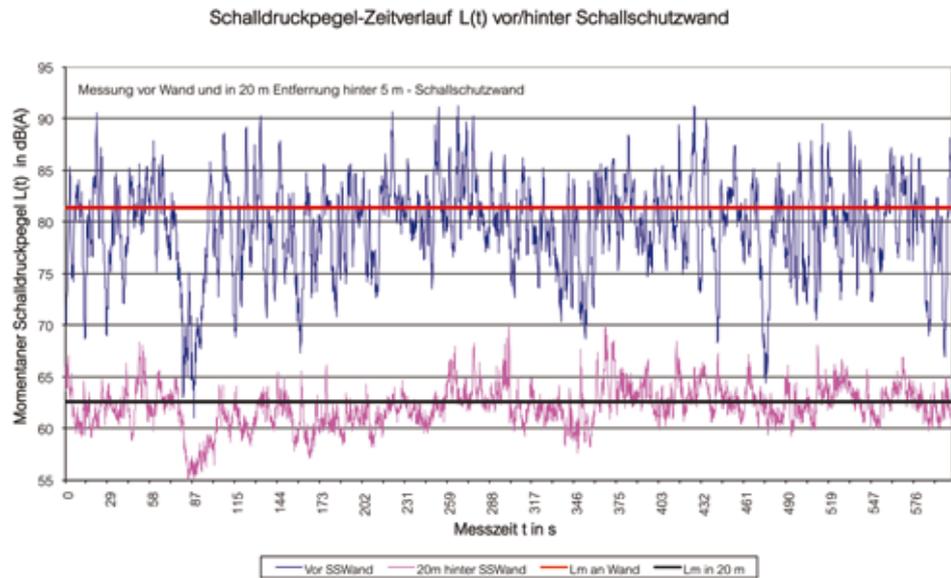


Abbildung 24: Das Landschaftsbild wurde durch die Errichtung der Lärmschutzanlagen erheblich verändert (Foto Kühne)



Abbildung 25: Lärmschutzwand entlang einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße (Foto Kühne)

Abbildung 26:
Schalldruckpegel-
Zeitverlauf vor und
in 20 m Abstand
hinter einer Schall-
schutzwand



Keinesfalls dürfen Lücken in der Anlage – etwa durch Ausfahrten – entstehen. Unterbrechungen reduzieren ganz erheblich die Gesamtwirkung der Anlage, es entstehen auch zusätzliche Belästigungen durch schnelle Pegelveränderungen, wenn einzelne Fahrzeuge diese Lücke passieren.

HINWEISE ZUR SCHALLDÄMMUNG VON SCHALLSCHUTZWÄNDEN

Durch ausreichend hohe Schalldämmung muss dafür gesorgt werden, dass auch der Schalldurchgang durch die Wand minimiert wird. Sie muss bei Schallschutzwänden mindestens 25 dB betragen. Hierzu bedarf es in



Abbildung 27: Geschützter Freiraum hinter einer Lärmschutzwand mit Anliegerstraße (Foto Kühne)



Abbildung 28: Bild oben: die Wand nur auf dem eigenen Grundstück ist zu kurz, Bild Mitte: ausreichende Länge der Wand mit Einschluss der Nachbargrundstücke, Bild unten: nur um das eigene Grundstück herumgeführte Wand

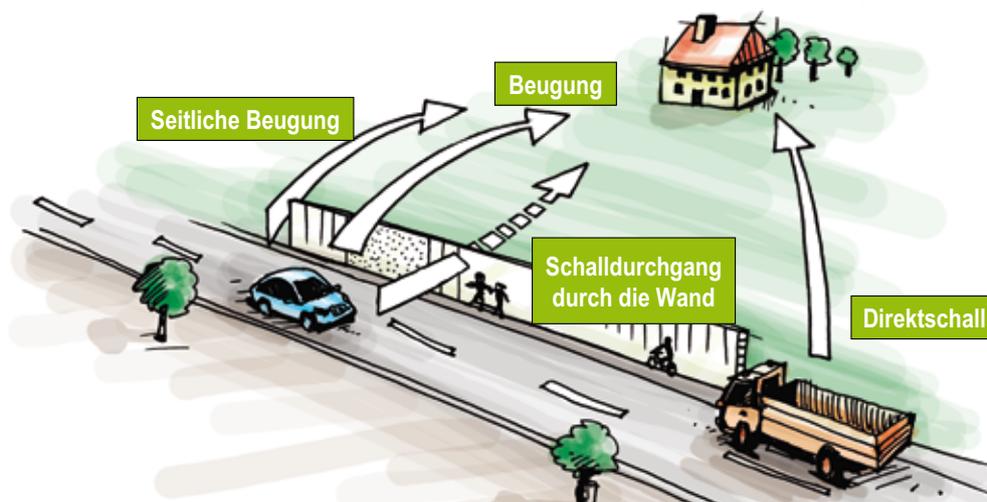


Abbildung 29: Schallwege im Bereich einer Lärmschutzwand

der Regel eines Flächengewichts von mehr als 20 kg/m², auf der sicheren Seite liegt man bei Gewichten von mehr als 40 kg/m². Eine Bretterwand genügt diesen Anforderungen somit nicht.

In Abbildung 29 sind nochmals die wesentlichen Schallwege zwischen Straße und Immissionsort aufgezeigt, die es gilt, möglichst wirkungsvoll zu unterbinden.

HINWEISE ZU REFLEXIONEN, SCHALLABSORBIERENDE VERKLEIDUNGEN

Befinden sich an beiden Seiten reflektierende Lärmschutzanlagen, verringert sich deren Wirkung durch die jeweils gegenüberliegende Reflexion (siehe Abbildung 30). Abhängig von der Geometrie können sich so im eigentlich geschützten Bereich die Pegel deutlich erhöhen. Zudem können lästige kurzzeitige Einzelgeräusche auftreten.

Dieser Effekt findet sich auch bei einer gegenüberliegenden Bebauung, bei beidseitigen parallelen Wänden, bei Stützmauern, Einfriedungen oder bei Tunnelausfahrten.

Reflexionen lassen sich vermeiden, wenn gegenüberliegende schallharte Lärmschutzwände eine schallabsorbierende Verkleidung erhalten. Die Schallabsorption ergibt sich durch die Differenz der Schallpegel der auftreffenden und der reflektierten Energie. Nach ZTV-Lsw 06 [25] spricht man bei einer Minderung der Reflexion um mindestens 8 dB von **hoch absorbierenden Konstruktionen**, bei Werten von 4 bis 7 dB von **absorbierenden Konstruktionen**. Werte unter 4 dB(A) gelten als nicht absorbierend.

Reflexionen lassen sich auch verringern, wenn die Wände schräg oder gekrümmt angeordnet werden. Neigen die Wände nach außen, gehen die Schallstrahlen nach

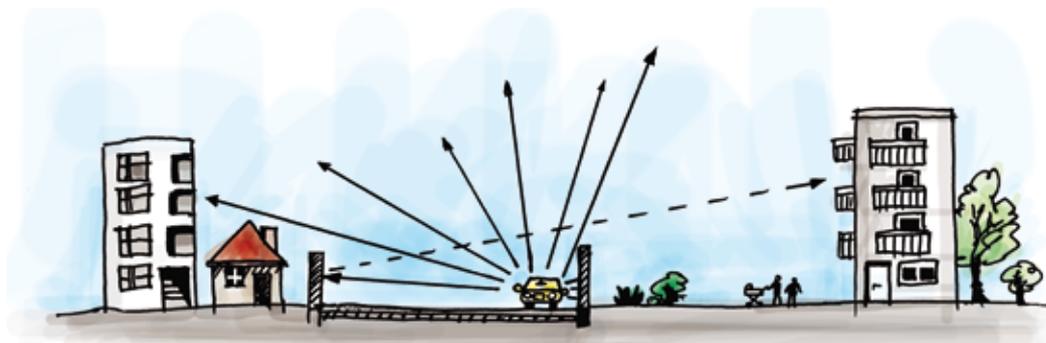


Abbildung 30: Durch die Reflexion an der gegenüberliegenden Wand wird die Minderungswirkung des Schirmes erheblich beeinträchtigt



Abbildung 31: Zur Vermeidung von Schall- und Lichtreflexionen nach außen geneigte Glaswand auf einer Brücke (Foto R. Kohlauer GmbH),

oben. Bei Glaswänden vermeidet man darüber hinaus störende Lichtreflexionen (siehe Abbildung 31).

Glaswände lassen sich nicht mit absorbierendem Material versehen, ihre gewünschte transparente Wirkung würde verloren gehen. Stehen auf einer Brücke beidseitig Schutzanlagen, sollten sie geneigt aufgestellt werden, um Reflexionen zu vermindern. Neuartige Glas-Konstruktionen mit absorbierenden Unterbrechungen senken die Reflexionen (siehe Abbildung 32). Durch die aufgebrachten Lamellen erreicht das System Absorptionswerte von 4 bis 8 dB(A).



Abbildung 32: Glaswand mit absorbierenden Eigenschaften (Foto R. Kohlauer GmbH)

WITTERUNGSEINFLÜSSE

Bei Schallausbreitung nahe am Boden bewirkt die Bodendämpfung eine zusätzliche Pegelminderung. Bei Brücken, ansteigendem Gelände und über Täler fehlt sie, gegenüber vergleichbaren Abständen wird es lauter.

Bei Inversionswetterlagen – wenn die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe ansteigt – wird der Schall zum Boden hin gebeugt (siehe Abbildung 33). Das hat zur Folge, dass die Wirkung von Lärmschutzanlagen deutlich nachlassen kann. Gleiches geschieht bei Mitwind-situationen.

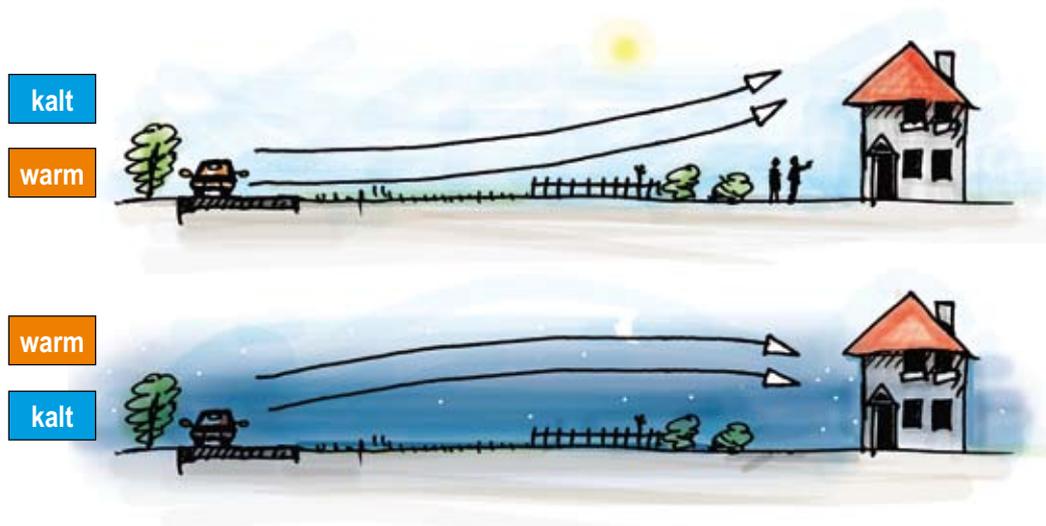


Abbildung 33: Inversionswetterlagen können die Wirkung von Lärmschutzanlagen deutlich reduzieren (typisch für die Nacht)

Leider nur eine vorübergehende Wirkung von „natürlichem Schallschutz“ ergibt sich bei der bekannten Tatsache, dass Schnee die Ausbreitung von Schall deutlich dämpft. Auf Straßen führt er außerdem zu geringen Fahrgeschwindigkeiten, moderater Fahrweise und niedrigem Verkehrsaufkommen (siehe Abbildung 34).

PSYCHOLOGISCHE WIRKUNG

Ein weiterer wichtiger Effekt von Lärmschutzwänden und -wällen ist die psychologische Wirkung, auch wenn sie quantitativ und volkswirtschaftlich kaum fassbar ist. Verwaltungen und Betroffene berichten immer wieder, dass alleine schon das Vorhandensein einer Lärmschutzanlage dazu führt, dass die Menschen eine Entlastung spüren. Das gilt selbst dann, wenn die Schutzanlage – etwa aufgrund einer zu geringen Höhe – gar keinen



Abbildung 34: Wirksame Lärmbekämpfung mit Unterstützung der Natur (Foto Kühne)

schalltechnischen Effekt hervorruft. Allerdings berichten Betroffene auch, dass sie sich durch den optischen Eindruck der Lärmschutzanlage isoliert fühlen. Gleichwohl sollte der positive Effekt bei der Auslegung von Lärmschutzkonzepten und Lärmaktionsplänen in Erwägung gezogen werden. Dies sollte im Dialog mit den betroffenen Bürgern geschehen.

5.8.2 BESCHREIBUNG TYPISCHER LÄRMSCHUTZANLAGEN

SCHALLSCHUTZWAND

Eine Schallschutzwand ist ein schalldämmender, vergleichsweise dünnwandiger Baukörper, der nur wenig Grundfläche beansprucht. Sie kann und sollte auch aus akustischen Gründen relativ nahe an der Lärmquelle stehen. Schallschutzwände können aus Aluminium, Beton, Holz, Glas, transparentem Kunststoff, Beton oder Ziegel hergestellt werden. In den letzten Jahren gab es große Fortschritte bei der Entwicklung transparenter Materialien, insbesondere hinsichtlich der Selbstreinigung und der Graffiti-Resistenz.

Die Materialien lassen sich auch kombinieren. So kann die Wand beispielsweise im unteren Bereich aus Beton und oben aus Glas bestehen. Auch lassen sich Lärmschutzwände auf Lärmschutzwälle aufsetzen. Dies reduziert den Platzbedarf (siehe auch Seite 54 „Kombination von Lärmschutzsystemen“).

Die bautechnischen Anforderungen an Lärmschutzwände sind in spezifischen Normen und Vorschriften festgelegt [63], die die Hersteller zu beachten haben. Eigenkonstruktionen erfüllen in der Regel diese Vorgaben nicht.

SCHALLSCHUTZWALL

Ein Schallschutzwall ist eine langgestreckte, begrünbare Aufschüttung aus Bodenmaterial oder anderem Schüttgut. Schallschutzwälle lassen sich durch weiche Formgebung und Bepflanzung gut ins Landschaftsbild einfügen. Wälle sollten an ihren Enden nicht abrupt enden, sondern mindestens mit einer Neigung von 1:8 auslaufen. Ein Abschwenken im Grundriss bietet eine weitere Gestaltungsmöglichkeit; siehe hierzu den späteren Hinweis auf Seite 56 „Gestaltung von Lärmschutzanlagen“.

Da der ohne Stützmaßnahmen realisierbare Schüttwinkel mindestens 1:1,5 beträgt, ergibt sich für die Bö-

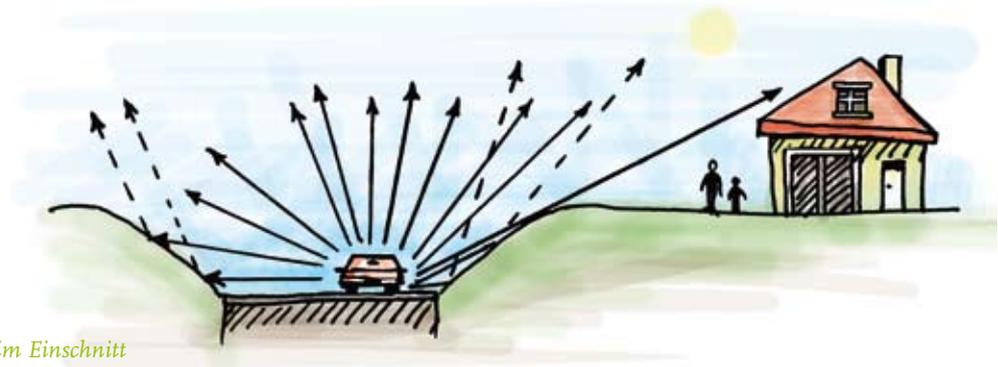


Abbildung 35: Straße im Einschnitt

schungsfußbreite ein relativ hoher Flächenbedarf. Wird der Wall ohne Hangsicherung steiler geschüttet, besteht die Gefahr der Bodenerosion. Sofern ausreichend Gelände zur Verfügung steht, sollte die Böschung auf der Anwohnerseite möglichst flach und somit natürlicher ausgebildet werden.

STEILWALL

Ein Steilwall ist eine künstliche Stützkonstruktion mit einer größeren Böschungsteilheit. Die Stützkonstruktionen bestehen aus Holz- oder Betonteilen, Schotterdrahtkästen (Gabionen) oder auch geflochtenen Weiden, die mit Gehölzstauden bepflanzt werden können. Steilwalle werden häufig angewendet, wenn für einen Wall nicht genügend Aufstandsfläche zur Verfügung steht. Die Pflege kann personalaufwendig sein. Der Erhalt der Begrünerung ist oft nur mit zusätzlicher Bewässerung möglich.

EINSCHNITT, TROG

Abschirmungen lassen sich auch dadurch erzielen, dass die Straße in einen Einschnitt verlegt wird (siehe Abbildung 35). Möglich ist auch eine Einbettung in einen Trog mit Teilabdeckung (siehe Abbildung 36). Um hier Vielfachreflexionen zu vermeiden, sind die Seitenwände eines Trogs mit absorbierendem Material zu versehen. Im innerstädtischen Bereich können durch die Tieferlegung zusätzliche Kosten durch Verlegung von Kanalisationen und Kabeln entstehen.

KOMBINATION VON LÄRMSCHUTZSYSTEMEN

Die Lärmschutzsysteme Einschnitt, Erdwall, Steilwall/Stützmauer und Wand lassen sich kombinieren. Die einzelnen baulichen Dimensionen bleiben so geringer. Setzt man etwa eine Wand auf einen Erdwall, so verringert sich der Grundflächenbedarf, die auf dem Wall aufgesetzte Wand kann in der Höhe verringert werden. Beispiel: Auf einen 3 m hohen, begrünten Wall wird eine 2 m hohe Wand aufgesetzt. Dies wird als wesentlich angenehmer empfunden als ein 5 m hoher Wall oder eine 5 m hohe freistehende Wand.



Abbildung 36: Innerstädtische Straße in Troglage (Foto Baumer)

TUNNEL – EINHAUSUNG

In problematischen Fällen – wie in innerstädtischen Bereichen bei hoher Bebauung, bei starkem Ansteigen des Geländes seitlich der Straße oder zur Schonung wertvoller Landschaftsteile – kann die Verlegung der Straße in einen Tunnel oder eine Einhausung eine sinnvolle Alternative sein (siehe Abbildung 38).

Tunnel schirmen den Schall fast total ab, allerdings lassen sie sich selten akustisch ausreichend lang erstellen. An ihren Endbereichen sinkt die Minderungswirkung durch das Einwirken der offenen Strecke deutlich. Sie beträgt dort nur noch 3 dB(A). Dies reduziert das Gesamtergebnis insbesondere in größeren Entfernungen ganz erheblich. Bei Ein- und Ausfahrten in den Tunnel entstehen zudem auffällige Pegeländerungen. Diese lassen sich durch anschließende Stützwände mit allmählich abnehmender Höhe abmildern. Die „Tunnelmünder“ (Tunnelportale) müssen absorbierend verkleidet werden. Ein weiteres Problem sind die Schadstoffkonzentrationen an den Tunnelenden.

Nicht nur die Bau-, sondern auch die Unterhaltungskosten (Beleuchtung, Belüftung, Sicherung)



Abbildung 38: Parkanlage über einem Tunnel (Foto Kühne)

sind meist unverhältnismäßig hoch im Vergleich zu den tatsächlich erzielten Pegelminderungen. Ein städtebaulicher Gewinn entsteht aber, indem sich die Fläche des Tunneldeckels nutzen lässt (Abbildung 38). Zudem entfällt die Trennwirkung der Straße.

Häufig wird allerdings die verbliebene Oberfläche dazu benutzt, weitere Verkehrsflächen aufzunehmen. Dies zerstört jedoch die erzielte Wirkung. Zu bedenken ist auch, dass oftmals durch den Tunnelbau der Verkehrsweg attraktiver wird und zusätzlichen Verkehr anzieht, der in den Zufahrtswegen die Verkehrsmengen und damit den Verkehrslärm erhöht.

BEPFLANZUNG

Durch Bäume und Sträucher wird Schallenergie gestreut und teilweise absorbiert. Die Wirkung von Bepflanzung an der Straße wird jedoch meist erheblich überschätzt. Zwar verringern Büsche und Bäume während der Vegetationsperiode die hohen Frequenzen, der Straßenverkehrslärm wird dann nicht mehr so aggressiv empfunden. Aber die tatsächliche messbare Pegelminderung beträgt bestenfalls 1 dB pro 10 m Tiefe der Vegetation. Zudem müsste die Bepflanzung langfristig rechtlich wie physisch gesichert werden. Unabhängig davon empfinden Betroffene die Wirkung subjektiv hoch. Dieser Effekt tritt auch bei Lärmschutzanlagen auf, die mit Be-

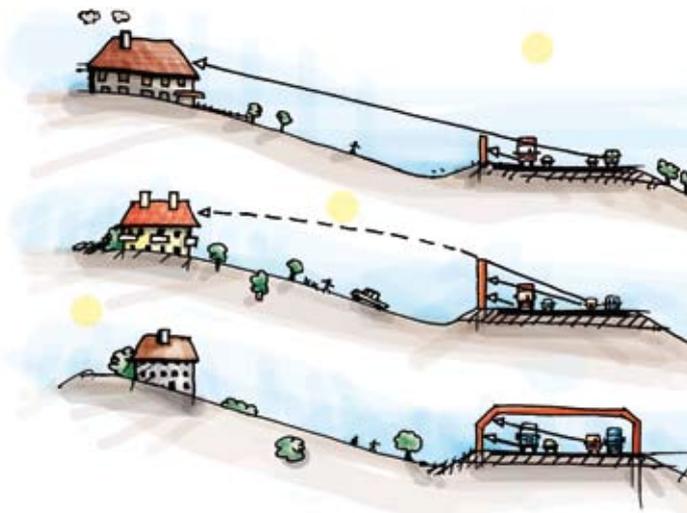


Abbildung 37: Bei Sichtverbindung gibt es keine Pegelminderung, erst mit einer Einhausung lassen sich in höher gelegenen Bereichen wirksame Pegelminderungen erzielen.

pflanzung gut kaschiert sind. In die Vorschriften für die Verwaltung sind diese Besonderheiten nicht eingeflossen. Um auf der sicheren Seite zu sein, lässt man bei den Berechnungen die Bepflanzungen unberücksichtigt.

Vorsicht ist geboten in Fällen, in denen Vegetation Lärmschutzwände und -wälle flankiert. Im ungünstigsten Fall können Baumgruppen und Bäume zu Reflektoren werden und die Wirksamkeit von Schallschutzanlagen herabsetzen [64].

SYNERGIEN

Lärmschutzanlagen können zusätzliche Funktionen übernehmen. So lassen sich in die Lärmschutzwälle auf der Rückseite Garagen oder andere Gebäude untergeordneter Bedeutung integrieren. Die Lärmschutzwände können Photovoltaikmodule aufnehmen, die umweltfreundlichen Strom erzeugen (Abbildung 39). Die gewonnene Energie lässt sich ins Netz einspeisen oder vor Ort zur Beleuchtung nutzen.

GESTALTUNG VON LÄRMSCHUTZANLAGEN

Wirksame Lärmschutzanlagen sind häufig recht hohe und optisch dominante Bauwerke. Sie können zu erheblichen visuellen Beeinträchtigungen führen. Dadurch



Abbildung 39: Lärmschutzwall mit aufgesetzter Photovoltaikanlage (Foto Kühne)

kann wiederum die subjektiv empfundene akustische Wirksamkeit sinken. Denn die Anwohner, für die die Anlage errichtet wurde, müssen sie ja akzeptieren. Zu Fragen der Gestaltung entstand daher für den Planer ein eigenständiges Merkblatt, die „Empfehlungen für die Gestaltung von Lärmschutzanlagen an Straßen“ [63]. Sie enthalten Anregungen und Hinweise für eine umgebungsgerechte und ästhetisch befriedigende Gestaltung von Lärmschutzeinrichtungen.

Grundsätze für die Gestaltung von Lärmschutzanlagen [63]:

- Die Eigenart des jeweiligen Landschafts- oder Stadtraumes ist zu berücksichtigen.
- Natürliche Gestaltungselemente und Materialien wie Pflanzen, Boden, Stein und Holz sind bevorzugt und standortgemäß zu verwenden.
- Zurückhaltende Gestaltung und Farbgebung erleichtern die Einfügung in die Umgebung.
- Wälle und Wall-/Wandkombinationen sind aus gestalterischen Gründen reinen Wandkonstruktionen vorzuziehen.
- Sehr lange Lärmschutzanlagen sind zu gliedern, um Monotonie zu vermeiden.
- Innerhalb einer Anlage sind kleinräumige, unharmonische Wechsel von verschiedenen Systemen und Farben zu vermeiden.
- Folgen im Verlauf einer Straße mehrere Lärmschutzanlagen dicht aufeinander, sind sie gestalterisch aufeinander abzustimmen.
- Liegen beengte Verhältnisse vor, soll die verfügbare Grundfläche vorrangig der Anliegerseite zugute kommen.
- Vorhandene Bauwerke sind zu beachten.
- Bei der Auswahl und Gestaltung sind die betroffenen Kommunen und Bürger einzubeziehen.

5.9 SCHALLSCHUTZ DURCH GEBÄUDEPLANUNG

Am Anfang steht wohl immer die Überlegung, ob sich nicht durch ein Abrücken der Bebauung von der Straße die notwendige Lärminderung bewirken lässt. Immerhin kann bei einer zweistreifigen Straße schon eine freundlich gestaltete Zwischenzone mit Vorgarten, Radweg und Baumreihe anstelle eines knapp bemessenen Gehsteigs den Mittelungspegel an der Randbebauung um rund 5 dB(A) senken. Der Vorbeifahrpegel verringert sich sogar um rund 7 bis 10 dB(A).

Sind ausreichende Abstände nicht möglich, so ist die Eigenabschirmung der zu errichtenden Gebäude zu nutzen. Erforderlich sind eine zweckmäßige Gebäudeform sowie eine günstige Grundrissgestaltung. Beispielhaft werden in Abbildung 40 zwei Gebäudeanordnungen gegenübergestellt. Die Abbildung zeigt im linken Bild drei Wohnblöcke, die senkrecht zur Straßenachse stehen. Das Gebäude im rechten Bild hat eine vergleichbare Grundfläche und besteht aus einem Längsriegel parallel zur Straße und drei Querriegeln. Die Abbildung zeigt sowohl die Gebäudegrundrisse als auch die Schallpegelverteilung der von der Straße ausgehenden Verkehrsgläusche. Der Pegelunterschied zwischen den blauen und grünen Farbtönen beträgt etwa 30 dB. Es wird deutlich, dass die Verkehrsgläusche im linken Beispiel bis in die Tiefe der Bebauung vordringen können und nur die schmalen, straßenabgewandten Fassaden im grünen Bereich liegen. Im rechten Beispiel hingegen sind große Teile der Fassaden durch den Längsriegel gut abgeschirmt. Es entsteht ein zusammenhängender, großflächiger ruhiger Außenbereich. Für fast alle Wohneinheiten sind Räume mit geringer Belastung möglich.

Die Längsriegel können auch durch transparente Schallschutzwände ersetzt werden.

Die Abbildungen 41 und 42 zeigen die Umsetzung eines derartigen Konzeptes. Die Wohnhäuser wurden ursprünglich senkrecht zur Hauptstraße angeordnet. Es gab keine geschlossenen Innenhöfe, die parallelen

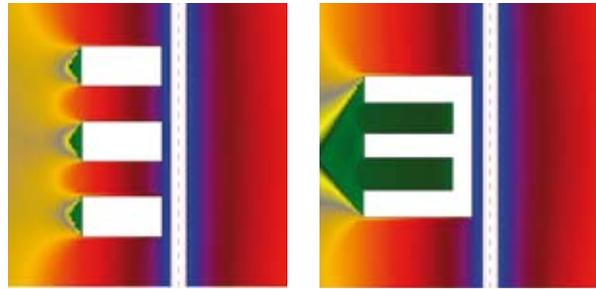


Abbildung 40: Alternative Anordnung von Gebäuden an einer Straße, Grundrisse und Lärmbelastung; links: offene Querriegel, rechts: Abschirmung durch Längsriegel.



Abbildung 41: Verbesserung des Schallschutzes durch zusätzliche Abschirmung oder Bebauung mit geeigneter Raumorientierung im Gebäude (Foto Kühne)



Abbildung 42: Verbesserung des Schallschutzes durch zusätzliche Abschirmung (Foto Kühne)

Häuserfronten verstärkten durch Reflexionen die Pegel auf den Freiflächen. Zur Sanierung wurden nun Häuser mit lärmbewussten Grundrissen parallel zur Straße als Längsriegel realisiert. Durch diese Abschirmung ergeben sich die oben erwähnten ruhigen Innenhofbereiche.

5.10 BAULICHER SCHALLSCHUTZ GEGEN VERKEHRSLÄRM (PASSIVER SCHALLSCHUTZ)

5.10.1 ALLGEMEINE HINWEISE

Sind Maßnahmen des aktiven Schallschutzes (Maßnahmen an der Quelle oder am Übertragungsweg) ausgeschöpft oder von vornherein nicht möglich, kommt die erhöhte Schalldämmung der Außenbauteile in Betracht (passiver Schallschutz).

Hierzu gehören Außenwände, Dächer, Fenster, Türen, Rollladenkästen, Heizkörpernischen und Lüftungseinrichtungen. In dieser Aufzählung spielen die Fenster zweifellos die wichtigste Rolle. Bei „passiven“ Schallschutzmaßnahmen am Immissionsort geht es nahezu ausschließlich darum, Schallschutzfenster einzubauen. So befassen sich die folgenden Kapitel auch vorwiegend mit den an die Fenster zu stellenden Schallschutzanforderungen. Schallschutzfenster sind „luftdicht“, es wird nachfolgend auch auf die erforderliche Belüftung der Räume hinter Schallschutzfenstern verwiesen.

Im Gegensatz zum internen Schallschutz (Schutz vor Schallübertragung von Raum zu Raum), bei dem hohe Schalldämmwerte erwünscht sind und keine Nachtei-

le zur Folge haben, muss beim externen Schallschutz (Schutz vor Schallübertragung von außen nach innen) die Dämmung gezielt und mit Bedacht bemessen werden.

Im Falle zu hoher Dämmwerte der Außenfassade sind folgende Nachteile zu erwarten:

- raumklimatische Nachteile (unzureichende Lüftung, Stockflecken),
- Einbau von Lüftungseinrichtungen erforderlich;
- erschwerte Handhabbarkeit bei hoch schalldämmenden (schweren) Fenstern,
- hohe Kosten.

Subjektiv können noch folgende Nachteile auftreten:

- zu geringer Grundgeräuschpegel („Maskierungspegel“) in Wohnungen, daher verstärkte Hörbarkeit von Geräuschen aus Nachbarwohnungen, z. B. störende Sanitärgeräusche,
- Isolationsgefühl.

5.10.2 WOHNKLIMA UND SCHALLSCHUTZ

SCHALLSCHUTZFENSTER SIND ZU SCHLIESSEN!

Häufig wird nicht berücksichtigt: **Schallschutzfenster** mindern die Geräuschbelastung nur, wenn sie auch tatsächlich **geschlossen** bleiben. Die Bewohner lärmbelasteter Wohnungen haben deshalb nur die Wahl zwischen Lärmstress und Klimastress. An weniger stark befahrenen Straßen bleiben die Fenster daher häufiger geöffnet und sind deshalb akustisch wirkungslos.

FOLGEN FÜR DAS RAUMKLIMA

Die Auswirkungen moderner schalldämmender und daher fast luftdichter Fenster auf das Klima von Aufenthaltsräumen sind schwerwiegend. Durch die undichten Fugen alter Fenster wird ein Teil der Raumluft ständig erneuert. Altbaufenster mit luftdurchlässigen Fugen bewirkten eine natürliche Grundlüftung (bei der im Winter bei üblich großen Räumen etwa 10 m³ Luft/Stunde ausgetauscht werden können). „Verbrauchte Luft“ konnte dabei kaum entstehen.

Die allgemein bekannten Folgen dieser „Selbstlüftung“ waren jedoch:

- schlechte Schalldämmung
- hohe Heizenergieverluste,
- Zugscheinungen bei Wind und Kälte,
- Absinken der relativen Feuchte im Winter auf ca. 10-30 %.

Werden diese alten Fenster gegen neue, dichte ausgetauscht, so kehren sich die vorgenannten Eigenschaften um. Das bedeutet:

- gute Schalldämmung,
- geringe Heizenergieverluste,
- keine Zugscheinungen,
- daneben aber *Anstieg* der relativen Feuchte und
- zusätzlich Absinken des Sauerstoffgehaltes und Ansteigen des *Schadstoffgehaltes* in der Luft.

Problematisch ist jedoch vor allem der Anstieg der relativen Luftfeuchte.

LÖSUNG DER LÜFTUNGSPROBLEMATIK

Der Austausch der Fenster darf kein eigenständiger Vorgang bleiben. Daneben ist der Wärmeschutz der Außenbauteile zu erhöhen und das Lüftungsproblem zu lösen. So sollten Schallschutzfenster nur eingebaut werden, wenn gleichzeitig Schalldämmlüfter eingesetzt werden [65].

MANUELLE LÜFTUNG

Eine weitere Möglichkeit ist die Quer-Stoßlüftung aller Räume. Auch dies verhindert raumklimatische Probleme. Dies gilt selbst dann, wenn zusätzliche Lüftungsein-

richtungen fehlen. Allerdings gibt es zwei Ausnahmen: Im Falle **offener Feuerstellen** (Ofenheizung, Gastherme, Wohnungskamin) kann hochgiftiges Kohlenmonoxid entstehen. Um zu gewährleisten, dass ausreichend Frischluft nachströmt, sind unverschließbare Öffnungen nötig. Diese müssen mindestens 150 cm² groß sein. Das Fehlen oder Verschließen derartiger Öffnungen in den Zwischenwänden oder den Türen zur Küche und zum Bad durch Zustellen oder Übertapezieren hat in der Vergangenheit wiederholt Todesopfer gefordert.

Bei **Schlafzimmern** ist die Stoßlüftung während der achtstündigen Schlafperiode im Allgemeinen weder praktikabel noch zumutbar. Teilweise geöffnete Fenster vermindern den gerade zum Schlafen notwendigen Schallschutz erheblich. Zudem haben sie auch eine zu starke Auskühlung der Räume zur Folge.

MOTORISCHE LÜFTUNG

Bei Vorsorge oder Lärmsanierung – also Leistungen in Verbindung mit einer geförderten Maßnahme – wird immer auf motorische Lüfter abgestellt. Es ist nachgewiesen, dass sie bei allen Witterungslagen die Luft ausreichend austauschen. Dies ist bei Lüftungsschlitzten oder Spaltlüftung nicht ausreichend der Fall.

Schalldämmlüfter mit Gebläse erreichen eine wesentlich höhere Luftleistung. Sie gestatten zudem, die Luftzufuhr individuell zu regeln (kontrollierte Lüftung). Es ist jedoch darauf zu achten, dass das Lüftungsgeräusch genügend leise ist (je nach Anforderung im Raum etwa 25 bis 35 dB(A)). In der Regel erfüllen Schalldämmlüfter diese Anforderungen.

5.10.3 SCHALLDÄMMUNG DER AUSSENFASSADE – BERECHNUNG

Die Berechnungsmethoden für die erforderliche Schalldämmung enthält die 24. *BImSchV* [23]. Die Berechnung gilt zunächst nur für die Ermittlung des erforderlichen Schallschutzes an Straßen für den Fall der Vorsorge,

kann aber prinzipiell auch für die Lärmsanierung genutzt werden.

Die 24. *BImSchV* [23] „legt Art und Umfang der zum

Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche notwendigen Schallschutzmaßnahmen für schutzbedürftige Räume in baulichen Anlagen fest“, die bei Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der 16. *BImSchV* [9] erforderlich werden. Dazu wird ein Schutzziel formuliert, das ausgehend von der Raumnutzung des zu schützenden Raumes indirekt die Einhaltung von Beurteilungspegeln im Raum ermöglicht.

Wird ein **Schallschutzfenster** zum Schutz vor Verkehrslärm bestellt, sollte sichergestellt werden, dass der **Fensterbauer**

- kompetente Fachberatung für Schallschutzfenster gibt,
- die Fensterkonstruktionen einschließlich Rollläden und Lüftung im Hinblick auf die erforderliche Schallschutzklasse erläutert,
- Prüfzeugnisse für die angebotenen Schallschutzfenster vorlegt,
- Kostenangebote mit eindeutiger Angabe der Materialien und der Verglasung, insbesondere zur Scheibendicke macht,
- fachgerecht einbaut und
- die Schallschutzklasse in der Rechnung bestätigt.

Die Berechnungsformel für die erforderliche Schalldämmung der Außenfläche $R'_{w, res}$ des Raumes ist in der 24. *BImSchV* [23] zu finden. Es kommt immer wieder vor, dass die eingebauten Fenster die Erwartungen nicht erfüllen. Enthält das Angebot unzureichende Angaben, erschwert dies bei einer Reklamation die Nachbesserung. Klassische Mängel sind geringere als die vereinbarten Glasscheibendicken und unzureichende Dichtungen.

Werden Schallschutzfenster im Rahmen einer Entschädigung bei Straßenbaumaßnahmen gewährt, so soll sich das Schalldämmmaß um mindestens 5 dB(A) verbessern. Es empfiehlt sich deshalb, eine höhere Schallschutzklasse einbauen zu lassen. Grund hierfür: Bei der Bemessung wird nur der neue oder wesentlich geänderte Verkehrsweg berücksichtigt; weitere Lärmquellen spielen hingegen keine Rolle (siehe Kapitel 4.3.1). Den Aufpreis müssen allerdings die Betroffenen selbst tragen.

Bei passiven Schallschutzmaßnahmen im Zusammenhang mit Lärmsanierung oder -vorsorge werden die Beschaffung und der Einbau der Lüfter vom Vorhabensträger teilweise oder komplett finanziert. Bei der Sanierung müssen 25 % als Eigenanteil selbst getragen werden.

6. PRAKTISCHE HINWEISE

Die Einwirkungen von Lärm sind ein allgemein unterschätztes Umweltproblem. Der Stellenwert ist in der Politik nicht angemessen. Die gesetzlichen Regelungen sind folgerichtig nicht hinreichend. Um sie zu verbessern, sollten Abgeordnete mehr von den konkreten Problemen der Bürger erfahren. Abgeordnete können Gesetzesänderungen auf den Weg bringen. Grundsätzlich hat jeder Bürger das Recht, den Schutz seiner Gesundheit zu verlangen, Artikel 2 des Grundgesetzes GG [13]. Im Folgenden werden – zusammengefasst aus den Kapiteln 2 bis 5 und ohne Verweise – Hinweise gegeben, die bei

der Diskussion mit Ämtern und Behörden weiterhelfen können. Auch wird aufgezeigt, wie Sie selbst zu einer weniger lauten und lärmaggressiven Umwelt beitragen können.

GEMEINSAMES HANDELN

Grundsätzlich gilt, wie in vielen anderen politischen Fragen, dass gemeinsames Handeln der Betroffenen wirksamer ist als individuelles Agieren. Gerade bei Lärmproblemen wird der Einzelne häufig nicht ernst genommen.

Nutzen Sie also die Möglichkeiten des Zusammenschlusses in Ihrem Wohngebiet ebenso wie die Mitarbeit in überregionalen Verbänden des Lärmschutzes!

SCHALLIMMISSIONSPROGNOSE

Beim Neubau oder der wesentlichen Änderung eines Verkehrsweges hat die zuständige planende Straßenbaubehörde den Nachweis zu bringen, dass die Grenzwerte der 16. Bundesimmissionsschutzverordnung 16. *BImSchV* [9] nicht überschritten werden. Dazu erstellen Verkehrsplaner und ein Schallschutzingenieur im Planungsverfahren eine Schallimmissionsprognose nach den *RLS-90* [8]. Dieses „Schallschutz-Gutachten“ wird Bestandteil des Genehmigungsverfahrens. Die Planungsunterlagen – und damit der Schallschutznachweis – sind öffentlich auszulegen. Die Betroffenen haben das Recht, in einer Anhörung fristgerecht ihre Einwendungen vorzutragen. Nachträglich eingebrachte Forderungen werden in der Regel nicht mehr berücksichtigt (Präklusion).

INFORMIEREN SIE SICH!

Lassen Sie sich die schalltechnischen Unterlagen erläutern. Die Schallpegel wurden mit komplexen Berechnungsmethoden ermittelt, die von einem Laien nicht unmittelbar nachvollzogen werden können. Die zugelassenen und zertifizierten Rechenprogramme sind aber ausgetestet worden, hier treten methodisch/rechnerisch keine Fehler auf. Allerdings gibt es häufig Diskussionen über die Eingabedaten, hier sind auch Anwendungsfehler möglich. Eingabedaten, wie die geometrischen Daten, Verkehrsmengen, Lkw-Anteile, Geschwindigkeiten oder Straßenoberflächen können auch von Nichtfachleuten überprüft und nachvollzogen werden. Oftmals ist dem Betroffenen gar nicht bewusst, in welcher Gebietskategorie das Anwesen liegt. Danach richtet sich aber die Schutzqualität. Schauen Sie im Flächennutzungs- oder und Bebauungsplan nach. Selbst wenn sich im Umfeld vorwiegend Wohnungen befinden, führt eine Einstufung als Kern-, Dorf- oder Mischgebiet zu einer geringeren

Schutzwürdigkeit. Die zulässigen Immissionspegel liegen um 5 dB(A) höher als im Wohngebiet.

PFLICHTEN DER PLANUNGSBEHÖRDEN

Die Planungsbehörde hat auf Bedenken oder Einwendungen zu antworten, sie zu berücksichtigen, zu bewerten und gegebenenfalls entsprechende Planänderungen zu veranlassen oder entsprechend begründet abzulehnen. Die erforderlichen Schallschutzmaßnahmen sind vom Straßenbaulastträger vollständig zu finanzieren. Lassen Sie sich auch über die Gestaltung einer Lärmschutzanlage Skizzen oder Bilder zeigen. Hier können Sie unter Umständen Einfluss nehmen. Vorrangig sollen notwendige Lärmschutzmaßnahmen so dimensioniert werden, dass der Außenwohnbereich – dazu gehören auch Balkone – im Rahmen der geltenden Grenzwerte geschützt wird. Sind die so entstehenden Lärmschutzanlagen unverhältnismäßig, kommt es zu einer Abwägung: Die Schutzanlage wird niedriger oder entfällt vollständig; zum Ausgleich werden Schallschutzfenster vorgesehen, und es wird ggf. eine finanzielle Entschädigung für die Außenwohnanlagen gewährt [24]. Suchen Sie gerade in solchen Fällen die Unterstützung durch Vertreter der Umweltschutzbehörden. Vergessen Sie dabei nicht, dass Schallschutzfenster nur wirken, wenn Sie geschlossen sind. Wenn Sie sie öffnen, wird es zu laut sein. Und durch eine finanzielle Entschädigung wird es nicht leiser. Berücksichtigen Sie die notwendige Lüftung, die in der Regel einen Schalldämmlüfter erfordert.

WORAUF SIE BEI SCHALLSCHUTZFENSTERN ACHTEN SOLLTEN

Achten Sie darauf, dass die Schallschutzfenster sorgfältig und korrekt eingebaut werden. Akustische Nebenwege können die vorgesehene Wirkung deutlich reduzieren. Schwachstellen sind auch nicht gedämmte Rollladenkästen oder Heizkörpernischen.

Treffen mehrere Schallquellen auf Ihr Anwesen, wurden möglicherweise nicht alle erfasst. Eine Aufsummierung aller Lärmimmissionen ist rechtlich nicht vorgesehen. In diesem Fall verbleiben im Innenraum schädliche Pegel. Eine Unterdimensionierung ist nicht nur unzureichend, sondern auch unwirtschaftlich. Sie sollten sich daher eine höhere Schallschutzklasse einbauen lassen, auch wenn Sie die Mehrkosten selbst tragen müssen. Zudem sollten alle Fenster eines Raumes die gleiche akustische Qualität aufweisen.

EINZUG IN EINE NEUE WOHNUNG

Wenn Sie die Möglichkeit haben, in eine neue Wohnung zu ziehen, achten Sie auf eine ruhige Wohnlage und guten Schallschutz auch innerhalb des Gebäudes. Beurteilen Sie das Lärmumfeld nicht an einem verkehrarmen Sonntag. Meiden Sie Wohngebiete, in denen bei Neubauten bereits Schallschutzfenster vorgesehen sind. Die Außenwohnbereiche dürften dort nicht der Erholung dienen, sofern sie überhaupt vorhanden sind.

WAS SIE BEI GRENZWERTEN BEACHTEN SOLLTEN

Sie haben unmittelbar wenig Einfluss auf die Grenzwerte, die der Gesetzgeber festlegt. An die Grenzwerte haben sich die Planer, die Gutachter und die Genehmigungsbehörde zu halten. Es lohnt sich nicht, sich mit den Fachbehörden **hierüber** zu streiten. Nur so viel: Ein Grenzwert ist kein Zielwert. Er darf nicht überschritten werden. Er kann aber unterschritten werden. Grenzwerte sind nur durch politische Einflussnahme zu verändern, dafür müssen Mehrheiten gewonnen werden.

LÄRMSANIERUNG

Wird eine Straße baulich nicht verändert, kommen Lärmschutzmaßnahmen nur dann in Betracht, wenn die hohen Schwellenwerte, die eine Lärmsanierung auslösen können, überschritten werden. In so einem Fall wird die

zuständige Behörde von sich aus tätig, wenn ein Lärmsanierungsprogramm vorliegt. Die Betroffenen werden dann von dem Vorhaben informiert. Die Berechnungen und Erhebungen finden genau für die Wohnungen statt, bei denen Überschreitungen der Schwellenwerte erwartet werden. Die Betroffenen können im Zuge der Erhebungen ihre Vorstellungen einbringen. Da die Lärmsanierung allerdings rechtlich nicht geregelt ist, erfolgen die Leistungen auf freiwilliger Basis. Das bedeutet: Sie werden von der Kommune oder dem Baulastträger selbst finanziert oder aus Fördermitteln bestritten. Die Betroffenen haben keinen Rechtsanspruch auf diese Leistungen. Hierzu wird ein Prioritätenplan aufgestellt und abgearbeitet. Die Maßnahmen werden – je nach Fördervolumen der zuständigen Straßenbaubehörde – zu einem überwiegenden Teil aus der Förderung finanziert. Bei Schallschutzfenstern müssen die Betroffenen einen Eigenanteil von 25 % tragen.

Wenn Sie das Gefühl haben, bei Ihnen seien die Auslösewerte der Lärmsanierung überschritten, fragen Sie beim zuständigen (Straßen-) Bauamt nach, oder recherchieren Sie über das Internet beim Umweltamt oder Straßenbauamt Ihrer zuständigen Verwaltung. Eventuell lässt sich auch eine Lärmsanierung vorziehen, insbesondere dann, wenn ohnehin eine Sanierung der Straßendecke geplant ist.

Prüfen Sie, ob ein Lärmaktionsplan existiert oder erarbeitet wird. In diesem Rahmen findet ebenso eine Lärmsanierung statt.

VERKEHRSPROGNOSEN

Einem Planfeststellungs- oder Bauleitplanverfahren liegen Verkehrsmengen zugrunde, die in 10 bis 15 Jahren zu erwarten sind. Auf dieser Basis werden mögliche Schallschutzmaßnahmen dimensioniert. Es kommt immer wieder vor, dass die Verkehrsmengen oder der Anteil des Lkw-Verkehrs gegenüber Angaben in früheren Verfahren unerwartet hoch angestiegen ist. Wenn Sie der

Ansicht sind, dass bei Ihnen die Verkehrszunahme über der allgemeinen Steigerung liegt, lassen Sie sich die neuesten offiziellen Zählungen zeigen und vergleichen Sie die Werte mit den Zahlen, die der Planfeststellung zugrunde liegen. Fragen Sie, ob die Zunahme noch in der Toleranz liegt. Erst eine Steigerung der Mittelungspegel um mehr als 2,1 dB gilt als erheblich und kann dann einen Anspruch auf ergänzende Lärmschutzmaßnahmen auslösen. Eventuell liegt sogar eine so genannte „fehlgeschlagene Prognose“ vor. Die Verjährungsfristen für Ansprüche gegenüber der Planfeststellungsbehörde sind zu beachten (siehe Kapitel 4.3.1). Möglicherweise war die tatsächlich eingetretene Zunahme nicht vorhersehbar. In diesem Fall muss der Baulastträger nachrüsten.

BERECHNUNG DER IMMISSIONSWERTE

Bei den Berechnungen für die Immissionswerte wird nach den RLS-90 [8] eine Straßenoberflächenkorrektur D_{StrO} zugrunde gelegt. Natürlich muss davon ausgegangen werden, dass der vorgesehene Straßenbelag mit seinen schalltechnischen Eigenschaften auch eingebaut wird. Allerdings findet keine akustische Abnahmemessung statt. Messungen sind grundsätzlich nicht vorgesehen. Wenn Sie aber bereits optisch Unebenheiten erkennen können, lassen Sie die Fahrbahndecke akustisch überprüfen.

Nach Eröffnung der Straße hat man meistens den Eindruck, dass es besonders laut ist. Das liegt oft daran, dass der Verkehr während der Baustellenzeit geschwindigkeitsbegrenzt war oder ruhte. Die Pegelhöhe lässt sich nicht subjektiv mit dem Ohr messen. Sollten Sie aber feststellen, dass es Baufehler gegeben hat, wenden Sie sich an das Bauamt oder die zuständige Aufsichtsbehörde.

LÄRMAKTIONSPLÄNE

Beim Erstellen von Lärmaktionsplänen nach der *Umggebungslärmrichtlinie* [10a] ist die Mitwirkung der Öffent-

lichkeit vorgesehen. So müssen die Lärmaktionspläne öffentlich vorgestellt werden. Dabei haben Sie die Möglichkeit, Ihre Wünsche vorzutragen. Nehmen Sie diese Termine wahr. Damit schärfen Sie auch im Bewusstsein der verantwortlichen Politiker, dass Lärmschutzprobleme bedeutsam sind. Es besteht meist auch die Gelegenheit, im Internet die errechneten strategischen Lärmkarten einzusehen und die vorgesehenen Maßnahmen abzurufen. Der Lärmaktionsplan soll alle sinnvollen und finanzierbaren Möglichkeiten der Lärminderung ausschöpfen. Dazu gehören auch straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen [49], Lkw-Fahrverbote, Verkehrsleitsysteme, (Aufhebung von) Halteverbote(n) und die Einrichtung verkehrsberuhigter Bereiche. Weiterhin sollten Sie die Verkehrsbetriebe auffordern, lärmarme Fahrzeuge zu beschaffen. Oft bieten die Hersteller lärmarme Versionen an, die dann aber nicht bestellt werden. Zum Beispiel erzeugen Dieselbusse beim Anfahren an Haltestellen tieffrequente Geräusche, die die üblichen Fenster nur gering mindern. Lärmarme Modelle, Oberleitungsbusse oder Hybridbusse, die mit einem Elektromotor beschleunigen, haben diesen Effekt nicht.

GESCHWINDIGKEITSBEGRENZUNG

Nutzen Sie die Lärminderungsmöglichkeiten des § 45 der Straßenverkehrsverordnung *StVO* [27]. Schon oft haben Bürger bei ihren Straßenverkehrsbehörden Tempo 30 durchgesetzt [49]. Gerade wenn sich nicht ortsüblicher Verkehr durch alternative Routen relativ einfach aus Ihrem Wohnbezirk fernhalten lässt, sind straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen auch dann möglich, wenn die Belastung weniger extrem ist.

NEHMEN SIE EINFLUSS AUF DIE POLITIK

Viele lärmrelevante Vorgaben entstehen heute auf nationaler oder sogar auf europäischer Ebene. Verbesserungen lassen sich hier nur erreichen, wenn möglichst viele Menschen Einfluss auf Politik und Verwaltung dieser

Ebenen nehmen. Nutzen Sie daher die Sprechstunden, die die Europa-, Bundes- und Landtagsabgeordneten in der Regel in ihrem Wahlkreis anbieten. Nutzen Sie auch die Möglichkeiten der national und europaweit agierenden Bürgerinitiativen und Nichtregierungsorganisationen (NGO, siehe Kapitel 7).

SO KÖNNEN SIE SELBST ZUM LÄRMSCHUTZ BEITRAGEN

Beim Straßenverkehrslärm ist man häufig nicht nur Lärmbetroffener, sondern auch Verursacher. Wenn wir

ruhebewusster werden, werden wir auch unser Verhalten ändern und danach ausrichten. Ein einzelnes leises Fahrzeug reduziert den Gesamtlärm nicht; nur wenn es allein zu hören ist, wird der Effekt spürbar. Das geschieht dann, wenn man spät abends nach Hause kommt oder früh wegfährt und nicht die Nachbarn aufweckt. Bemüht sich die Mehrheit um leise Fahrzeuge und leise Reifen, wird das Geräuschniveau unserer Straßen sinken. Damit werden die Geräusche der Natur plötzlich wieder wahrnehmbar.

Autofahrer sollten folgende Hinweise beachten:

- Verlangen Sie beim Neukauf geräuscharme Fahrzeuge. Der Typprüfwert für das Fahrgeräusch steht in den Kfz-Papieren. Ein Fahrzeug sollte nicht nur innen leise sein. Elektro- oder auch Hybrid-Fahrzeuge sind übrigens besonders leise, vor allem beim Anfahren. In ruhigen Wohngebieten können die Minderungspotentiale bei Werten über 10 dB(A) liegen. An Hauptverkehrsstraßen dominieren allerdings weiterhin die Reifen-Fahrbahn-Geräusche, deshalb:
- Fragen Sie nach lärmarmen Reifen. In Testserien werden die Außengeräusche mit ermittelt und veröffentlicht. Die Reifen werden momentan noch nicht damit gekennzeichnet. Eine Orientierung bietet das Umweltzeichen „Blauer Engel“, das lärmarme und kraftstoffsparende Reifen kennzeichnet. Ab 2012 müssen in der EU fast alle Reifen hinsichtlich ihrer Geräuschemission gekennzeichnet werden. Bei Elektrofahrzeugen sind die Reifenabrollgeräusche schon bei niedrigen Geschwindigkeiten wahrzunehmen.
- Lassen Sie den Motor nicht „warm“ laufen. Fahren Sie vorausschauend, möglichst niedertourig und beschleunigen Sie nicht unnötig stark. Vielleicht können Sie sich mit einem Automatikgetriebe anfreunden. Halten Sie sich an Geschwindigkeitsbeschränkungen: Sie fahren leiser, billiger und sicherer. Das fällt leichter, wenn Sie nicht auf den „letzten Drücker“ losfahren.
- Fahren Sie bei nasser Fahrbahn langsamer. Dies ist nicht nur sicherer, sondern auch leiser. Geschlossene Fahrbahndecken werden bei Nässe deutlich lauter.
- Machen Sie bei Staus den Motor aus. Beim Elektrofahrzeug erübrigt sich dieser Hinweis.
- Drehen Sie das Autoradio nicht laut auf, insbesondere wenn Sie mit geöffneten Fenstern fahren (rollende Disko!).
- Überlegen Sie sich vor jeder Fahrt, ob sie wirklich mit dem Pkw durchgeführt werden muss. Nutzen Sie die ÖPNV-Angebote. Zufußgehen und Radfahren verursachen gar keinen Straßenverkehrslärm und sind gesund. Auch E-Mofas und Pedelecs sind leise.
- Gerade in verdichteten, gut durchmischten Innenstädten ist ein Leben ohne privaten Pkw grundsätzlich gut möglich. Zugleich erhöht dies die Lebensqualität. Für bestimmte Fahrzwecke – wie der Familienausflug aufs Land mit wenigen ÖPNV-Verbindungen – können Sie, z. B. über das Car-Sharing, ein jeweils adäquates Fahrzeug mieten.
- Auch als Konsument können Sie zur Lärminderung und darüber hinaus zum Klimaschutz beitragen. Regionale Produkte benötigen nur geringen Verkehr. Gleiches gilt für eine ressourcenschonende Lebensweise, die Ex-und-hopp-Produkte vermeidet.

Lärm kann durch angemessene Verhaltensweisen und neue Techniken gemindert werden. Deshalb ist auch an die Eigenverantwortung und -initiative der Menschen zu appellieren, unnötigen Lärm zu vermeiden und sich rücksichtsvoll zu verhalten. Rechtliche Rahmenbedin-

gungen und entsprechende finanzielle Mittel können den Lärmschutz drastisch voranbringen. Sie werden zu technologischem Fortschritt und somit auch zu Wettbewerbsvorteilen führen.

LÄRMSCHUTZ BENÖTIGT EINSICHT UND BEWÄHRT SICH NUR IN TATEN.

7. ANSPRECHPARTNER

AN WEN KANN MAN SICH BEI LÄRM DURCH STRASSENVERKEHR WENDEN?

Bereits die vorhergehenden Kapitel nennen einige Institutionen, die Sie im konkreten Fall ansprechen können. Im Folgenden sind ihre Adressen sowie die Beratungsschwerpunkte aufgelistet (Stand 2010). Diese können sich im Laufe der Zeit ändern. Es empfiehlt sich, zusätzlich im Internet zu recherchieren.

INFORMATION- UND GESCHÄFTSZENTRUM DES ALD

Bei Lärmproblemen, die von einer konkreten Quelle ausgehen, sollten Sie zuerst versuchen, sich mit dem Verursacher über Abhilfemaßnahmen zu einigen. Beim Straßenverkehrslärm wird man sich jedoch regelmäßig an eine Behörde wenden müssen. Die Zuständigkeiten sind oft schwierig zu erkennen. Das Informations- und Geschäftszentrum des ALD (www.ald-laerm.de) wird Ihnen erst einmal weiterhelfen. Bei Einsprüchen oder Einwendungen gegen beabsichtigte Maßnahmen sowie bei Widersprüchen und Klagen gegen behördliche Genehmigungen oder Auflagen müssen Sie allerdings selbst tätig werden.

RECHTSSCHUTZ

Gegen einen ablehnenden Bescheid können Sie sich wehren. Der Bescheid (ein Verwaltungsakt) enthält in der

Regel eine Rechtsbehelfsbelehrung, die den richtigen Rechtsweg erläutert. Manche Bescheide kann man – je nach Bundesland unterschiedlich – per Widerspruch kostengünstig durch die nächsthöhere Behörde überprüfen lassen. In vielen Fällen muss man aber gleich Klage bei einem Verwaltungsgericht einreichen. Manche, meist größere Bauvorhaben gehen unmittelbar an ein Obergericht, das in einigen Bundesländern Verwaltungsgerichtshof genannt wird. Besondere Fälle gehen sogar gleich an das Bundesverwaltungsgericht. Bei Einwendungen gegen einen Bebauungsplan ist die Gemeinde zuständig. Den Bebauungsplan kann man mit einer sogenannten Normenkontrolle gerichtlich überprüfen lassen.

Bei schwierigeren Sachverhalten empfiehlt es sich, einen Rechtsanwalt beizuziehen, der in Verwaltungsverfahren versiert ist. Bei Klagen vor einem Obergericht oder dem Bundesverwaltungsgericht muss man sich von einem Rechtsanwalt vertreten lassen. Gerichtsverfahren sind in der Regel zeitintensiv, nervenaufreibend und teuer. Deshalb sollten Sie zuvor die zuständigen Behörden so in Anspruch nehmen, dass alle rechtlichen Möglichkeiten ausgeschöpft werden. Achten Sie aber darauf, die in der Rechtsbehelfsbelehrung angegebenen Rechtsmittelfristen nicht zu versäumen, weil eine verspätet erhobene Klage als unzulässig abgewiesen wird.

ABGEORDNETE

Behörden wie Gerichte sind eingeeignet durch die gesetzlichen Vorgaben. Man sollte ihnen diese nicht vorwerfen. Gesetze werden von den Parlamenten gemacht. Änderungen der Rechtslage lassen sich über Abgeordnete der Länderparlamente und des Bundestages einfädeln. Die Abgeordneten Ihres Wohnortes können Sie direkt und konkret ansprechen. Nutzen Sie auch Ihr Recht, mit einer Petition direkt an Stadt- und Länderparlamente und den Bundestag heranzutreten. Petitionen können heutzutage auch elektronisch über die Webseite des Bundestages eingereicht werden (<https://epetition.bundestag.de>). Hier können auch laufende Petitionen mitgezeichnet werden. Der ALD wird Ihnen dabei behilflich sein. An dieser Stelle gilt auch: Je mehr Mitglieder der ALD hat, desto wirkungsvoller kann er auftreten. Sprechen Sie auch mal mit Ihrem Nachbarn darüber.

DEGA UND ALD

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Berlin:
www.dega-akustik.de

Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD), Berlin:
www.ald-laerm.de

BEHÖRDEN

Bundesumweltministerium: www.bmu.de

Bundesverkehrsministerium: www.bmvbs.de

Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.de

Das Umweltbundesamt bietet zwei Pfade zu Lärmthemen im Internet an:

www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/

www.umweltbundesamt.de/verkehr/index-laerm.htm

Straßenbaubehörden

Straßenverkehrsbehörden

Umweltbeauftragte und Baubehörden in Kommunen

Umweltingenieure in den Kreisverwaltungsbehörden

ZENTRALE UMWELTÄMTER UND UMWELTBHÖRDEN IN DEN LÄNDERN

Baden-Württemberg:

www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1198/

Bayern: www.lfu.bayern.de/laerm

Brandenburg: www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.478978.de

Berlin: www.berlin.de/sen/umwelt/laerm

Bremen: www.umwelt.bremen.de/de/detail.php?gsid=bremen179.c.3070.de

Hamburg: www.hamburg.de/laerm

Hessen: www.hlug.de/medien/laerm

Mecklenburg-Vorpommern: www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/laerm.htm

Niedersachsen: www.mu.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2164&_psmand=10

Nordrhein-Westfalen: www.lanuv.nrw.de/geraeusche/gerausche.htm

Rheinland-Pfalz: www.mufv.rlp.de/laerm.html

Saarland: www.saarland.de/immissionsschutz.htm

Sachsen: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/3480.htm

Sachsen-Anhalt: www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=33785

Schleswig-Holstein: www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/ImmissionKlima/08__Laerm/ein__node.html

Thüringen: www.tlug-jena.de/de/tlug/umweltthemen/laerm_erschuetterungen_emf/laerm/

NICHTREGIERUNGSORGANISATIONEN: Z.B.

ADAC: www.adac.de

BUND: www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/verkehr/laerm

GRÜNE LIGA:

www.uglr-info.de/umgebungslaermrichtlinie.html

VCD: www.vcd.org/verkehrslaerm0.html?&0=

SONSTIGE

Abgeordnete des Bundes und der Landtage
Verwaltungsgerichte

SCHALLTECHNISCHE BERATUNGSBÜROS

Schalltechnische Beratungsbüros sind in jedem Bundes-

land vorhanden, sie können in Verzeichnissen zu Messstellen nach § 26 BImSchG auf dem Gebiet des Lärmschutzes erfragt werden. Eine **bundesweite Übersicht** ist unter dem Suchsystem ReSyMeSa zu finden: www.luis.brandenburg.de/resymesa/resymesastart.aspx?AcceptsCookies=YES, dort kann nach Bundesland oder Namen gesucht werden.

8. LITERATUR

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998. GMBL. Nr. 26/1998 S. 503.
- [2] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV) vom 29. August 2002. BGBl. I S. 3478. (Zuletzt geändert durch Artikel 6 Absatz 5 der Verordnung vom 6. März 2007. BGBl. I S. 261.)
- [3] Umweltbundesamt (1999). Jahresbericht 1999. Dessau-Rosslau.
- [4] Giering, K. (2009). Monetäre Bewertung des Straßenverkehrslärms für Deutschland. *Lärmbekämpfung*, 5, 200-203.
- [5] World Health Organisation (2009). Night noise guideline for Europe. Copenhagen.
- [6] Babisch, W. (2010). Night Noise Guideline als offizielles WHO-Dokument veröffentlicht. *Lärmbekämpfung*, 1, 26.
- [7] DIN 45 642. Messung von Verkehrsgeräuschen. Juni 2004.
- [8] Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau (1990). Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90). Bonn. VkbL. Nr. 7/1990 S. 258.
- [9] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990. BGBl. I S.1036. (Zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 19. September 2006. BGBl. I S. 2146.)
- [10a] Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (Umgebungslärmrichtlinie). ABl. L 189 S. 12.
- [10b] Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005. BGBl. I S. 1794.
- [11] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006). Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS). Bonn. Bekanntmachung im Bundesanzeiger Nr. 154a vom 17. August 2006.
- [12] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009). Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 3/2009 – Sachgebiet 12.1: Umweltschutz; Lärmschutz: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 – Fahrbahnoberflächen-Korrekturwerte DStrO für offenporigen Asphalt. VkbL. Nr. 8/2009 S. 260.
- [13] Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) vom 23. Mai 1949. BGBl. I S. 1. (Zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. März 2009. BGBl. I S. 606.)
- [14] Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002. BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738. (Zuletzt geändert durch Artikel

- 2 Abs. 1 des Gesetzes vom 25. Juni 2009. BGBl. I S. 1574.)
- [15] Gesetz über Ordnungswidrigkeiten (OwiG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Februar 1987. BGBl. I S. 602. (Zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29. Juli 2009. BGBl. I S. 2353).
- [16] Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004. BGBl. I S. 2414. (Zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 31. Juli 2009. BGBl. I S. 2585.)
- [17] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990. BGBl. I S. 132. (Zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. April 1993. BGBl. I S. 466.)
- [18] Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Lärmkartierung – 34. BImSchV) vom 6. März 2006. BGBl. I S. 516.
- [19] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 2005. BGBl. I S. 1757, 2797. (Zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2008. BGBl. I S. 2986.)
- [20] Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008. BGBl. I S. 2986. (Zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009. BGBl. I S. 2585.)
- [21] Bundesfernstraßengesetz (FStrG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007. BGBl. I S. 1206. (Zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 31. Juli 2009. BGBl. I S. 2585.)
- [22] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002. BGBl. I S. 3830.
- [23] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswegeschallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997. BGBl. I, S. 172. (Zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997. BGBl. I S. 2329.)
- [24] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) vom 27. Mai 1997. VkB. Nr. 12/1997 S. 434. Mit der Ergänzung im Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 20/2006 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – Verbesserung des Lärmschutzes an bestehenden Bundesfernstraßen im Rahmen der Lärmsanierung. VkB. Nr. 16/2006. S. 665.
- [25] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 25/2006 – Sachgebiet 12.1: Umweltschutz; Lärmschutz: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 06). VkB. Nr. 21/2006 S. 793.
- [26] Straßenverkehrsgesetz (StVG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003. BGBl. I S. 310, 919. (Zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 31. Juli 2009. BGBl. I S. 2507.)
- [27] Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 16. November 1979. BGBl. I S. 1565. (Zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. August 2009. BGBl. I S. 2631.)
- [28] Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm (Lärmschutz-Richtlinien-StV) vom 23.11.2007. VkB. Nr. 24/2007 S. 767.
- [29] Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. September 1988. BGBl. I S. 1793. (Zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 21. April 2009. BGBl. I S. 872.)
- [30] Richtlinie 70/157 EWG des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffvorrichtung von Kraftfahrzeugen. ABl. L 42 S. 16. (Zuletzt geändert am 14. Juni 2007. ABl. L 155 S. 49.)

- [31] Richtlinie 92/97 EWG des Rates vom 10. November 1992 zur Änderung der Richtlinie 70/157/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und Auspuffvorrichtung von Kraftfahrzeugen. ABl. L 371 S. 1.
- [32] DIN ISO 362-1. Messverfahren für das von beschleunigten Straßenfahrzeugen abgestrahlte Geräusch - Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 - Teil 1: Fahrzeuge der Klassen M und N (ISO 362-1:2007 + Cor. 1:2009). Juli 2009.
- [33] Richtlinie 2001/43/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 zur Änderung der Richtlinie 92/23/EWG des Rates über Reifen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern und über ihre Montage. ABl. L 211 S. 25.
- [34] Verordnung (EG) Nr. 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern und von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge hinsichtlich ihrer allgemeinen Sicherheit. ABl. L 200 S. 1.
- [35] Verordnung Nr. 1222/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die Kennzeichnung von Reifen in Bezug auf die Kraftstoffeffizienz und andere wesentliche Parameter. ABl. L 342 S. 46.
- [36] Richtlinie 2006/38/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. ABl. L 157 S. 8.
- [37] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen. Zuletzt berichtigt am 17.06.2006. ABl. L 165 S. 35.
- [38] DIN 18005-1. Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung. Juli 2002. Mit dem Beiblatt 1: Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. Mai 1987.
- [39] Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme. ABl. L 197/30.
- [40] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 2005. BGBl. I S. 1757, 2797. (Zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2008. BGBl. I S. 2986.)
- [41] Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG). ABl. L 175 S. 40. (Geändert durch die Richtlinie 97/11/EG des Rates vom 3. März 1997. ABl. L 73 S. 5 und durch die Richtlinie 2003/35/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Mai 2003. ABl. L 156 S. 17.)
- [42] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2007). Die Verhältnismäßigkeit der Kosten von Schallschutzanlagen an Straßen und Schienenwegen – Kurzbericht über eine Untersuchung. Augsburg. http://www.lfu.bayern.de/laerm/fachinformationen/doc/verkehr_schallschutzanlagen.pdf
- [43] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003. BGBl. I S. 102. (Zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 14. August 2009. BGBl. I S. 2827.)
- [44] Richtlinien für die Planfeststellung nach dem Bundesfernstraßengesetz (Planfeststellungsrichtlinien 2007 – PlafeR 07). Stand Januar 2008. VkbL. Nr. 2/2008 S. 5.
- [45] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009). Nationales Verkehrslärmschutzpaket II: „Lärm vermeiden – vor Lärm schützen“. Bonn.
- [46] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2006). Allgemeines Rundschreiben (ARS) Nr. 20/2006 – Sachgebiet 12.1: Umweltschutz; Lärmschutz: Verbesserung des Lärmschutzes an bestehen-

- den Bundesfernstraßen im Rahmen der Lärmsanierung. VkBl. Nr. 16/2006 S. 665.
- [47] VDI 2058 Blatt 1. Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft. September 1985.
- [48] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2007). Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen für Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen. Augsburg.
- [49] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (2008). Lärminderungsplanung für Berlin – Aktionsplan. Berlin.
- [50] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) (2007). LAI-Hinweise zur Lärmaktionsplanung.
- [51] Umweltbundesamt, Europäische Akademie für städtische Umwelt (2008). Umgebungslärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung – Silent City. Berlin.
- [52] Umweltbundesamt (2009). Lärmaktionsplanung in Ballungsräumen, Hinweise zur strategischen Planung und zu verbesserten Wirkungsanalysen am Beispiel des Ballungsraums Hamburg. Dessau-Roßlau.
- [53] Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2008). Hinweise für die Lärmaktionsplanung – Informationsbroschüre für Städte und Gemeinden. Dresden.
- [54] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (2010). Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung - Beitrag zur Lärmaktionsplanung / LAP Berlin. Berlin. (noch nicht veröffentlicht)
- [55] Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Bundesministerium für Verkehr; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1992). Forschungsvorhaben „Flächenhafte Verkehrsberuhigung“ – Folgerungen für die Praxis. Bonn.
- [56] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (2006). FGSV 285: Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 85/95), ergänzte Fassung 1995, Ausgabe 1985/1995. Ersetzt durch FGSV 200: Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06). 2006. Köln.
- [57] Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz (2004). Planungsempfehlungen zum Einsatz von Pflasterbelägen. Rostock.
- [58] RWTÜV Fahrzeug GmbH (2005). Ermittlung der Geräuschemission von Kfz im Straßenverkehr. Forschungsauftrag 200 54 135 des Umweltbundesamtes. Würselen.
- [59] Verordnung über die Inkraftsetzung der ECE-Regelung Nr. 41 und der Änderung 1 zur ECE-Regelung Nr. 41 über einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Krafträder hinsichtlich ihrer Geräuschemission vom 16. März 1994. BGBl. II S. 375.
- [60] Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärm-schutzverordnung - 18. BImSchV) vom 18. Juli 1991. BGBl. I S. 1588, 1790. (Zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 9. Februar 2006. BGBl. I S. 324.)
- [61] Umweltbundesamt (2009). Lärmindernde Fahrbahnbeläge – Ein Überblick über den Stand der Technik. UBA-Texte 28/2009. Dessau-Roßlau.
- [62] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen (2010). Merkblatt Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt. (noch nicht veröffentlicht)
- [63] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (2005). FGSV 227: Empfehlungen für die Gestaltung von Lärmschutzanlagen an Straßen. Köln.
- [64] Weber, M. & Angst, P. (2009). Einfluss der Bepflanzung auf die Schutzwirkung von Lärmhindernissen. Lärmbekämpfung, 6, 254.
- [65] DIN 1946-6. Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung. Mai 2009.
- [66] Kühne, R. (2008). Lärmprobleme mit motorisierten Zweirädern. Lärmbekämpfung, 5, 222-225.

9. GLOSSAR

Außenwohnbereich: Terrassen, Aufenthaltsbereiche im Freien, Kinderspielplätze

Beurteilungspegel $L_{r,eq}$: Aus Berechnungsergebnissen nach den *RLS-90* ermittelter und mit Zuschlägen versehener Wert, der mit den **Immissionsgrenzwerten** verglichen wird. Der Beurteilungspegel L_r ist der **Mittelungspegel**, dem z.B. für Immissionsorte in der Nähe von lichtsignalgeregelten Kreuzungen noch ein Zuschlag für erhöhte Störwirkung hinzugefügt wird.

deziBel (dB): Physikalische Einheit für Schallpegel. Durch eine A-Bewertung wird eine frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs berücksichtigt, der so bewertete Schallpegel wird meist mit der Einheit dB(A) versehen.

Distress: Negativer Stress bezeichnet die allgemeinen, von außen kommenden negativen Einflüsse auf das Individuum wie z.B. **Lärm**, Telefonklingeln und den daraus resultierenden Zustand wie z.B. Unruhe, Herzklopfen, Wut.

DTV: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kraftfahrzeugen pro 24 h: als Mittelwert über alle Tage des Jahres der einen Straßenquerschnitt täglich passierenden Kraftfahrzeuge, mit einem maßgebenden Anteil des Schwerverkehrs p in % (Fahrzeuge > 2,8 t zulässiges Gesamtgewicht) der maßgebenden Verkehrsstärke,

Emissionspegel $L_{m,E}$: Der Emissionspegel ist die kennzeichnende Größe für die Schallemission des Verkehrs einer Straße. Er wird nach den *RLS-90* aus dem **Mittelungspegel** $L_m(25)$ in 25 m Entfernung von der Straße und Zuschlägen für die Fahrgeschwindigkeit, Straßenoberfläche und Steigung berechnet. Ergebnis eines normierten Verfahrens zur Bestimmung der Schallemission eines Verkehrsweges. Vereinfachte Berechnungen können mit dem Verkehrslärmrechner (www.staedtebauliche-laermfib.de/index-12.htm) ♦ dB-Rechner; www.ald-laerm.de ♦ dB-Rechner) ausgeführt werden.

Energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel: siehe **Mittelungspegel**.

Immissionsgrenzwert: Höchstzulässiger **Beurteilungspegel** am nächstgelegenen Immissionsort in Abhängigkeit vom Tages- oder Nachtzeitraum und Festsetzungen in Bebauungsplänen bzw. Flächennutzungsplänen.

Lärm: Subjektive Geräuschwahrnehmung, in Abhängigkeit vom **Schalldruckpegel**, aber auch z.B. von der persönlichen Einstellung zur Schallquelle. Lärm ist jede Art von Schall, der stört oder belästigt oder die Gesundheit schädigen kann (WHO 1972).

Lärmkarten: Erstellt nach § 47c *BImSchG*, sind eine Darstellung der Berechnungsergebnisse der Immissionsprognose nach *VBUS*, wobei die Immissionsorte gleicher Schallpegel durch Isophonen verbunden werden.

Lärmaktionsplan: Zusammenstellung von Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Lärmbelastungen.

L_{DEN} : Tag-Abend-Nacht-Beurteilungspegel (Day-Evening-Night) nach *EU-Umgebungslärmrichtlinie* und *VBUS*.

Logarithmische Addition von Pegeln: Wegen des logarithmischen Zusammenhangs darf man Pegelgrößen nicht einfach arithmetisch addieren oder subtrahieren. Zwei gleiche Pegel von z.B. 60 dB(A) addieren sich logarithmisch zu 63 dB(A), nicht arithmetisch zu 120 dB(A)!

Beim Straßenverkehr führt das dazu, dass die doppelte Zahl von Fahrzeugen eine Pegelerhöhung von 3 dB(A) hervorruft, die zehnfache Anzahl lässt den Pegel um 10 dB(A) ansteigen. Umgekehrt bedeutet dies, dass eine Halbierung der Fahrzeugmenge den Pegel auch nur um 3 dB(A) mindert. Rechnerisch wird der **Schalldruckpegel** L_1 mit den Schalldruckpegeln L_2 bis L_n zum Gesamtschalldruckpegel L_{ges} wie folgt logarithmisch addiert:

$$L_{ges} = 10 \cdot \lg \left(\sum_n \left(10^{\frac{L_1}{10dB}} + 10^{\frac{L_2}{10dB}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10dB}} \right) \right) \text{ dB}$$

Lüftungseinrichtungen: Zusätzliche Einrichtungen für Räume, mit deren Hilfe ein Luftwechsel bei geschlossenem Fenster ermöglicht wird. Neben (relativ unwirksamen) Lüftungsschlitzen ist ein ausreichender Luftwech-

sel nur mit motorischen Schalldämmlüftern möglich.

Maximaler Schalldruckpegel: Höchstwert des momentanen Schalldruckpegels in dB(A) der Verkehrsgeräusche in einem definierten Beobachtungszeitraum oder eines einzelnen Schallereignisses wie beispielsweise der Vorbeifahrt eines Fahrzeugs in einer definierten Entfernung.

Mittelungspegel: Energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel (zeitlicher Mittelwert) des A-Schalldruckpegels. In den Mittelungspegel gehen Stärke und Dauer jedes Einzelgeräusches während der Beurteilungszeit ein. Der Mittelungspegel $L_m(25)$ der Emission einer Straße ist der Emissionspegel $L_{m,E}$.

Mitwind: Wind, der von der Schallquelle in Richtung Immissionsort weht und gegenüber anderen Windrichtungen pegelerhöhend wirkt.

OPA: Offenporiger Asphalt als Fahrbahnoberfläche, volkstümlich „Flüsterasphalt“

ÖPNV: Öffentlicher Personen-Nahverkehr

Quer-Stoßlüftung: Kurzzeitiges vollständiges Öffnen zweier Fenster auf unterschiedlichen Fassadenseiten

Schalldämmung: Ist die Differenz zwischen der auf ein Bauteil auftreffenden und auf der Rückseite austretenden Schallenergie.

Schalldämmlüfter: Motorisch angetriebener Lüfter mit schallabsorbierenden Kanälen zur Belüftung von Räumen, Motorgeräusch wird durch Schalldämpfer ebenfalls gemindert

Schalldruckpegel: Logarithmisches Verhältnis der Schalldrücke bezogen auf die Hörschwelle (bei 1.000 Hz ein Schalldruck von $2 \cdot 10^{-5}$ Pa), Maßeinheit Dezibel (dB)

Subjektive Geräuschwahrnehmung: Die physikalischen Werte des Schalldruckpegels korrelieren nicht mit dem menschlichen Lautstärkeempfinden. Man hat durch subjektive Vergleiche festgestellt:

- 1 dB Unterschied ist im direkten Vergleich zweier Schallquellen die Schwelle der Wahrnehmbarkeitsänderung für geübte Hörer,
- 3 dB Unterschied lassen sich gerade wahrnehmen,
- 10 dB Unterschied werden etwa als doppelt oder halb so laut empfunden.

Straßenverkehrsbehörde: Behörde auf Bundes-, Landes-, Städte- oder Gemeindeebene, die für den Verkehrsfluss auf den Straßen zuständig ist. Für den Bau und Unterhalt von Straßen ist das Bauamt zuständig.

Wesentliche Änderung: Der Gesetzgeber hat einen Unterschied des Mittelungspegels an Straßen von 3 dB(A) als wesentliche Änderung bezeichnet. Durch Aufrundung der Berechnungsergebnisse auf volle dB-Zahlen wird so ein rechnerischer Unterschied von 2,1 dB als rechtsrelevante Basis für die Beurteilung verwendet.

ISBN: 978-3-939296-00-3