

STRAßENVERKEHRSLÄRM

Eine Hilfestellung für Betroffene



ALD-Schriftenreihe
Band 1/ 2021 (2. Auflage)

IMPRESSUM

Dr. Peter Fürst, Rainer Kühne
Straßenverkehrslärm – Eine Hilfestellung für Betroffene
ALD-Schriftenreihe, Band 1
2. Auflage, Berlin, 2021

Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)
Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)
Alte Jakobstraße 88, 10179 Berlin
Tel: 030 / 340 60 38 02, ald@ald-laerm.de, www.ald-laerm.de

Redaktion der 1. Auflage 2010:

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

Redaktion der 2. Auflage:

Michael Jäcker-Cüppers, Christian Popp, Dirk Schreckenberger, Christian Beckert,
Evelin Baumer

Satz: heilmeyer und sernau gestaltung

Redaktionsschluss: 03/2021

Gefördert durch: Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

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-Ludwigsvorstadt:
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 Akustik
(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, 2021

ISBN: 978-3-939296-19-5

Hinweise zum Gebrauch:

DTV (unterstrichene Begriffe) → siehe Glossar, **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	5
2.	Straßenverkehrslärm	6
2.1	Wann spricht man von Lärm?	6
2.2	Auswirkungen des Straßenverkehrslärms	7
2.3	Zielpegel	9
3.	Ermittlung von Verkehrslärmbelastungen	10
3.1	Grundbegriffe der Akustik	10
3.2	Messen oder rechnen?	12
3.3	Schallpegelmessungen	13
3.4	Berechnung des Beurteilungspegels nach RLS-90	14
4.	Rechtliche Grundlagen des Verkehrslärmschutzes	17
4.1	Allgemeines – Überblick	17
4.2	Städtebauliche Planung und Planung des Verkehrswegenetzes	19
4.3	Lärmschutz an Straßen	20
4.3.1	Neubau und wesentliche Änderung einer Straße – Lärmvorsorge	20
4.3.2	Lärmsanierung an bestehenden Straßen	26
4.3.3	Parkplätze	27
4.4	Lärmschutz durch straßenverkehrsrechtliche Regelungen	28
4.5	Lärmaktionsplanung nach EG-Umgebungslärmrichtlinie	29
4.6	Rechtsvorschriften für die Geräuschemission von Fahrzeugen	33
5.	Maßnahmen zum Schutz vor Verkehrslärm	38
5.1	Verkehrsvermeidung – Verkehrslenkung – Verkehrsmanagement	38
5.2	Geschwindigkeitsbeschränkung – Verkehrsberuhigung	41
5.3	Niedertourige Fahrweise	44
5.4	Umgehungsstraße	44
5.5	Fahrzeugbezogener Lärm	45
5.5.1	Antriebsgeräusch von Pkw – Lkw – Bus	45
5.5.2	Motorradlärm	46
5.6	Reifen-Fahrbahn-Geräusch: Reifen	49
5.7	Reifen-Fahrbahn-Geräusch: Fahrbahn	50
5.7.1	Unterschiede verschiedener Deckschichten aus akustischer Sicht	51
5.7.2	Inhomogenitäten der Fahrbahn	57
5.8	Bauliche Maßnahmen am Verkehrsweg (aktiver Schallschutz)	58
5.8.1	Allgemeine Hinweise	58
5.8.2	Beschreibung von speziellen Lärmschutzanlagen	64
5.9	Schallschutz durch Gebäudeplanung	67
5.10	Baulicher Schallschutz gegen Verkehrslärm (passiver Schallschutz)	68
5.10.1	Allgemeine Hinweise	68
5.10.2	Wohnklima und Schallschutz	69
5.10.3	Schalldämmung der Außenfassade – Berechnung	70
6.	Praktische Hinweise	71
7.	Ansprechpartner	76
8.	Literatur	78
9.	Glossar	84

1. VORWORT

Der Straßenverkehr ist seit langem die dominierende Lärmquelle in Deutschland. Umfragen zum Umweltbewusstsein in Deutschland von 2018 zeigen, dass etwa 75 Prozent der Bevölkerung sich von ihm gestört fühlen, 21 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.

Leserinnen und Leser werden feststellen, dass das geltende Recht nur unzulänglich vor Straßenverkehrslärm schützt. So fehlen z.B. Rechtsansprüche der Betroffenen auf die Einhaltung verbindlicher Lärmsanierungsgrenzwerte. Zwar hat die seit 2008 durchgeführte Lärmaktionsplanung, das Lärmsanierungsprogramm des Bundes für seine Fernstraßen und die Fortschreibung der europäischen Geräuschgrenzwerte für die Kraftfahrzeuge im Durchschnitt zu einer Senkung der Belastungen geführt, diese liegen aber nach wie vor deutlich über den Zielwerten zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken. 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. Die für den Straßenverkehr wichtigen Wirtschaftsbereiche sind stärker auf die Geräuschminderung zu verpflichten, diese hat beim Entwurf von Kfz nach wie vor geringere Priorität als das Sounddesign. 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 mit Stand 2021 aktualisierter Form neu heraus. Der ALD freut sich über Kritik und Anregungen zur Fortschreibung dieser Broschüre.

Michael Jäcker-Cüppers, Vorsitzender des ALD
Berlin, im März 2021

2. STRASSENVERKEHRLÄRM

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 Lärm-

betroffenen 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 ist in ganz Europa auf deutlich zu hohem Niveau. Sie wird nur dann genügend abnehmen, wenn dem 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, deshalb kann man Lärm nicht akustisch messen. Gleichwohl gibt es akustisch definierte 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.

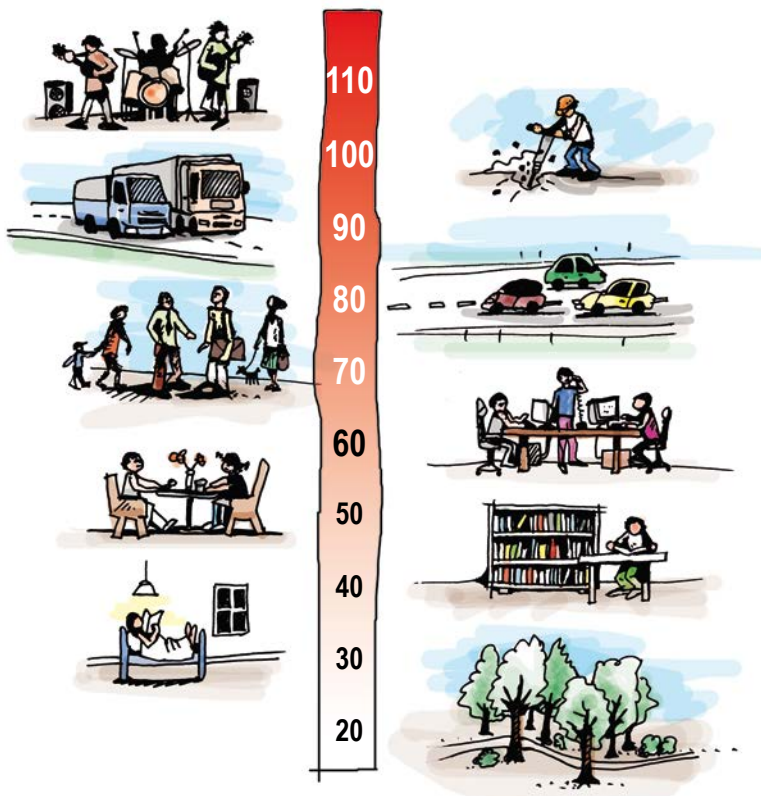


Abbildung 1: Typische „Lautstärken“ (momentane Schalldruckpegel in dB(A)) am Ohr des Betroffenen, bei Straßenverkehr in 7,5 m Entfernung.

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 (siehe Abbildung 2). 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.

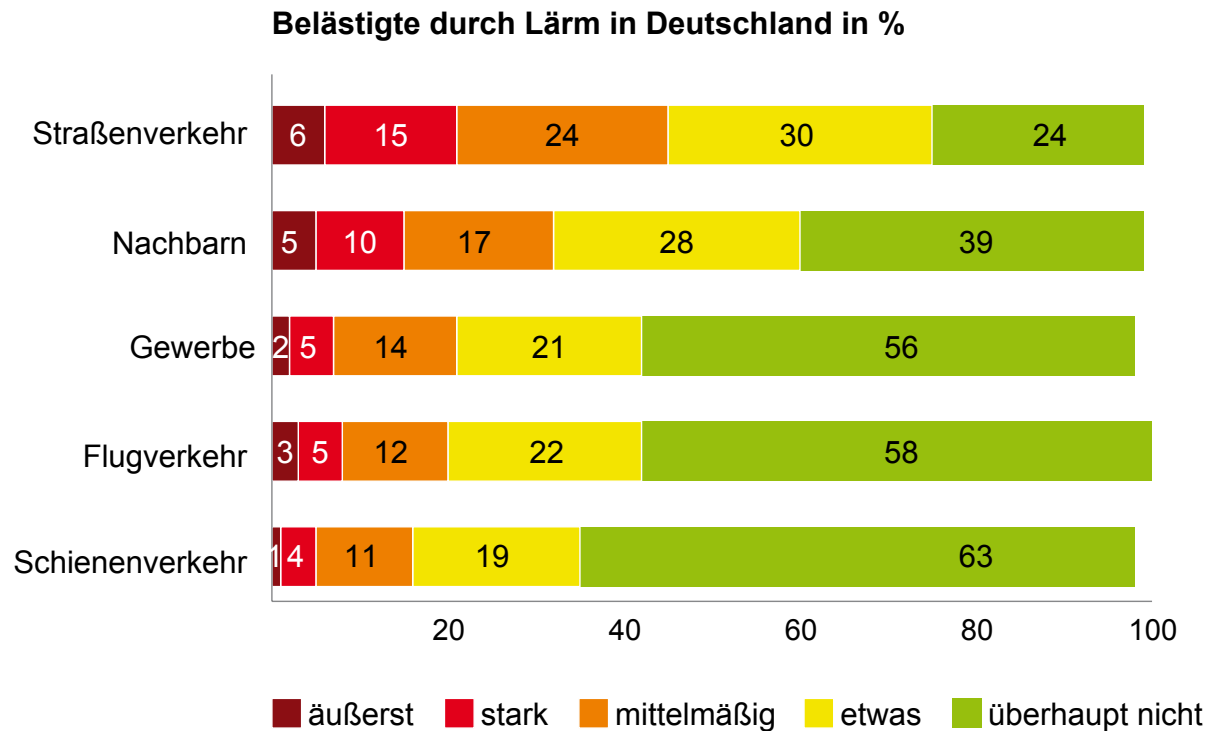


Abbildung 2: Lärmbelästigte in Deutschland 2018 in Prozent der Bevölkerung (eigene Darstellung nach [3a])

GESUNDHEITSSCHÄDEN

Lärm nervt nicht nur, sondern macht auch krank. In Deutschland waren nach älteren Untersuchungen des Umweltbundesamts von 1999 etwa 13 Millionen Menschen mit Geräuschpegeln belastet, die deutliche lärmbedingte Gesundheitsrisiken und zunehmende Schlafstörungen verursachen [3b].

Aktuelle Daten werden im Rahmen der Lärmaktionsplanung erhoben (siehe Kapitel 4.5). Allerdings werden dabei nur hoch belastete Straßen berücksichtigt und weitere methodische Änderungen vorgenommen, die zusammen mit den seit 1999 umgesetzten Maßnahmen zu geringeren Belastetenzahlen führen. Deshalb liegen die Zahlen von 2017 mit 2,63 Mio. Menschen deutlich niedriger als die Zahlen von 1999 [3c].

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 über etwa 60 dB(A) (Mittelungspegel tags bzw. Tag-Abend-Nacht-Pegel nach der EU-Richtlinie zum Umgebungslärm, jeweils außen), ein erhöhtes Risiko für klassifizierte Krankheiten (gemäß ICD - International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) wie 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 [3c]. 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 UBA [3b] und die Weltgesundheitsorganisation WHO [5a] 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. Den aktuellen Wissensstand zum Thema Lärm und Gesundheit stellt die WHO in ihren „Leitlinien für Umgebungslärm“ von 2018 dar [5a]. Dabei ist zu beachten, dass die WHO zu den gesundheitlichen Folgen des Lärms neben den klassifizierten Krankheiten auch erhebliche Belästigungen zählt.

ALD-Vorschlag von Zielwerten (Außenpegel) abgeleitet aus Empfehlungen des UBA und der WHO für Straßenverkehrslärm:

Minimalziel: Zur Vermeidung körperlicher Gesundheitsrisiken sollten 65/55 dB(A) tags/nachts (nach UBA-Empfehlung) bzw. 59 dB(A) (nach WHO-Empfehlung) für den Tag-Abend-Nacht-Beurteilungspegel L_{DEN} (s. Abschnitt 3.1) nicht überschritten werden.

Mittleres Ziel: Zur Vermeidung weiterer Gesundheitsrisiken, sollten die Belastungen auf 53/45 dB(A) im L_{DEN} /Nachtpegel sinken (WHO [5a]).

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

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

3. ERMITTLUNG VON VERKEHRSLÄRMBELASTUNGEN

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 3.000 und 4.000 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 Schallpegelmessern 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 3 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. Im Rahmen der EU-Richtlinie zum Umgebungslärm (siehe Abschnitt 4.5) wurde mit dem L_{DEN} ein besonderer Beurteilungspegel eingeführt. Dieser ergibt sich als Mittelung aus dem Tagespegel (über 12 Stunden), dem Abendpegel (über 4 Stunden) und dem Nachtpegel (über 8 Stunden), wobei Abend- und Nachtpegel wegen der höheren Störwirkung jeweils einen Zuschlag von 5 bzw. 10 dB(A) erhalten.

Erläuterung zu Abbildung 3: 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).

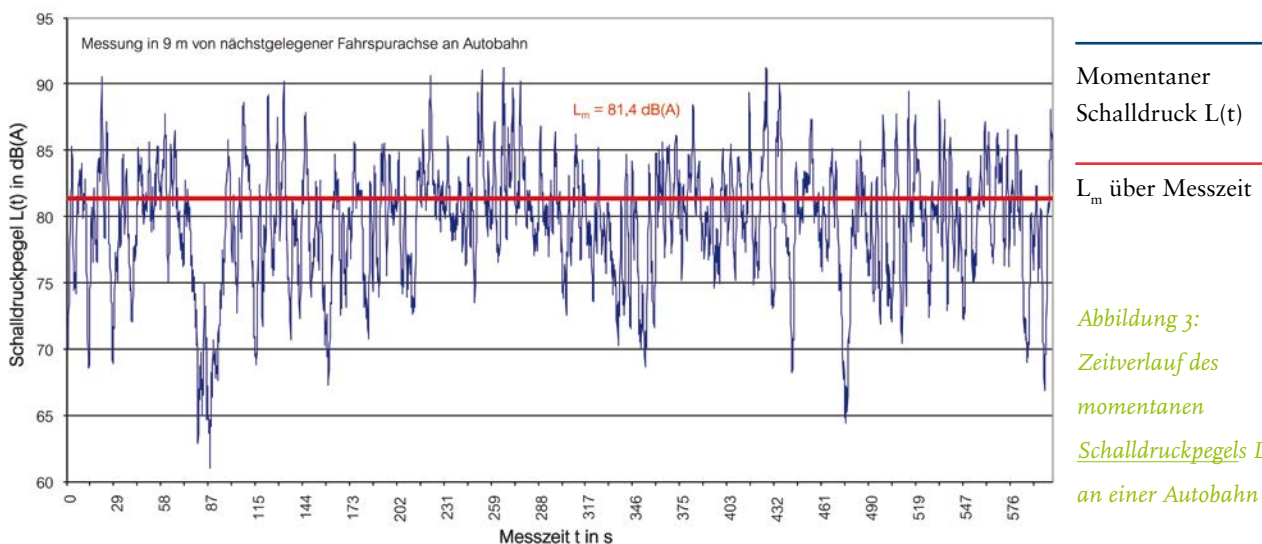


Abbildung 3:
Zeitverlauf des
momentanen
Schalldruckpegels $L(t)$
an einer Autobahn

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 4 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.

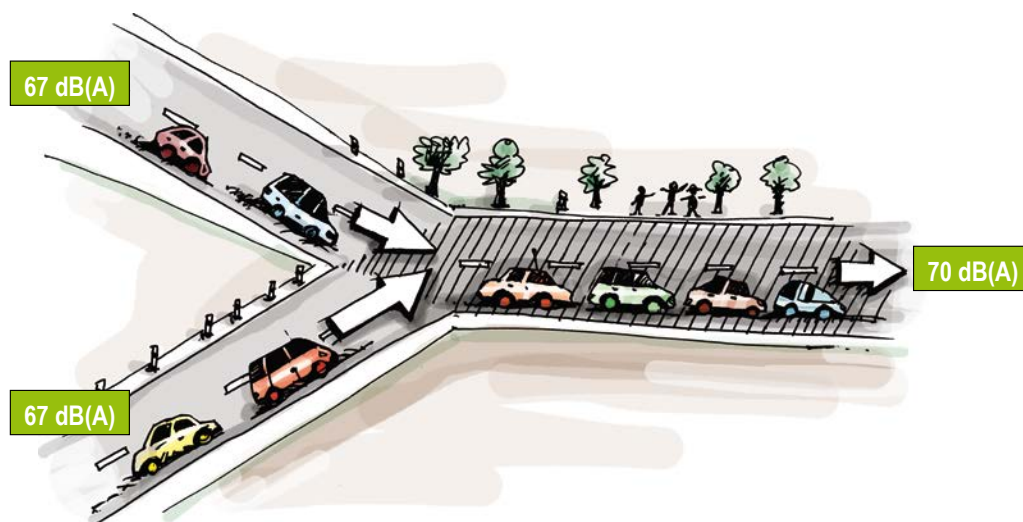


Abbildung 4: Logarithmische Addition durch Zusammenführung zweier Verkehrsströme (Schallquellen gleicher Größe) – zwei gleiche Pegel ergeben zusammen 3 dB mehr.

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 Lärm-schutzmaßnahmen (siehe Kapitel 4.3.1) immer an ei-

nem 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 akustisch messen. Derart 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 Verkehrsgerausche zu ermitteln, ist zu verschiedenen Zeiten und möglichst mehrfach zu messen. Hierzu gibt es eine spezielle Norm, die DIN 45642 „Messung von Verkehrsgerauschen“ [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 DEN RICHTLINIEN FÜR DEN LÄRMSCHUTZ AN STRASSEN VON 1990 UND 2019

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.

GERÄUSCHBELASTUNGEN WERDEN FÜR VERSCHIEDENE ZWECKE ERMITTELT:

- Neubau und wesentliche Änderung einer Straße – Lärmvorsorge (Abschnitt 4.3.1)
- Lärmsanierung an bestehenden Straßen nach den Lärmsanierungsprogrammen (Abschnitt 4.3.2)
- Lärmschutz durch straßenverkehrsrechtliche Regelungen (Abschnitt 4.5)
- Lärmsanierung im Rahmen der Lärmaktionsplanung (Abschnitt 4.5)

Dabei werden unterschiedliche Verfahren angewandt, die zudem im Verlauf der Zeit modifiziert werden. Das macht für die Bürgerinnen und Bürger den Vergleich unterschiedlich ermittelter Belastungen schwierig und ist eine große Herausforderung für die zuständigen Behörden, die Minderungsverfahren für die beteiligte Öffentlichkeit transparent zu machen.

Die wichtigen Berechnungsvorschriften für die Lärmvorsorge und -sanierung [gemäß Abschnitt 4.3.2] die „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ mit den unterschiedlichen Erscheinungsjahren 1990 und 2019, werden im Folgenden exemplarisch dargestellt. Sie dienen der Berechnung des Beurteilungspegels (siehe oben, S. 8).

Berechnungsvorschrift

Damit bundesweit besonders in Verwaltungsverfahren einheitlich vorgegangen wird, wurden die „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ Ausgabe 1990 [8a] und die aktualisierte Ausgabe *RLS-19* von 2019 [8b] erarbeitet. Letztere gilt ab dem 01.03.2021 für alle neuen Straßenbauprojekte. Die Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen *RLS-90* 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-Umgebungsärmrichtlinie 2002/49/EG [10a] erfolgte bislang nach VBUS [11], für alle folgenden Lärmaktionsplanungen ab 2022 (siehe Abschnitt 4.5) mit den in nationales Recht transponierten neuen vereinheitlichten europäischen Berechnungsverfahren CNOSSOS-EU [12].

Mit den *RLS-19* wurden im Wesentlichen die Emissionsannahmen aktualisiert und das Verfahren auf längenbezogene Schalleistungspegel umgestellt. Die vorgenommenen Änderungen werden in [8c] erläutert. Abbildung 5 zeigt beispielhaft die Veränderung in den Emissionsannahmen für Pkw: Sie zeigt, dass die Emissionen deutlich gestiegen sind, obwohl die Geräuschgrenzwerte für Pkw mehrfach gesenkt worden sind. Bei Lkw hingegen sind die Emissionen gesunken.

Pkw-Geräuschemissionskurven von RLS-90 und RLS-19 – längenbezogener Schalleistungspegel L_w' in dB(A) als Funktion der Geschwindigkeit

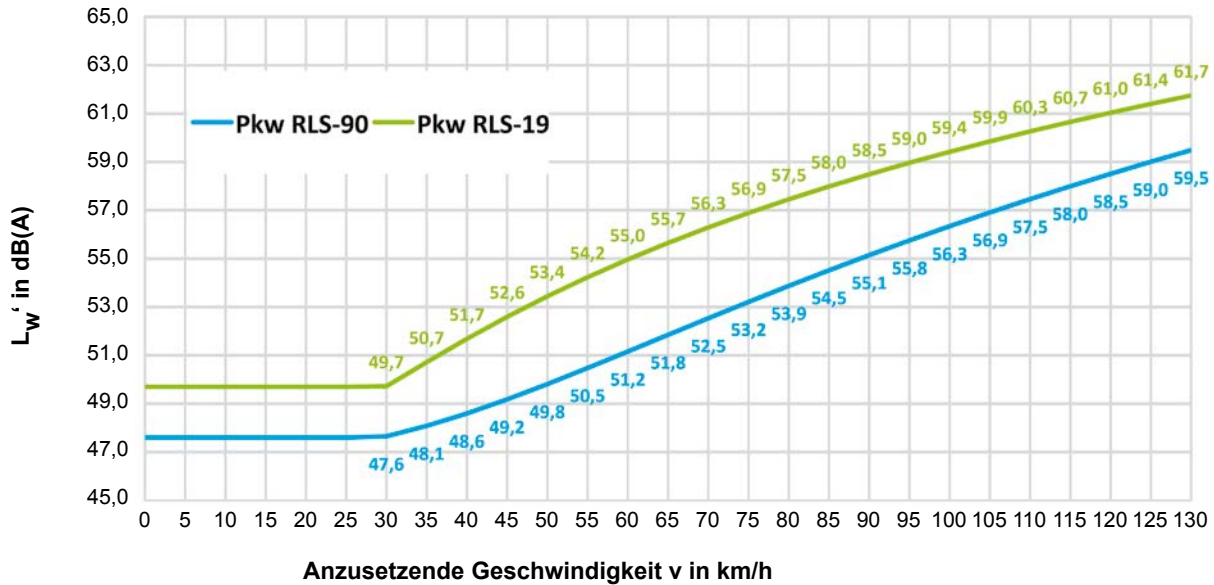


Abbildung 5: Grundwert des längenbezogenen Schalleistungspegels L_w' in dB(A) als Funktion der Geschwindigkeit (Umrechnung der Emissionspegel der RLS-90 in L_w' ; Ursache der höheren Emissionen der RLS-19 sind Emissionszuwächse bei den Pkw und beim Referenzbelag)

Folgende Faktoren gehen in die Berechnungen gemäß RLS-90 bzw. RLS-19 ein:

- durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV)
- Verkehrszusammensetzung (RLS-90: Pkw, Lkw, nicht aber differenziert nach Bussen und Motorrädern) RLS-19: Pkw, leichte und schwere Lkw, Busse, Motorräder
- zulässige Geschwindigkeit
- akustische Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche
- Geometrie der Straße
- Gradiente (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 den Tabellen 1 und 2 die Straßendeckschichtkorrekturen für unterschiedliche Straßenoberflächen“ aus der RLS-19 (siehe dort Tabellen 4a und 4b) wiedergegeben. Die Bezugsgröße bildet eine „klassische“ Straßendecke, der „nicht geriffelte Gussasphalt“. Abweichungen hiervon werden als Korrekturwerte eingeführt. 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.

ERMITTLUNG VON VERKEHRSLÄRMBELASTUNGEN

Straßendeckschichttyp SDT	Straßendeckschichtkorrektur $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ [dB] bei einer Geschwindigkeit v_{FzG} [km/h]			
	Pkw		Lkw	
	≤ 60	> 60	≤ 60	> 60
Nicht geriffelter Gussasphalt	0,0	0,0	0,0	0,0
Splittmastixasphalte SMA 5 und SMA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,6	x	-1,6	x
Splittmastixasphalte SMA 8 und SMA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	x	-1,8	x	-2,3
Asphaltbetone ≤ AC 11 nach ZTV Asphalt -StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,7	-1,9	-1,9	-2,1
Offenporiger Asphalt aus PA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13	x	-4,5	x	-4,4
Offenporiger Asphalt aus PA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07/1	x	-5,5	x	-5,4
Betone nach ZTV Beton-StB 07 mit Waschbetonoberfläche	x	-1,4	x	-2,3
Lärmarmer Gussasphalt nach ZTV Asphalt-StB 07/13, Verfahren B	x	-2,0	x	-1,5
Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus AC D LOA nach E LA D	-3,9	x	-1,0	x
Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus SMA LA 8 nach E LA D	x	-2,8	x	-4,6
Dünne Asphaltdeckschichten in Heißbauweise auf Versiegelung aus DSH-V 5 nach ZTVBEA-StB07/13	-3,9	-2,8	-0,9	-2,3

Tab. 1: Tabelle 4a der RLS-19: Straßendeckschichtkorrekturen

Straßendeckschichttyp SDT	Straßendeckschichtkorrektur $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ [dB] bei einer Geschwindigkeit v [km/h]		
	30	40	ab 50
Pflaster mit ebener Oberfläche	1,0	2,0	3,0
sonstiges Pflaster oder Kopfsteinpflaster	5,0	6,0	7,0

Tab. 2: Tabelle 4b (vereinfacht) der RLS-19: Straßendeckschichtkorrekturen für Pflaster

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: 2021)

- 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 - Ausgabe 1990 - RLS-90 [8a]
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 2019 - RLS-19 [8b]
- 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, VklBl. 1971, S. 342);
- Richtlinie für die Überprüfung des Standgeräuschs von Krafträdern (VklBl. Nr. 7/2006 S. 338);
- Haushaltsrecht.

EUROPÄISCHES RECHT

Die Europäische Union ist zur Herstellung des gemeinsamen europäischen Marktes grundsätzlich zuständig für die Harmonisierung der Produktvorschriften, d.h. auch der Geräuschemissionsvorschriften für Kfz und ihre Komponenten wie Reifen. Sie arbeitet dazu eng mit der UN-ECE zusammen, der Wirtschaftskommission der UNO für Europa, da auch eine weltweite Harmonisierung der Produktvorgaben für Kfz sinnvoll ist. In jüngerer Zeit harmonisiert die EU auch die nationalen Verfahren zur Bekämpfung des Umgebungslärms (EU-Richtlinie zum Umgebungslärm) [10a] und setzt die Rahmenbedingungen für die Gestaltung der Infrastrukturentgelte, z.B. für die Lkw. Sie beteiligt sich zudem an der Finanzierung von Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen verschiedener Programme.

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: 2021)

- **EG-Richtlinien 70/157 EWG [30] und 92/97 [30a]** für die Geräuschzulassung von Kraftfahrzeugen abgelöst durch
- **Verordnung (EU) Nr. 540/2014** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen [30b]

- **DIN ISO 362-1:2017-10**
Messverfahren für das von beschleunigten Straßenfahrzeugen abgestrahlte Geräusch - Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 - Teil 1: Fahrzeuge der Klassen M und N (ISO 362-1:2015) [32];
- **Richtlinie 78/1015/EWG** des Rates vom 23. November 1978 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffanlage von Kraffträdern [30e].
- **Delegierte Verordnung (EU) Nr. 134/2014** der Kommission vom 16. Dezember 2013 über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffanlage von Kraffträdern [30g]
- **Richtlinie 2002/49/EG** über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm [10a];
- **Verordnung 661/2009** über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen [34]
- **Verordnung 1222/2009(COD)** [35a] zur Kennzeichnung von Reifen bezüglich ihrer Kraftstoffeffizienz und anderen wesentlichen Parametern (gültig bis zum 30.04.2021). Hierzu gehören die Rollgeräuschemissionen der Reifen;
- **Verordnung (EU) 2020/740** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über die Kennzeichnung von Reifen in Bezug auf die Kraftstoffeffizienz und andere Parameter, zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/1369 und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1222/2009 [35b] (gültig ab 01.05.2021).
- **Richtlinie 2011/76/EU** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge [36]. 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 herangepflanzt 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 3, 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 3: 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, bewertet und mit anderen Belangen abgewogen. Hier greift bereits das Bundes-Immissionsschutzgesetz *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 [8a] bzw. RLS-19 [8b] ermittelt dann die planende Behörde, welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind. Hierbei hat sie einen gewissen Ermessensspielraum.

Die folgende Tabelle 4 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, Mischgebieten und Urbanen Gebieten	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 4: 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. Problematisch sind vor allem die Grenzwerte für die gemischten Gebiete. Sie liegen deutlich über dem Schwellenwert für gesundheitliche Risiken im engeren Sinne (L_{DEN} von 59 dB(A), siehe 2.3), sie sollten deshalb gesenkt werden.

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 4) 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 [8a] errechnet bzw. ab dem 01.03.2021 für neue Straßenbauvorhaben nach den RLS-19 [8b]. Siehe hierzu Kapitel 3.4.

Die Beurteilungspegel für Zusatzkriterium 1 liegen deutlich über dem Schwellenwert für gesundheitliche Risiken im engeren Sinne (L_{DEN} von 59 dB(A), siehe 2.3), sie sollten entsprechend gesenkt werden.

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 [8a] bzw. RLS-19 [8b] 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 *VLärm-SchR 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 6 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 Abschläge 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 6: 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“-Ausagen zum Ergebnis.

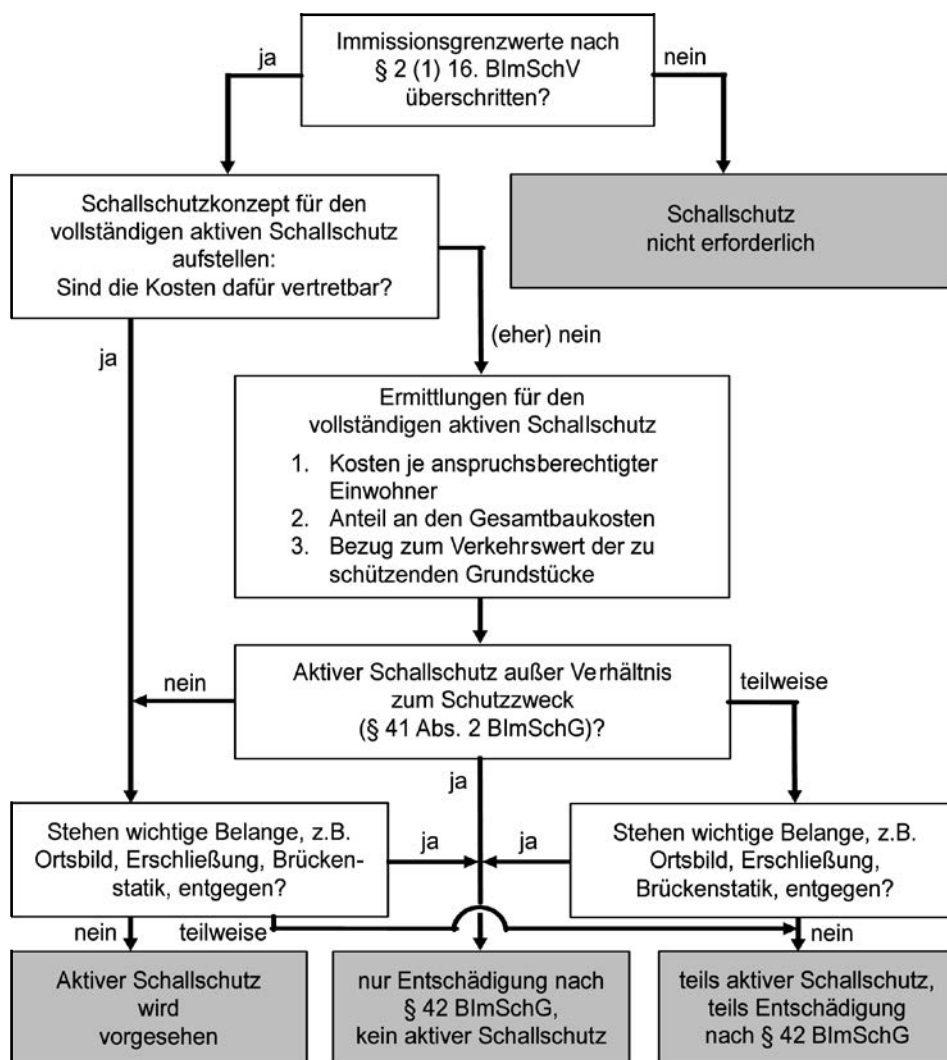


Abbildung 7: Schema Lärmvorsorge bei Straßenneubau

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* [8a] bzw. *RLS-19* [8b].

Einige Grundlagen zur Berechnung nach den *RLS-90* und den *RLS-19* (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.
 - In der *RLS-90* wird nur zwischen Pkw und Lkw mit über 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht unterschieden. Krafträder und Busse sind in den *RLS-90* nicht aufgeführt, können aber wie Lkw eingestuft werden.
 - In der *RLS-19* werden Lkw ohne (Lkw1) und mit Anhängern (Lkw2) unterschieden. Busse werden wie Lkw1, Krafträder wie Lkw2 behandelt. Gewichtsgrenze sind jetzt 3,5 t. Dies dient dazu, die Trenngrenzen, die beim Berechnen von Lärm und Luftschadstoffen bislang noch existierten, zu harmonisieren.

- Allen Berechnungen werden grundsätzlich solche Schallausbreitungsbedingungen zugrunde gelegt, die zu höheren Belastungen führen (leichter Mitwind).
- Mit zunehmendem Abstand von einer Straße (Linienquelle) 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 LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN

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. Das Lärmsanierungsprogramm des Bundes für die Bundesfernstraßen z.B. läuft seit 1978 bis heute und wird in der jährlichen Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen“ des Bundesverkehrsministeriums dokumentiert, zuletzt für das Jahr 2019 [45].

Die Abwicklung der Lärmsanierung erfolgt nach Dringlichkeit. Diese ergibt sich aus der Überschreitung der Auslösewerte (siehe Tabelle 5, die mit einer Senkung der Auslösewerte um insgesamt 11 dB(A) für Wohngebiete eine deutliche Verbesserung des Programms zeigt) 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 folgt 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 Erholung dienen, z.B. Wochenend- und Ferienhausgebiete, Campingplätze oder Kleingartengebiete.

Objekte, Baugebiete	1978–1985		1986–2009		Ab 2010		Ab Aug. 2020	
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
Krankenhäuser, Schulen, Kur-, Altenheime, reine und allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	75	65	70	60	67	57	64	54
Kern-, Dorf- Mischgebiete, besondere Wohngebiete			72	62	69	59	66	56
Gewerbe- und Industriegebiete			75	65	72	62	72	62

Tabelle 5: Auslösewerte (Beurteilungspegel) für die Lärmsanierung an Bundesfernstraßen in dB(A)

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 Verkehrsmen- gesteigerung binnen kurzer Zeit erneut eine Sanierung ausgelöst wird.

BERECHNUNG

Die Beurteilungspegel werden wie bei der Lärmvorsorge nach den *RLS-90* [8a] bzw. *RLS-19* [8b] 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 Bereichen 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 lärmmin- dernde 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* [8a] bzw. die *RLS-19* [8b] enthalten ein eigenes Kapitel („4.5 bzw. 3.4 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 Stimmgewirr. Somit wäre es zutreffender, Parkplätze wie Anlagen nach § 3 (5) Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG [22] zu behandeln. Hier wird zur Beurteilung die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1] 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 Tempo30-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 STRASSEN- VERKEHRSBEHÖRDEN

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 Lärmbeeinträchtigung jenseits dessen liegt, was unter Berücksichtigung der Belange des Verkehrs im konkreten Fall als ortsüblich 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 Lärmbeeinträchtigungen 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* [8a] bzw. den *RLS-19* [8b] berechnet. Maßgeblich sind die errechneten Beurteilungspegel. Hier handelt es sich um Mittelungspegel, die Spitzenpegel werden nicht einzeln bewertet. Zudem berücksichtigen die *RLS* nicht, 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 (2021) keinen Gebrauch gemacht.

Die Richtlinie 2020/367 der Kommission vom 04.03.2020 [10c] hat den Anhang III „Methoden zur Bewertung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen“ der EU-Richtlinie zum Umgebungslärm geändert: Es werden jetzt Verfahren zur Berechnung der Gesamtzahl der Menschen angegeben, die gesundheitsschädlichen Auswirkungen der verschiedenen Umgebungslärmquellen ausgesetzt sind. Basis der Berechnungen sind quellspezifische Expositions-Wirkungskurven, die die gesundheitlichen Risiken den Expositionspegeln zuordnen.

In Kürze wird auch der Anhang II der Richtlinie „Bewertungsmethoden für Lärmindizes“ geändert. Vor allem die Änderung der Zuordnung der Personen eines Hauses zu den Fassadenpegeln wird erhebliche Auswirkungen auf die Anzahl der Betroffenen haben und die Vergleichbarkeit der Belastungszahlen der Runden 1 bis 3 mit der nächsten Kartierung 2022 erschweren.

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 im Fünfjahresrhythmus folgende Fristen, um die Lärmkarten und die darauf aufbauenden Aktionspläne zu erstellen:

- Runde 1: Ballungsräume mit mehr als 250.000 Einwohner sowie Hauptverkehrswege mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 6 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr: 18.07.2008;
- Runde 2: Ballungsräume mit mehr als 100.000 Einwohner und sämtliche Hauptverkehrswege mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 3 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr: 18.07.2013.
- Runde 3: Umfang wie Runde 2; Termin 18.07.2018
- Runde 4: Umfang wie Runde 3; Termin 18.07.2024
- usw.

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 Minderungsmaßnahmen 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

Ziel der EU-Richtlinie zum Umgebungslärm ist u.a. eine Ermittlung der Geräuschbelastungen nach harmonisierten Verfahren oder gleichwertigen nationalen Verfahren, damit die Belastungsdaten in Europa vergleichbar sind. In Deutschland wurde in den Runden 1 bis 3 das Verfahren „VBUS – Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen“ [11a] verwendet. Es passt die RLS-90 [8a] 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 [8a] bzw. die RLS-19 [8b]. Hierzu wird auf die Infobox in Kapitel 3.4 verwiesen.

Im Rahmen der Lärmkartierung 2022 (4. Runde) sind die gemeinsamen europäischen Berechnungsmethoden für strategische Lärmkarten (Common noise assessment methods for Europe CNOSSOS-EU) anzuwenden. CNOSSOS-EU wurde in nationales Recht (CNOSSOS-DE) umgesetzt, im Bundesanzeiger Ende 2018 veröffentlicht [12a] und ist seit dem 31. Dezember 2018 in Deutschland anzuwenden. Für den Straßenverkehr sind die folgenden Teilvorschriften relevant:

- Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB)

- Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB)
- Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB-D)

CNOSSOS-DE enthält gegenüber der VBUS aktualisierte und differenziertere Emissionsannahmen (z.B. 4 statt 2 Fahrzeugarten, Angabe in Oktavbändern, Umstellung auf längenbezogene Schallleistungspegel wie in den RLS-19). Eine unmittelbare Vergleichbarkeit zu den Ergebnissen der vorherigen Kartierungsrunden ist daher nicht gegeben. Das Umweltbundesamt hat eine Vergleichsrechnung für zwei typische Belastungssituationen – lockere Bebauung an Autobahnen und innenstädtischer Bereiche – gemacht [12b] und kommt zu dem Ergebnis, dass sich bei Autobahnen ein Anstieg des Immissionspegels bei Berechnungen nach BUB gegenüber der VBUS zeigt, in innerstädtischen Situationen bei Berechnungen nach VBUS einerseits die Pegelbänder „70–75 dB(A)“ und „>75 dB(A)“ ausgeprägter sind als nach Berechnungen mit der BUB, andererseits aber in Straßenschluchten nach der BUB bis zu 5 dB(A) niedrigere Werte als nach der VBUS ermittelt werden. Ursache ist der Zuschlag für Mehrfachreflexionen in der VBUS, der in der BUB nicht enthalten ist. Damit unterschätzt die BUB die Belastungen für die besonders kritische und in Agglomerationen durchaus häufige Situation der Straßenschluchten durchaus deutlich.

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.

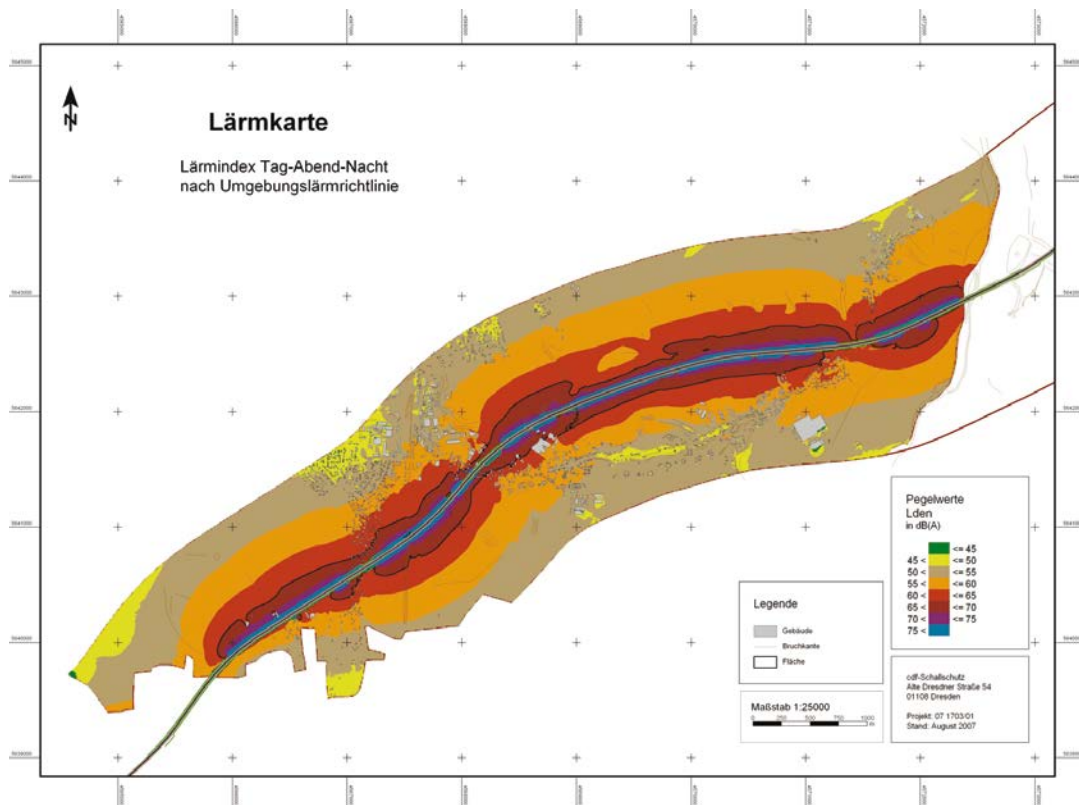


Abbildung 8: Beispiel einer Lärmkarte für den LärmindeX L_{DEN} an einer Autobahn

LÄRMKARTEN – LÄRMAKTIONSPLANUNG

In Abbildung 8 ist eine Lärmkarte mit dem LärmindeX 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**:

- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), AG Lärmkartierung (2020): LAI-Hinweise zur Lärmkartierung – Zweite Aktualisierung in der Fassung vom 24. August 2020 [50a]
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), AG Lärmaktionsplanung (2017): LAI-Hinweise zur Lärmaktionsplanung – Zweite Aktualisierung in der Fassung vom 9. März 2017 [50b]
- „Umgebungs-lärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung Silent City“ [51],
- „Lärmaktionsplanung in Ballungsräumen, Hinweise zur strategischen Planung und zu verbesserten Wirkungsanalysen am Beispiel des Ballungsraums Hamburg“ [52a]
- UBA (2015): Handbuch Lärmaktionspläne – Handlungsempfehlungen für eine lärm-mindernde Verkehrsplanung. TEXTE 81/2015 [52b]
- UBA (2015): TUNE EU-Richtlinie zum Umgebungs-lärm – Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie. Arbeitspaket 3: Ruhige Gebiete [52c]
- Hinweise für die Lärmaktionsplanung; Informationsbroschüre für Städte und Gemeinden [53].

4.6 RECHTSVORSCHRIFTEN FÜR DIE GERÄUSCHEMISSION VON FAHRZEUGEN

Die Minderung des Straßenverkehrslärms hat gemäß den europäischen Prinzipien des Umweltschutzes primär an der Quelle und in Umsetzung des Verursacherprinzips zu erfolgen. Ordnungsrechtliche Instrumente in Form von Geräuschvorschriften sind am ehesten geeignet, Lärm-minderungsmaßnahmen an der Quelle (Fahrzeuge, Fahrwege) zu induzieren. Sie erlauben es zudem, das Marktangebot hinsichtlich der Geräuschemissionen zu bewerten und besonders leise Fahrzeuge für umweltbewusste Kaufentscheidungen oder Einräumen von Benutzervorteilen durch die Straßenverkehrsbehörden zu identifizieren.

Die Zuständigkeit für Geräuschvorschriften für neue Fahrzeuge und Komponenten des Straßenverkehrs liegt seit 1970 bei der EU (Schaffung eines gemeinsamen europäischen Marktes, Richtlinie 70/157 EWG [30] für Pkw, Lkw und Busse). Wegen des internationalen Marktes für Kraftfahrzeuge des Straßenverkehrs stimmt die EU die Geräuschvorschriften auch mit den nummerierten Regelungen der UNECE (United Nations Economic Commission for Europe – Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen) und – was die Messverfahren anbelangt – mit der Internationalen Organisation für Normung ISO (International Organization for Standardization) ab.

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].

Da die Grenzwerte nur für neue Kfz gelten, ist ihre volle Wirksamkeit erst gegeben, wenn die vollständige Erneue-

erung der Fahrzeugflotte stattgefunden hat (d.h. bei den Pkw etwa 10 Jahre nach Inkrafttreten der Vorschriften für alle Neufahrzeuge).

Seit den ersten Vorschriften 1970 sind die Grenzwerte – angelehnt an die Entwicklung des Stands der Technik – in mehreren Schritten gesenkt worden. Auch die Typprüf-messverfahren sind an die technische Entwicklung der Kfz und die sich ändernden Anforderungen des Lärmschutzes angepasst worden. Letztere ergaben sich vor allem aus der veränderten Bedeutung der beiden Hauptquellen der Kfz-Geräuschemissionen, der Antriebs- und des Rollgeräusches. Ein gravierender Wechsel des Messverfahrens wurde 2014 vorgenommen (siehe unten).

Bei der Bewertung von Geräuschvorschriften ist diese untrennbare Verknüpfung von Grenzwerten und Messvorschrift zu beachten!

ERSTE PHASE DER GERÄUSCHVORSCHRIFTEN

In der Vergangenheit dominierte bei allen Fahrzeugen das Antriebsgeräusch. Besonders hohe Werte traten auf, wenn in niedrigen Gängen voll beschleunigt wurde. Daher wurde anfangs bei der Typprüfung ermittelt, welche Geräusche entstehen, wenn im 2. Gang bei 50 km/h kräftig beschleunigt wird. (Richtlinie 70/157/EWG [30]). Diese auf die beschleunigte Vorbeifahrt und innenstädtische Fahrzustände bezogenen Grenzwerte wurden seitdem – getrennt für Pkw, Lkw, Bus und – ab 1978 auch für Motorräder – um bis zu 12 dB(A) abgesenkt, letztmalig 1995 [30a]. 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 sind die Vorbeifahrtpegel in den letzten 30 Jahren sogar wieder angestiegen (siehe Abbildung 5), die Reifenabrollgeräusche dominieren bereits bei Geschwindigkeiten ab 30 km/h (siehe Abbildung 9).

Pkw

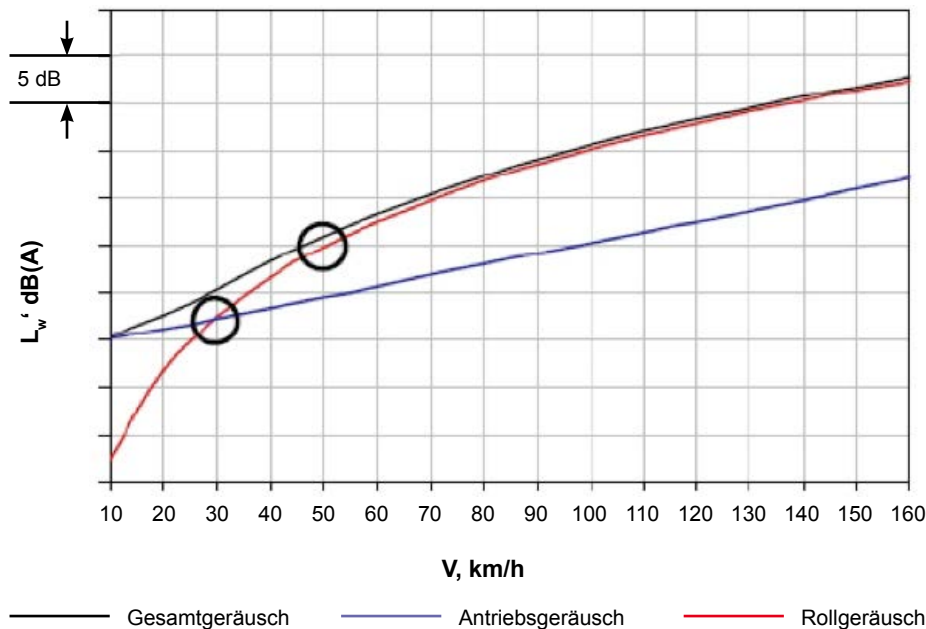


Abbildung 9: Roll-, Antriebs- und Gesamtgeräusch (längenbezogener Schalleistungspegel) von Pkw in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit. Quelle: Beckenbauer, T. (2013): Lärmarme Straßenbeläge im Innerortsbereich, ALD-Veranstaltung „Laute Straßen – leise Politik?“. München, 16.10.2013 [30d]

ZWEITE PHASE DER GERÄUSCHVORSCHRIFTEN

Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass zum einen das Typprüfverfahren für reale städtische Fahrzustände repräsentativer gestaltet wurde und zum anderen dem Roll- bzw. dem Reifen-/Fahrbahngeräusch mehr Bedeutung beigemessen worden ist.

Aktuelles Typprüfverfahren

Die geringe Repräsentativität der Prüfung unter Volllast hat dazu geführt, dass in Zusammenarbeit von ISO, UNECE und EU ein neues Prüfverfahren für die leichteren Kfz-Kategorien entwickelt worden ist, das repräsentativer für reale innerstädtische Verkehrssituationen ist (UNECE-Regulation No. 51 [30c]):

Die Stadtverkehr-Geräuschemission L_{urban} (in dB(A)) eines Fahrzeugs in der Typprüfung setzt sich für Kfz mit Handschaltgetrieben und die Fahrzeugkategorien M1 (Pkw), M2 (Busse) ≤ 3.500 kg und N1 (leichte Nutzfahrzeuge) aus

- der gewichteten (falls in mehreren Gängen gemessenen) Emission L_{bV} infolge einer beschleunigten Vorbeifahrt (in modifizierter Form wie in den bisherigen Richtlinien)
- und der gewichteten (falls in mehreren Gängen gemessenen) Emission L_{kV} einer Vorbeifahrt mit konstanter Geschwindigkeit zusammen.

Beschleunigte Vorbeifahrt:

Im Gegensatz zur bisher gültigen Methode soll die Geschwindigkeit von $v = 50$ km/h im Messquerschnitt er-

reicht werden¹. Die Beschleunigung a bei Eintritt in die Messstrecke soll so gewählt werden, dass sie stärker als bisher repräsentativ für städtische Beschleunigungsvorgänge ist. Diese repräsentative Beschleunigung wurde bei den Pkw als Funktion des Leistungsmasseverhältnisses PMR (Power [in kW] to mass [in t (Tonne)] ratio index) (dimensionslos) ermittelt. Die Teilergebnisse für die einzelnen Gänge werden gewichtet addiert.

Vorbeifahrt mit konstanter Geschwindigkeit:

Geschwindigkeit für die Konstantfahrt ist ebenfalls $v = 50 \text{ km/h}$, die Gangwahl entspricht der des Tests für die beschleunigte Vorbeifahrt.

Bestimmung des Gesamtemissionspegels:

Die Maximalwerte der beiden Teiltest werden gewichtet addiert:

Neue Geräuschgrenzwerte

Die neuen Geräuschgrenzwerte [30b] sind wegen des geänderten Messverfahrens für die leichteren Kfz mit den Grenzwerten von 1995 nicht direkt vergleichbar:

Sie werden in drei Stufen vorgeschrieben. Für die leistungsschwächsten Pkw (Leistungsmasseverhältnis $\text{PMR} \leq 120$ z.B. sind diese Stufen:

- Ab dem 01.07.2016 sind für neue Fahrzeugtypen 72 dB(A) einzuhalten. Das entspricht dem Grenzwert von 1995 (74 dB(A) – 2 dB(A) Umrechnungswert)
- Ab dem 01.07.2020 bzw. 2022 (neuer Fahrzeugtyp bzw. neues Fahrzeug) ist der Grenzwert 70 dB(A). Das bedeutet auch, dass Fahrzeuge bis 2022 noch nach der alten Vorschrift in Verkehr gebracht werden können.
- Ab dem 01.07.2024 bzw. 2026 ist der Grenzwert 68 dB(A).
- Insgesamt ist dies eine Reduktion um 4 dB(A). Für die leistungsstärkeren Pkw fällt die Reduktion geringer aus. Die Reduktion ist wegen der Flottenerneuerungszeit erst im Jahr 2036 voll wirksam.

Das Umweltbundesamt rechnet über alle Fahrzeuge gemittelt mit einer durchschnittlichen Reduktion der realen Emissionen im Stadtverkehr um etwa 1 dB(A), da die Grenzwerte der dritten Stufe bereits heute von vielen Fahrzeugen eingehalten werden [31].

GERÄUSCHVORSCHRIFTEN FÜR MOTORRÄDER

Die EU hat erste Geräuschemissionsvorschriften für Motorräder 1978 eingeführt [30e]. Das Messverfahren entsprach mit der beschleunigten Vorbeifahrt dem für die anderen Kfz.

Die aktuelle Vorschrift der EU von 2014 beruht auf der Übernahme der Regelung Nr. 41-04 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Krafträder hinsichtlich ihrer Geräuscentwicklung“ [30f] und wurde mit der „Delegierten Verordnung (EU) Nr. 134/2014“ [30g] in Kraft gesetzt. Die Vorschrift gilt ab dem 01.01.2016.

Die Regelung Nr. 41-04 unterteilt die Motorräder (Gruppe L3e) jetzt wie die Pkw nach dem **Leistungs-Masse-Verhältnis PMR** (power-to-mass ratio index $\text{PMR} = (P_n / (m_{\text{kerb}} + 75)) * 1.000$, mit P_n die Nennleistung in Kilowatt und m_{kerb} die Masse des Kraftrads im fahrberreiten Zustand). Damit lassen sich die neuen Grenzwerte nicht ohne weiteres mit den alten vergleichen. Auch das Messverfahren wurde geändert: Motorräder mit einem $\text{PMR} > 25$ werden neben der beschleunigten Vorbeifahrt wie die Pkw auch bei einer Vorbeifahrt mit konstanter Geschwindigkeit von 50 km/h gemessen.

¹ Für die Fahrzeuge $M_2 > 3.500 \text{ kg}$, M_3 , N_2 , N_3 ist die Zielgeschwindigkeit $35 \text{ km/h} \pm 5 \text{ km/h}$, die Motordrehzahlen liegen je nach Kategorie zwischen 70 und 89 % der Nenndrehzahl.

Zusätzliche Bestimmungen zu Geräuschemissionen (Additional Sound Emission Provisions, ASEP)

Auch bei der Geräuschemessung von Kfz wurde mitunter – wie bei Messung von Abgasen und Treibstoffverbrauch – die elektronische Motorsteuerung genutzt, um Typprüfsituationen zu erkennen und die geräuschrelevanten Parameter so zu steuern, dass Grenzwerte leichter eingehalten werden konnten. Mit der Einführung der „Zusätzliche Bestimmungen zu Geräuschemissionen (Additional Sound Emission Provisions — ASEP)“ in der Verordnung 540/2014 (Artikel 6) für Pkw und in der UNECE Regulation 41-04 (für Motorräder mit PMR > 50) sollte dieses „Cycle beating“ unterbunden werden, indem außerhalb des Typprüfgeschwindigkeitsbereichs zusätzliche Geräuschemessungen zwischen 20 und 80 km/h durchgeführt werden und diese eine fahrzeugspezifische Grenzkurve einhalten müssen.

VORSCHRIFTEN FÜR DIE REIFEN

Geräuschemissionsgrenzwerte

Vorschriften für die Geräuschemissionen von neuen Reifen nach dem Stand der Technik können im Unterschied zu Kfz wegen der kürzeren Lebensdauer von Reifen (ca. 4 Jahre) schneller im Markt umgesetzt werden. Fahrzeughalter haben damit schon während der Laufzeit ihrer Kfz die Möglichkeit, zur Minderung der Geräuschemissionen beizutragen, deshalb kommt der Information der Verbraucher eine besondere Bedeutung zu und hat auf EU-Ebene zu Kennzeichnungsvorschriften geführt (siehe unten).

Reifen konnten lange Zeit beliebige Geräusche erzeugen. Erst die Richtlinie 2001/43/EG [33a] vom 27. Juni 2001 definierte Grenzwerte für Reifen. Diese richten sich nach der Reifenbreite und waren zunächst so hoch, dass kein marktgängiger Reifen vom Markt genommen werden musste. Insofern veränderte die Richtlinie anfangs nicht

die Vorbeifahrtpegel. Weiteres Problem: Sie erfasst nicht die runderneuerten 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 deutlich lauter sein als Normalreifen.

Die Geräuschgrenzwerte wurden mit der aktuell gültigen Verordnung 661/2009 vom 31.07.2009 [33b] gesenkt. Diese sieht effektive Reduktionen der Grenzwerte um 1,5 bis 4,5 dB für Pkw-Reifen und um 3,5 bis 5,5 dB bei Nutzfahrzeugreifen (jeweils ohne Sonderformen) vor. Aber auch diese verschärften Grenzwerte werden bei den Pkw-Reifen bis zu 7 dB(A) unterschritten.

Kennzeichnung von Reifen (Reifen-Label):

Die EU hat im Jahr 2009 mit der Verordnung 1222/2009 [35a] eine Kennzeichnung von Reifen eingeführt. Das EU-Reifenlabel soll die Verbraucher in leicht verständlicher Form über die Sicherheit, den Rollwiderstand und die Geräuschemissionen der Reifen bezogen auf die jeweils besten Werte informieren. Die Kennzeichnung ist seit dem 1. November 2012 für alle neuen Reifen vorgeschrieben.

Abbildung 10 zeigt das Reifenlabel für einen Sommerreifen, dessen Geräuschemission 5 dB(A) unter dem Grenzwert liegt. Im Gegensatz zum Rollwiderstand (links) und zur Nasshaftung (rechts) ist für die Geräuschemission keine Ampel vorgesehen. Das angegebene Emissionssymbol bedeutet, dass der Grenzwert um 3 oder mehr dB(A) unterschritten wird. Drei schwarze Ringe stehen für einen Reifen, der den aktuellen Grenzwert übersteigt, zwei schwarze Ringe für alle Reifen dazwischen.

Mit der Verordnung (EU) 2020/740 [35b] wurde eine leicht modifizierte Kennzeichnung für die Geräuschemissionen eingeführt, die ab dem 01.05.2021 gilt, grundsätzlich aber die Klasseneinteilung beibehält.

BEWERTUNG DER GERÄUSCHVORSCHRIFTEN

Die aktuellen europäischen Vorschriften für die Geräuschemissionen von Kfz (einschließlich der ASEP-Vorgaben) werden im Rahmen der Diskussion um besonders oder unnötig laute Fahrzeuge aktuell kritisch diskutiert [35c].

In einem Forschungsprojekt des UBA zum Motorradlärm „Überprüfung der Geräuschemissionen von Motorrädern im realen Verkehr“ vom Sept. 2020 [35d] wurde anhand von typischen Kfz (3 Pkw, 3 Motorräder) untersucht, welche Geräuschemissionen sich erzeugen lassen. Die Studie zeigt, dass die aktuellen **Geräusch-Zulassungsvorschriften für Kfz nicht geeignet sind**, extreme Geräuschemissionen im Straßenverkehr zu unterbinden. Verschiedene fabrikneue Motorräder und Sportwagen, die die Zulassungsvorschriften einhielten, waren bei den Messungen **außerhalb des Typprüfbereichs der Zulassung um 20 dB**

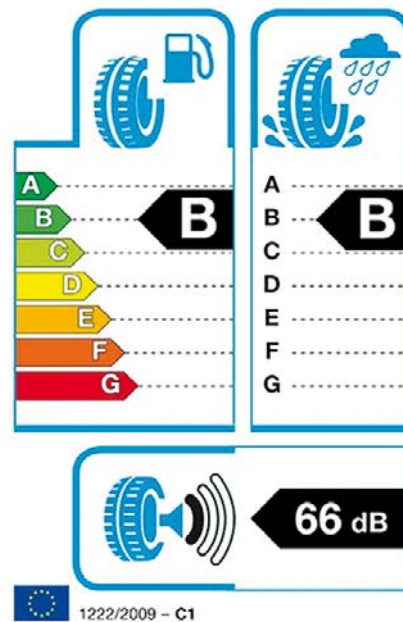


Abbildung 10: Label eines Sommerreifens mit 215 mm Breite (SUV 215/65 R16 98H) (Grenzwert 71 dB(A))

und mehr lauter als beim Betriebszustand, der für die Typprüfung maßgeblich ist.

Die folgende Grafik zeigt für ein grenzwertkonformes Motorrad exemplarisch das Ausmaß der Emissionserhöhungen bei innenstadttypischen Betriebszuständen.

Harley Davidson mit Ersatzschalldämpfer: Geräuschemissionen in dB(A)

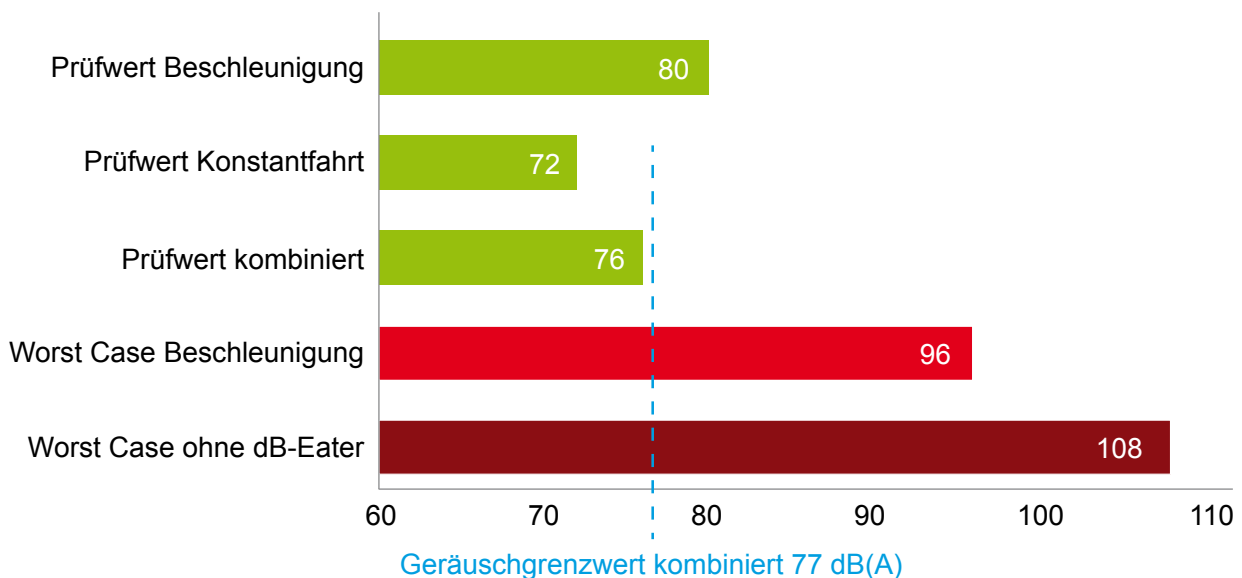


Abbildung 11: Geräuschemissionen einer Harley Davidson in verschiedenen Konfigurationen. (eigene Darstellung nach Daten des UBA-Berichts [35d])

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 die Stadt- und Verkehrsplanung sind grundsätzlich die Kommunen zuständig. Um Verkehrslärmbelastungen kurzfristig spürbar zu verringern, sind meist mehrere planerische, verkehrliche, technische, bauliche, gestalterische 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 – VERKEHRSLLENKUNG – 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 lärmarme 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 12). Hier helfen kleine Elektromotoren beim Treten. Auch E-Mofas tragen dazu bei, das Fahren auf Zweirädern in der Stadt attraktiver zu gestalten. Fahrten mit Pedelecs im Stadtverkehr sind im Mittel bis zu einer Entfernung von etwa 9,5 km schneller als mit dem Pkw.



Abbildung 12: 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 lärmarme Busse sowie Busse mit Elektroantrieb und Straßenbahnen eingesetzt werden. Die Häufigkeit und die Höhe der einzelnen Vorbeifahrtpegel 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)

Die Stadt Zürich in der Schweiz gilt gemeinhin als „Welthauptstadt des ÖPNV“ [53a]. Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der Verkehrsmittelwahl in Zürich von 2000 bis 2015. Bezogen auf die Zahl der Wege des gesamten Quell- und Zielverkehrs hat der Anteil des ÖPNV um 11 % auf beachtliche 41 % zugenommen. Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs MIV ging im gleichen Zeitraum von 40 auf 25% zurück, der MIV der Stadtbewohner hatte 2015 sogar nur noch einen Anteil von 21 %.

Verkehrsmittelwahl in Zürich: Anteil der Wege in Prozent

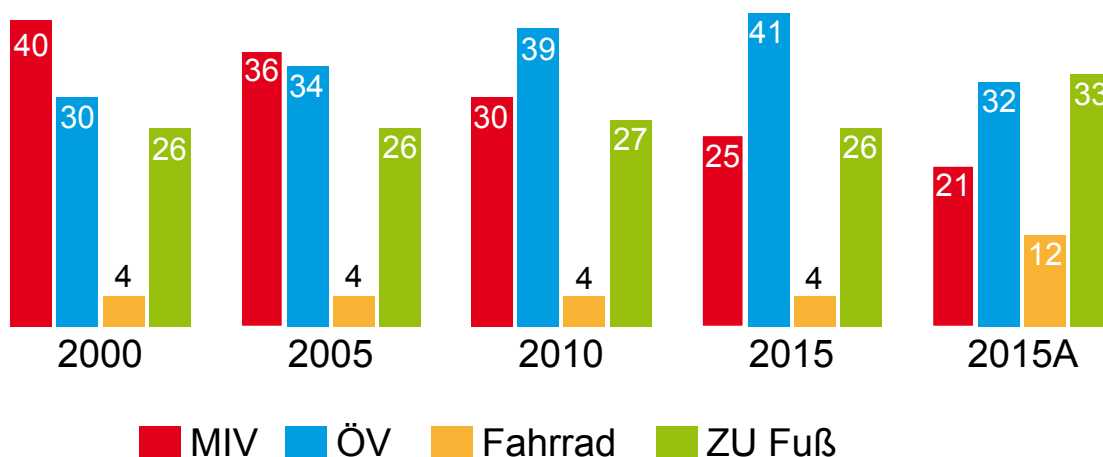


Abbildung 13: Verkehrsmittelwahl in Zürich – Gesamter Quell- und Zielverkehr (2015 A: Nur der Stadtbewohner). Quelle [53b]

DIE GRÜNDE FÜR DAS WACHSTUM DES UMWELTVERBUNDES (ZU FUSS/FAHRRAD/ÖV) IN ZÜRICH SIND:

- Eine politische Grundsatzentscheidung von 1979: „In einer Grundsatzweisung schrieb der Stadtrat im Jahr 1979 die Bevorzugung des öffentlichen Verkehrs fest. 1981 begann der Bau eines S-Bahn-Netzes ins Züricher Umland, das 1990 in Betrieb genommen wurde.“ [53a] Das Ziel für 2025 ist es, den MIV-Anteil auf 20 % zu senken „Der Neu- oder Ausbau von Hochleistungs- und Hauptverkehrsstraßen ist nur unter der Bedingung zulässig, dass sich die Kapazität des gesamten Straßennetzes für den motorisierten Individualverkehr nicht erhöht; Anzahl Parkplätze im Gebiet des Historischen Kompromisses plafoniert (Stand 1990)“ [53c]
- Bevorrechtigung des ÖV
- Große Netz-, Takt- und Haltestellendichte²: 8 Haltestellen/km², der Anteil der Taktfrequenzen unter 5 min beträgt 42 %, bei 6 bis 9 min 33% [53d]
- Kein Ausbau der MIV-Infrastruktur, Pfortnerampeln (Limitation des Zuflusses in die Stadt). Die Zahl der Parkplätze hat der Gemeinderat im „Historischen Kompromiss“ auf dem Niveau von 1990 eingefroren.
- Identifizierung der Stadtbevölkerung mit dem ÖV (speziell der Tram) Der Anteil der Bewohner mit ÖV-Abonnement (Bevölkerung ab 6 Jahren) beträgt 57 % 53 % der Haushalte haben keinen Pkw (Stand 2015)

Die Verkehrsmittelwahl in Abbildung 13 ist ein wichtiger Indikator für die Nachhaltigkeit des Stadtverkehrs und erlaubt es, gute städteplanerische Beispiele zu identifizieren. Zu beachten ist allerdings, dass kein verbindliches Verfahren zur Ermittlung der Verkehrsmittelwahl existiert. Wie Abbildung 13 zeigt, können sich die Ergebnisse deutlich voneinander unterscheiden, ob man das Mobi-

litätsverhalten allein der jeweiligen Stadtbewohner oder den Gesamtverkehr betrachtet, zu dem auch die Pendelnden beitragen.

VERMEIDUNG VON INNERSTÄDTISCHEM LKW-VERKEHR

Schwieriger hingegen ist die Vermeidung des innerstädtischen Lkw-Verkehrs, da bislang kaum Transportalternativen zur Verfügung standen. Mit einer gezielten City-Logistik (Ersatz von Einzellieferungen durch Sammelanlieferungen) können aber Transportwege reduziert werden. Auch der individuelle Einkaufsverkehr kann hierdurch vermindert werden. Das starke Anwachsen des Lieferverkehrs für Waren, die im Internet bestellt worden sind, hat zu zusätzlichen Belastungen der Anwohner geführt, für dieses Problem sind aber in jüngerer Zeit innovative Lösungen für die so genannte „letzte Meile“ entwickelt worden: Für die verschiedenen Lieferdienste werden gemeinsame Warendepots eingerichtet, von denen aus die Nahverteilung mit Lastenrädern, ggf. mit elektrischem Antrieb, abgewickelt wird.

Verkehrsströme lassen sich bei Bedarf zudem 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.

VERKEHRSLLENKUNG

Folgende Instrumente können für Fahrer die Attraktivität einer Straße herabsetzen:

² Städte Basel, Bern, Luzern, St.Gallen, Winterthur, Zürich (2018 Online): Städtevergleich Mobilität – Vergleichende Betrachtung der Städte Basel, Bern, Luzern, St.Gallen, Winterthur und Zürich im Jahr 2015 https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/zed/Deutsch/taz/Verkehr/Publikationen_und_Broschueren/Staedtevergleich_Mobilitaet_2015.pdf

- Geschwindigkeitsbeschränkungen,
- Ampelschaltungen,
- bauliche Maßnahmen, um die Fahrbahnbreiten zu verringern,
- Verschwenkungen,
- Baumtore,
- 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 entsprechenden 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 – VERKEHRSBERUHINGUNG

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.

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-Umgebungs-lärm-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.



Abbildung 14: Zeit- und fahrzeugabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung (Foto Kühne)

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 Verkehrsplanung wird das Thema „Effekte von Geschwindigkeitsbeschränkungen“ aktuell abgehandelt (mit zitierten Gerichtsurteilen) [54].

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.



Abbildung 15: Gebietsbezogene und zeitabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung (Foto Kühne)

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 14 und 15 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) (gemäß der *RLS-90* [8a], nach der *RLS-19* [8b] hat der Lkw-Anteil einen größeren Einfluss, es können deshalb geringere oder höhere Minderungen erreicht werden), die Vorbeifahrtpegele 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 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 städte-



Abbildung 16 : Tempo 30-Zone (Foto Kühne)

baulicher Situation eignen sich hierzu Fahrbahnverengungen, Verschwenkungen oder Mittelinseln. 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 können bestimmte Ausbildungen und Formationen der Steine die Geräusentwicklung positiv beeinflussen. Die Wirkung einer lärmarmen Anordnung wurde in Rostock beispiel-

haft erprobt [57]. Gegebenenfalls bietet sich der Einbau von Kunststeinpflaster an. Diese gibt es mit spezieller Oberflächentexturierung in lärmarmer Ausführung (siehe Kapitel. 5.7.1).

VERKEHRSBERUHIGTE BEREICHE

Verkehrsberuhigte Bereiche (siehe Abbildung 17) 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 gegenseitig Rücksicht nehmen.



Abbildung 17: 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 Ge-

staltungselemente 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 Torsituationen baulich besonders zu gestalten und mit den entsprechenden Verkehrszeichen zu kennzeichnen (siehe Abbildung 17). Hier wurden Minderungen der Mittlungspegel 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 Lärminderung beitragen. Rücksichtsvolle und lärmbewusste Fahrer halten Geschwindigkeitsbegrenzungen ein. Dies gilt besonders in der Nacht, wenn freie Straßen höhere Geschwindigkeiten zulassen würden. Durch vorausschauendes und niedertouriges Fahren – zügiges Hochschalten, Fahren im technisch höchst möglichen Gang – können bei gleichem Geschwindigkeitsniveau die Lärmemissionen und der Kraftstoffverbrauch gemindert werden. Dies gilt insbesondere für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

5.4 UMGEHUNGSSTRASSE

Hohe Erwartungen werden in den Bau einer Umgehungsstraße gesetzt. Viele Bürger hoffen auf „idyllische“ Zustände, wenn der Verkehr aus dem innerörtlichen Bereich herausgenommen wird. Reduziert man den Verkehr 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 Quellverkehr auf. Um dies zu verhindern, muss man die entlas-

teten Straßen zurückbauen und zusätzliche Maßnahmen ergreifen, die die Geschwindigkeit dämpfen. Weiterhin sollte man ausschließen, dass noch Durchgangsverkehr verbleibt. Dies gilt insbesondere für den durchfließenden Lkw-Verkehr. Leider ist das manchmal nur schwer durchsetzbar, wenn die alte Trasse als Umleitungsstrecke weiterhin zur Verfügung stehen muss.

Bei der Trassierung der Umgehungsstraße ist darauf zu achten, dass ihr Lärm nicht bisher ruhige Randgebiete und Naherholungsbereiche zerstört. Wichtige Instrumente 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 zurückzugewinnen.

5.5 FAHRZEUGBEZOGENER LÄRM

Kraftfahrzeuglärm entsteht im Wesentlichen aus folgenden Quellen:

- Das **Antriebsgeräusch** umfasst die mechanisch bedingten 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. Bei Elektrofahrzeugen entfällt dieser Geräuschanteil weitgehend.
- Das **Rollgeräusch** entsteht beim Abrollen der Reifen auf der Fahrbahn. Es nimmt mit der Geschwindigkeit zu und hängt wesentlich von der Art und Beschaffenheit der Fahrbahn ab. Daher spricht man auch von einem „Reifen-Fahrbahn-Geräusch“.

Minderungsmaßnahmen sind an diesen beiden Komponenten anzusetzen. Sie reduzieren den Lärm an seiner Quel-

le. Maßnahmen, die direkt an der Quelle der Geräuschentstehung realisiert werden, haben den Vorteil, dass sie sich auf alle betroffenen Immissionsorte gleichzeitig auswirken, also zu beiden Seiten der Straße, in jeder Entfernung zur und jeder Höhe über der Straße. Damit mindert 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.

Bei modernen Pkw mit Verbrennungsmotoren hat sich das Verhältnis von Antriebs- und Rollgeräusch so verändert, dass inzwischen bei „zivilisierter“ Fahrweise das Rollgeräusch schon ab Geschwindigkeiten um 30 km/h dominiert (siehe Abbildung 9). Die Einhaltung der zulässigen Geschwindigkeit, z.B. auf Straßen mit Tempo 30, wird damit wichtiger.

5.5.1 ANTRIEBSGERÄUSCH VON Pkw – Lkw – Bus

SCHALLQUELLEN AM Pkw

Bereits ab einer Geschwindigkeit von etwa 30 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 Vorbeifahrtpegel der Pkw in den letzten 40 Jahren kaum verändert haben [58] oder nach den Emissionsannahmen der RLS-19 [8b] sogar gestiegen sind (siehe Abbildung 5), obwohl bei der Typprüfung die Grenzwerte gesenkt wurden. Der Grund liegt wie in Abschnitt 4.6 erläuterte wurde, in dem bis 2016 gültigen Messverfahren. Ob das neue Messverfahren das tatsächliche Fahrverhalten mit den typischen, oft einzeln

hervortretenden Geräuschen zu allen Tageszeiten repräsentativ widerspiegelt, muss sich noch zeigen. Typische Fahrzustände abendlichen und nächtlichen Verkehrs, dessen Geräusche die Schlafqualität bestimmen, sind jedenfalls kaum enthalten. Das exzessive Betreiben von Pkw mit sehr hohen Emissionen wird jedenfalls durch das neue Messverfahren nicht unterbunden.

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.

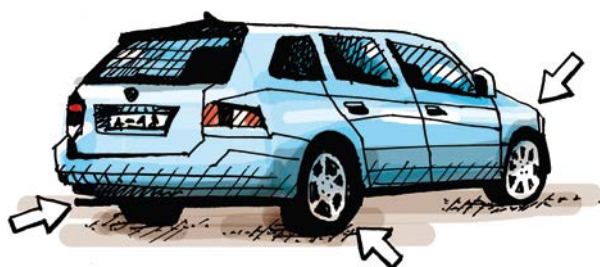


Abbildung 18: Schallquellen am Auto

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. Diese Fahrzeuge werden für niedrige Geschwindigkeiten bis 20 km/h aus Sicherheitsgründen künstlich lauter gemacht (AVAS – Acoustic Vehicle Alert System gemäß Verordnung der EU Nr. 540/2014 [30b]), um sie besser im übrigen Verkehrsgeräusch wahrzunehmen. Bis zum 1. Juli 2021 müssen alle neuen Hybrid- und Elektrofahrzeuge über AVAS verfügen.

Das ist jedoch nach Meinung vieler Immissionsschützer nicht der beste Ansatz, um die Verkehrssicherheit zu erhöhen. In leiser Umgebung sind die Fahrzeuge ohnehin gut wahrnehmbar, ohne die Anwohner so zu belästigen, wie dies herkömmliche Fahrzeuge tun. Aktuell werden verschiedene Ansätze diskutiert, um alternative Warnsysteme zu entwickeln.

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

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 (vgl. auch [66]). Das Ausmaß der Beschwerden der Betroffenen und die Bildung von Initiativen gegen den Motorradlärm hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und zu zahlreichen Vorschlägen zur Lösung des Problems geführt, u.a. zu einer Entschließung des Bundesrats im Mai 2020 (siehe z.B. die ausführliche Darstellung in [35c] und die Tagung des Umweltbundesamts „Forum Krach oder Klang? – Laute Fahrzeuge im Straßenverkehr“, Berlin,

12.06.2019 <https://www.umweltbundesamt.de/service/termine/forum-krach-klang-laute-fahrzeuge-im> sowie die ALD-Veranstaltung „Motorradlärm – Beeinträchtigungen und Lösungen“, Stuttgart 21.10.2019; <http://www.ald-laerm.de/ald/projekte-des-ald/2019/ald-veranstaltung-motorradlaerm>).

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 öfters manipulierte Auspuffanlagen auf. Nach einer Schätzung von 2010 benutzt etwa ein Drittel aller Fahrer illegale Ersatzschalldämpfer (siehe auch die Veranstaltung des Umweltbundesamtes „Verbraucherforum Motorradlärm“ am 26.04.2010 in Berlin; <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/veranstaltungen/motorradlaerm.htm>). Bemerkenswerterweise sind bereits die zulässigen Geräuschemissionswerte für die Typzulassung ähnlich hoch wie die von schweren Lkw,

wenngleich 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. Motorradverkehr ist zudem überwiegend nicht notwendiger Verkehr.

LÖSUNGSANSATZ

Das Problem kann nur durch ein umfassendes Konzept verschiedener Maßnahmen und Instrumente gelöst werden:



Abbildung 19: Dem Großstadtlärm entflohen ... (Foto Kühne)

- Langfristig sollten Hersteller leisere Motorräder anbieten. Das muss durch schärfere Geräuschemissionsgrenzwerte und ein Typprüfmessverfahren veranlasst werden, das auch extreme Emissionen unterbindet. Der Bundesrat fordert einen absoluten Geräuschdeckel von 80 dB(A) (7,5-m-Vorbeifahrtpegel) für alle Betriebszustände, also auch bei den sehr hohen Drehzahlen von sportlich ausgelegten Fahrzeugen., anstelle des intransparenten aktuellen Verfahrens. Die Möglichkeit einer Manipulation von Fahrzeugen ist zu unterbinden. Auch die Umgehung der Grenzwerte bei der Typzulassung durch elektronische Tricks darf nicht geduldet werden. Noch führen Motorräder mit elektrischem Antrieb ein Schattendasein. Sie müssen aber möglichst rasch in die Dekarbonisierungsstrategien einbezogen werden, über die weitgehender politischer Konsens besteht. Das oft genannte Jahr 2030 als Beginn von Fahrverboten für Kfz mit Verbrennungsmotor könnte dann für heute gekaufte Motorräder wirksam 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. Kontrollen sollten die Ahndung von „unnötigem“ Lärm umfassen, der auch mit ordnungsgemäß zugelassenen Motorrädern erzeugt werden kann.
- Wegen der internationalen Zuständigkeiten für die Regelungen über die zulässigen Geräuschemissionen der Kfz ist die Verbesserung der Typprüfvorschriften und die Einführung eines „Geräuschdeckels“ eher eine mittelfristige Perspektive, die zudem traditionell nur für die Neufahrzeuge wirksam sein würde (womit die volle Wirksamkeit einer Grenzwertänderung etwa 18 Jahre bräuchte, das ist das durchschnittliche Alter der Motorräder). Auf nationaler Ebene sind deshalb Benutzervorteile für leisere Kfz nach dem Beispiel der lärmarmen Lkw in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts zielführender. Benutzervorteile bedeuten Ausnahmen von Verkehrsbeschränkungen für leisere Fahrzeuge. Sie machen derartige Verkehrsbeschränkungen „verhältnismäßiger“, führen direkt zu einer Minderung der Belastungen und stimulieren die Entwicklung leiserer Kfz. Die Einführung der Umweltzonen zur Reduktion der Luftschadstoffe ist ein bewährtes und weithin akzeptiertes Modell für dieses Instrument. Das Tiroler Fahrverbot für besonders laute Motorräder im Sommer 2020 ist ein aktuelles Beispiel für derartige Benutzervorteile. Es wäre national möglich, effektive Kriterien und Kennzeichnungsformen für lärmarme Kfz zu entwickeln.
- Geschwindigkeitsbeschränkungen und zeitlich beschränkte Verkehrsverbote an Sonn- und Feiertagen aus Gründen des Lärmschutzes für besondere Konfliktfälle: §45 der Straßenverkehrsordnung StVO lässt grundsätzlich Verkehrsbeschränkungen zum Schutz vor Lärm zu. In Frage kommen die Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und Fahrverbote, die zeitlich (nach Jahres-, Wochen- und Tageszeit) und nach Fahrzeugarten und Emissionsklassen differenziert sein können. Dabei sind der Lärmschutz und die verkehrlichen Belange gerecht gegeneinander abzuwägen. Je höher das Ausmaß des Lärms – und dies ganz unabhängig von der Quelle – und je weniger die verursachende Verkehrsart ortsüblich ist, desto eher kommen Verkehrsbeschränkungen in Frage. Der Rechtsgrundsatz des Übermaßverbots bzw. der Verhältnismäßigkeit ist zu beachten. Es ist jeweils die Verkehrsbeschränkung zu wählen, die zu den geringsten Eingriffen z.B. in Freiheitsrechte führt. So wird zu prüfen sein, ob sich der Schutz vor Lärm statt mit allgemeinen Fahrverboten auch durch Maßnahmen wie selektive Fahrverbote – wie im Sommer 2020 in Tirol praktiziert – erreichen lassen. In der langjährigen Auseinandersetzung zum Motorradlärm ist deutlich geworden, dass die rechtlichen Grundlagen für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz vor Lärm aus Sicht der Betroffenen unzureichend sind. Vor allem der §45 (9) der StVO, der Beschränkungen des „fließenden Verkehrs“ von einer

„Gefahrenlage“ abhängig macht (siehe Abschnitt 4.4), orientiert sich nicht am immissionsschutzrechtlichen Ziel der Vermeidung von „schädlichen Umwelteinwirkungen“ (BImSchG), zu denen auch erhebliche Belästigungen gehören. Die Bewertung der Beeinträchtigungen durch Lärm basiert zudem auf dem klassischen Konzept der Mittelungs- bzw. Beurteilungspegel, die auf der Basis der Durchschnittlichen Täglichen Verkehrsstärke DTV bestimmt werden.

Das DTV-Konzept gewährt keinen Schutz von Sonn- und Feiertagen. Dieser ist ein hohes Gut und hat Verfassungsrang (Artikel 139 der Weimarer Verfassung „Schutz von Sonn- und Feiertagen“ ist Bestandteil des Grundgesetzes).

Das deutsche Immissionsschutzrecht wird dem besonderen Störpotenzial von lautem Kfz-Verkehr an Sonn- und Feiertagen nicht gerecht. Verkehrsstärken werden über das ganze Jahr gemittelt, sodass die saisonalen Freizeitverkehre an Sonn- und Feiertagen „weggemittelt werden“). Beim Fluglärm werden die Belastungen dagegen auf der Basis der sechs verkehrsreichsten Monate ermittelt (FluLärmG, Anlage zu §3). Zudem kennt das Immissionsschutzrecht für andere Quellen (Gewerbe, Sportanlagen, im Freien betriebene Geräte und Maschinen usw.) besondere Schutzregelungen in Form schärferer Grenzwerte, Einhaltung von Ruhezeiten und Betriebsbeschränkungen. Wie die vom Motorradlärm an Sonntagen Betroffenen zu Recht monieren, dürfen sie der Ruhe wegen z.B. motorisch keinen Rasen mähen, müssen aber offensichtlich den Motorradlärm hinnehmen.

Immerhin gibt es einen kleinen Lichtblick durch das Inkrafttreten der Berechnungsvorschrift für die Geräuschemissionen des Straßenverkehrs RLS-19 ab dem 01.03.2021 [8b]. Die Emissionen der Motorräder (ohne Mofas) werden „zu Gunsten der Lärmbetroffenen“ (RLS-19) denen der schweren Lkw (Lkw2) gleichgesetzt.

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 Profilar-chitektur 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 seit Juni 2016 geltenden gesetzlichen Grenzwerte [33b] für neue

Kfz-Reifen spiegeln den Stand der Technik nicht wider. Im Durchschnitt liegen moderne Pkw-Reifen bis zu 7 dB(A) unter ihrem jeweiligen Grenzwert. 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 konnten zudem die Geräuschentwicklung eines Reifens bis 2012 nur anhand von Testergebnissen aus Veröffentlichungen oder aus Online-Datenbanken erkennen. Am Reifen selbst sind keine Pegelwerte vermerkt. Seit 2012 müssen Reifen neben der Angabe des Rollwiderstandes auch mit dem Wert für die Geräuschemission gekennzeichnet werden [35a]. Aber selbst mit den gesenkten akustischen Zulassungswerten [33b], 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 und die Zunahme des Anteils schwererer Pkw (SUV) mit breiteren Reifen 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 lärmindernde 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 Geräuschemissionen. 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 FAHRBAHNBELÄGE

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 Geräusch-

emissionen auf einer nicht geriffelten Gussasphaltdecke. Die Eigenschaften der anderen Deckschichten werden als Differenz zu diesem Fahrbahnbelag ausgewiesen und als Korrekturwerte D_{StrO} bzw. $D_{\text{SD,SDT,FzG}}$ geführt. Man findet sie in der Tabelle 4 „Korrektur D_{StrO} für unterschiedliche Straßenoberflächen“ in den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 [8a] bzw. jetzt sehr viel differenzierter und den Stand der Technik besser abbildend in den Tabellen 4a und 4b der RLS-19 [8b] (siehe hierzu Abschnitt 3.4). Die dort aufgezeigten Korrekturwerte waren für die RLS-90 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 veröffentlichte neuere Erkenntnisse hierzu in sogenannten Statuspapieren der Bundesanstalt für Straßenwesen, die in Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau bekannt gemacht werden. Diese wurden im „Verkehrsblatt“ veröffentlicht (so unter anderem: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau: Nr. 08//1990, Nr. 14/1991, Nr. 5/2002, Nr. 3/2009, Nr. 22/2020).

Die Fortschreibung der Korrekturwerte für Straßendeckschichten ist jetzt mit der RLS-19 zusammen in den Technischen Prüfvorschriften zur Korrekturwertbestimmung der Geräuschemission von Straßendeckschichten – Ausgabe 2019 – TP KoSD-19 [61a] geregelt.

Die im Einzelnen aufgezeigten Korrekturwerte (Pegelminderungs- oder Steigerungswerte) werden in den RLS-19 [8b] für Pkw und Lkw unterschieden (mit Ausnahme von Pflastern; die RLS-90 unterscheiden nicht zwischen Pkw und Lkw). Grund dafür ist, dass Lkw-Reifen mit Ausnahme der offenporigen Asphalte deutlich weniger auf Unterschiede der Fahrbahnoberflächen reagieren. 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 Korrekturen D_{strO} bzw. $D_{\text{SD,SDT,FzG}}$ in den RLS-90 oder den RLS-19). 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.

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 Deckschichten groß-

flächig 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 „Pegeländerung“ beträgt 0 dB(A).

ERLÄUTERUNG TYPISCHER DECKSCHICHTEN

Ausführliche Hinweise zu lärmindernden Straßendecken finden sich auch in den Broschüren des Umweltbundesamts [61b], [61c].

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 Griffbarkeit zu erhalten. Gussasphalt mit einer Abstreuerung aus Splitt mit 5 bis 8 mm Korngröße liegt als Referenzbelag ($D_{\text{strO}} = 0$ dB, $D_{\text{SD,SDT,FzG}} = 0$) den RLS-90 [8a] bzw. den RLS-19 [8b] zugrunde und wird für den akustischen Vergleich von Fahrbahndecken herangezogen. Allerdings wird dieser Deckschichttyp aus Kostengründen heute kaum noch eingebaut. Ein lärmtechnisch verbesserter Gussasphalt ist in den RLS-19 enthalten (siehe Tabelle 1).“

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) bzw. 1,4 (Pkw) / 2,3 (Lkw) dB(A) leiser (RLS-90 [8a] seit 2006 bzw. RLS-19 [8b], $v > 60$ km/h). 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 bei korrektem Einbau um etwa 2 dB(A) gegenüber dem Referenzbelag gemäß RLS-90. Die Korrekturwerte für lärmtechnisch optimierte Asphalte bzw. Splittmastixasphalte gemäß RLS-19 finden sich in Tabelle 1. Die dünnen Asphaltdeckschichten in Heißausbau haben für Pkw bzw. Lkw bei Innerortsgeschwindigkeiten eine Minderung von 3,9 bzw. 0,9 dB.

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 beschönigend „Flüsterasphalt“ oder „Drainasphalt“ genannt.

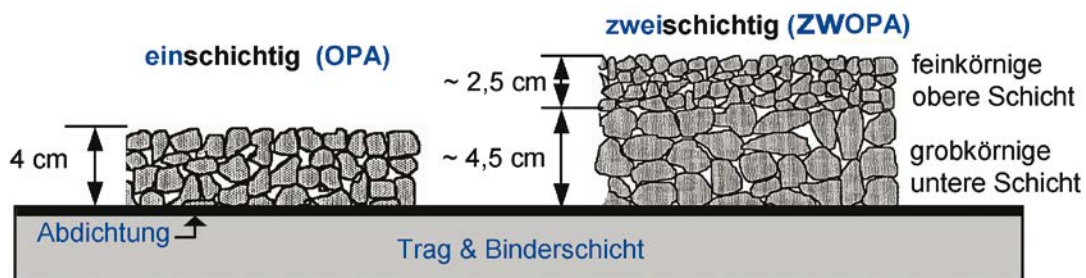


Abbildung 20: Offenporiger Asphalt – Deckenaufbau

Regenwasser dringt durch diese Hohlräume in die obere Schicht ein. Dieses Wasser wird an einer unteren dichten Deckschicht aufgehalten 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 Sprühhahnenbildung 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 21 ist der Übergang von einer geschlossenen zu einer offenporigen Fahrbahndeckschicht bei Nässe dargestellt.



Abbildung 21: Übergang von einer geschlossenen Fahrbahndecke zu einer offenporigen Deckschicht bei Nässe (Foto Kühne)

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.

Offenporige Asphalte lassen sich auf zwei verschiedene Arten herstellen (siehe Abbildung 20):

- **Einschichtige Bauweise, „OPA“:** Hier gibt es nur eine homogene Schicht.
- **Zweischichtiger 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

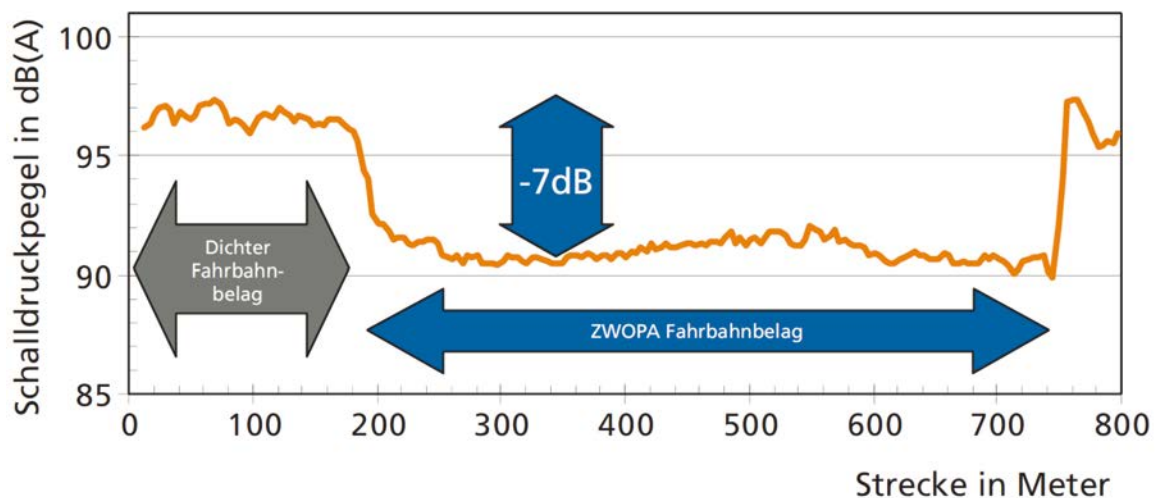


Abbildung 22: Pegelminderung durch einen offenporigen Belag gegenüber einer bestehenden Splittmastixdecke (Quelle: Müller-BBM GmbH)

fachgerecht erfolgen. Dies gilt für OPA und ZWOPA. Denn davon hängen Qualität und Langlebigkeit entscheidend ab. Der ZWOPA ist allerdings bislang nicht in die RLS-19 aufgenommen worden.

In der Abbildung 22 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 bei Geschwindigkeiten > 60 km/h. 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 geräuschkindernden 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 werden. Deshalb enthält die RLS-19 keine Korrekturwerte für Geschwindigkeiten ≤ 60 km/h. 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 ≤ 70 km/h, ZWOPA < 50 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 Splitt-

material sowie an der höheren Qualität des Bindemittels. Im innerstädtischen Bereich muss das Oberflächenwasser meist in eine besondere Gully- und Rinnenkonstruktion 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 (Korrekturwerte siehe Tabelle 1). Da die besseren pegelmindernden Wirkungen bei den semiporösen Belägen nicht nur auf eine günstigere Oberflächenstruktur („Textur“) zurückzuführen sind, sondern auch durch eine gewisse Offenporigkeit Schallabsorption erzielt wird, sind auch wie bei den offenporigen Deckschichten die Probleme der Verstopfung und der Entwässerung zu beachten [61b].

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 bis zu 7 dB(A) (RLS-19) 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 belästigt 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 auch geräuschmindernde 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 geräuschmindernder Pflastersteine eine durchge-

hend ebenmäßige, akustisch günstige Textur. Die Verlegung der Steine im Diagonalverband ohne Fugen (siehe Abbildung 23) stellt dabei die schalltechnisch günstigste Variante dar.

Geräuschmindernde Pflastersteine kommen für Straßen, die mit niedrigen Geschwindigkeiten von nicht mehr als 50 km/h befahren werden, in Frage. Die geräuschmindernde Wirkung ist mit der von gut gelungenen Splittmastixasphalten vergleichbar. Damit sind geräuschmindernde 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.

5.7.2 INHOMOGENITÄTEN DER FAHRBAHN

Liegen unterschiedliche Fahrbahnoberflächen nebeneinander (siehe Abbildung 24), entstehen auf dem betroffenen Streckenabschnitt undefinierbare Schallemissionen. Fährt ein Fahrzeug über Unebenheiten, kann dies den Vorbeifahrtpegel 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 25). Um die Lücken zu schließen, werden spezielle Übergangskonstruktionen eingebaut. Lamellen-Übergänge im rechten Winkel zur Fahrbahn verursachen die impulshaltigen Geräusche.



Abbildung 23: Beispiel eines lärmarmen Kunststeinpflasters (Foto Morssinkhof Groep, Hengelo, Niederlande)



Abbildung 24: Unterschiedliche Deckschichten auf einer Autobahn mit nicht definiertem Geräuschverhalten (Foto Kühne)

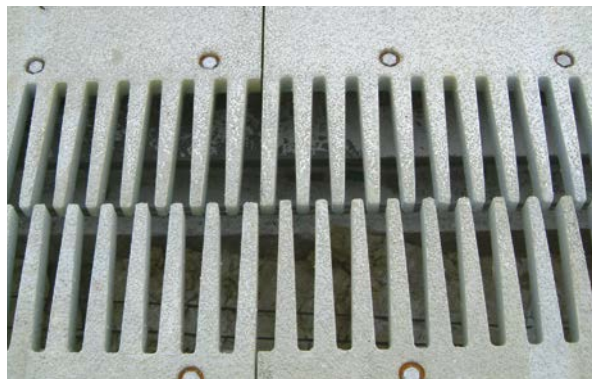


Abbildung 25: Übergangskonstruktion Brückenfuge „Finger“ in Fahrtrichtung (Foto Müller-BBM GmbH)



Abbildung 26: Kanaldeckel in der Rollspur als zusätzliche Schallquelle (Foto Kühne)

„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 Unstetigkeitsstellen akustisch kaum wahrgenommen (siehe Abbildung 26). 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 Konstruktionen 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.

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“.

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 mitberücksichtigt werden.

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 nachdem, ob ein langes Stück der Straße oder nur ein kurzer Abschnitt sichtbar ist, mindert sich bei einer Verdoppelung der Entfernung der Mittelungsspiegel 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 27).

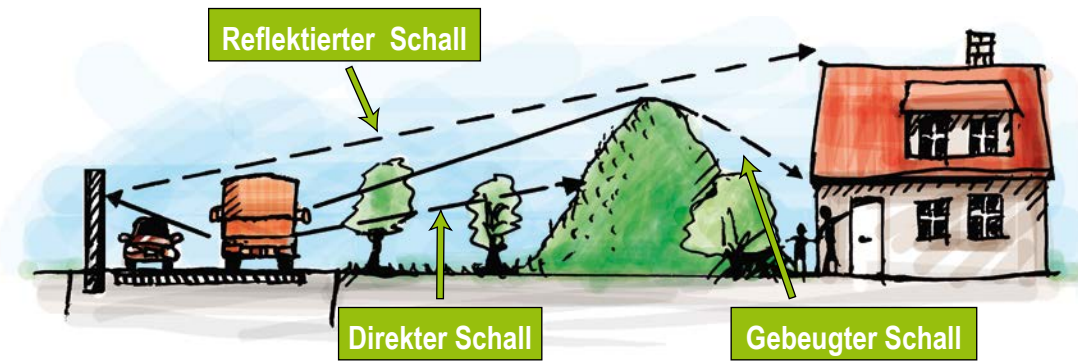


Abbildung 27: Einflüsse auf die Schallausbreitung

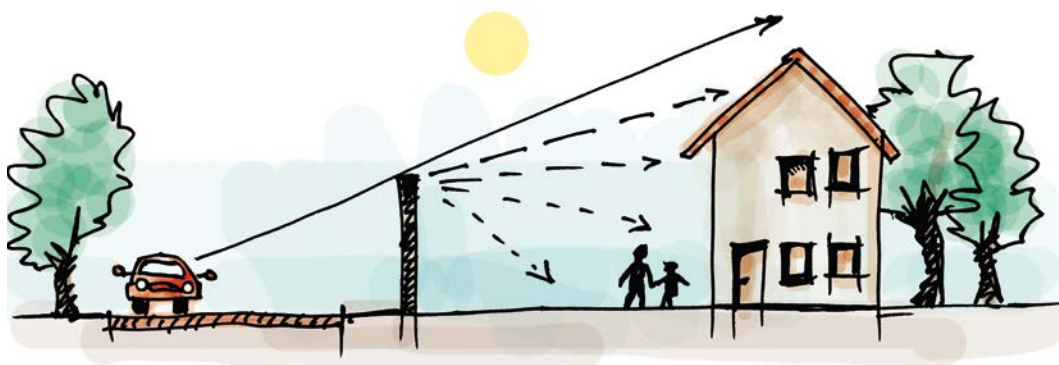


Abbildung 28: Der Außenwohnbereich wird am besten geschützt

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 28). 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, Kinderspielflächen – den Lärm spürbar abhält, versagt sie in den oberen Geschossen von höheren Wohngebäuden

(siehe Abbildung 29). Dort ist die Aufenthaltsqualität auf einem Balkon erheblich 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 30). Große Anlagen verändern außerdem das Mikroklima, es entstehen Schattenzonen und Windeffekte. Die Trennwirkung der Straßen wird durch hohe Anlagen noch verstärkt (siehe Abbildung 31).

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 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 32). 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 33).

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 34).

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.



Abbildung 29: Der untere Bereich hinter der Lärmschutzwand ist geschützt, nach oben hin nimmt die pegelmindernde Wirkung ab; der obere Bereich mit Sichtverbindung hat keinen Schutz



Abbildung 30: Das Landschaftsbild wurde durch die Errichtung der Lärmschutzanlagen erheblich verändert (Foto Kühne)



Abbildung 31: Lärmschutzwand entlang einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße (Foto Kühne)

Schalldruckpegel-Zeitverlauf L(t) vor/hinter Schallschutzwand

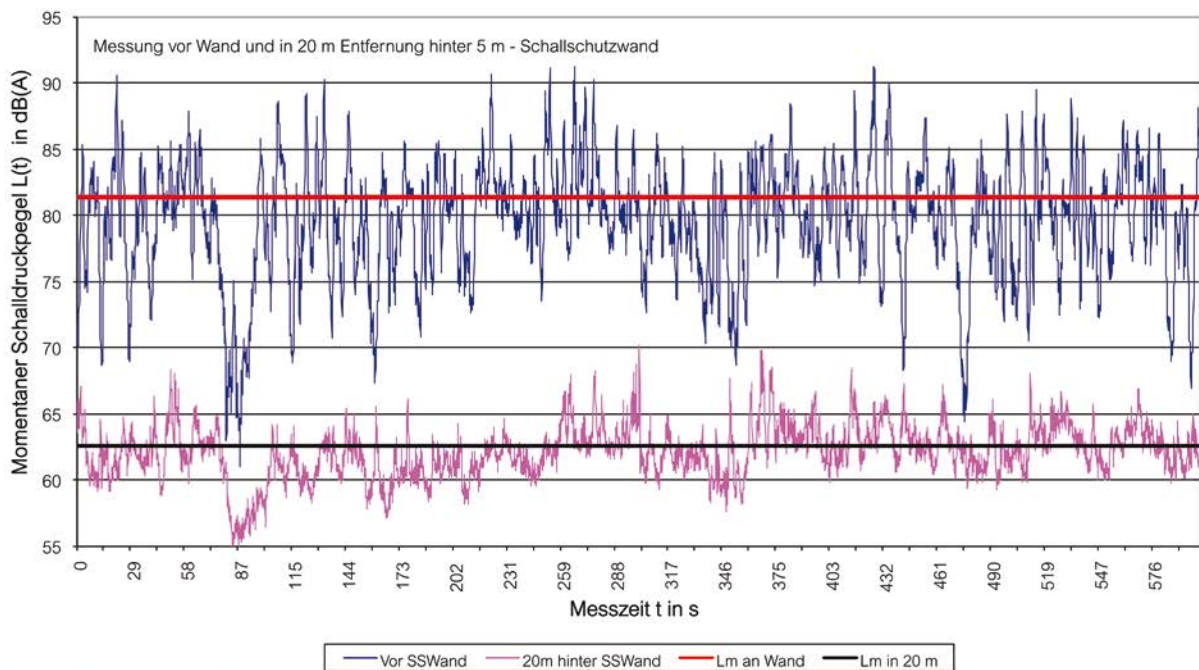


Abbildung 32: Schalldruckpegel-Zeitverlauf vor und in 20 m Abstand hinter einer Schallschutzwand



Abbildung 33: Geschützter Freiraum hinter einer Lärmschutzwand mit Anliegerstraße (Foto Kühne)



Abbildung 34: 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

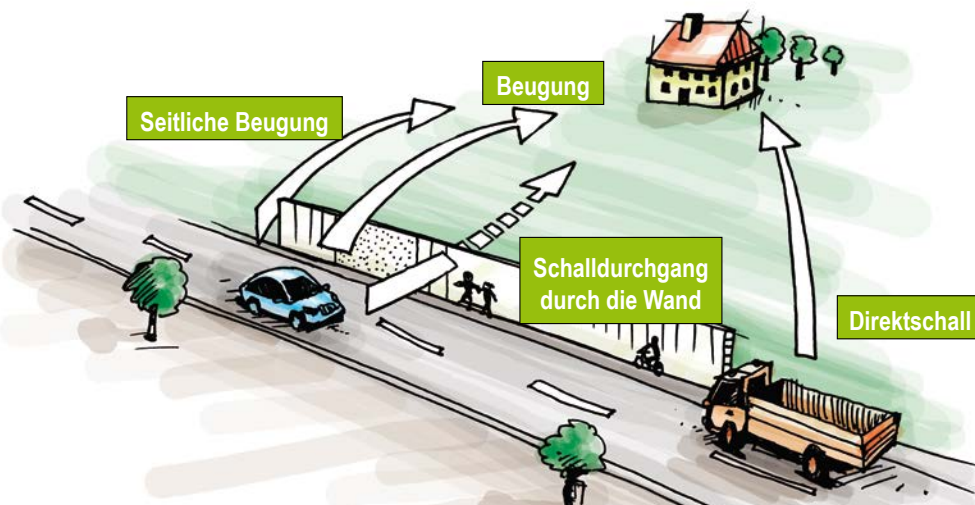


Abbildung 35: Schallwege im Bereich einer Lärmschutzwand

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 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 35 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 36). 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

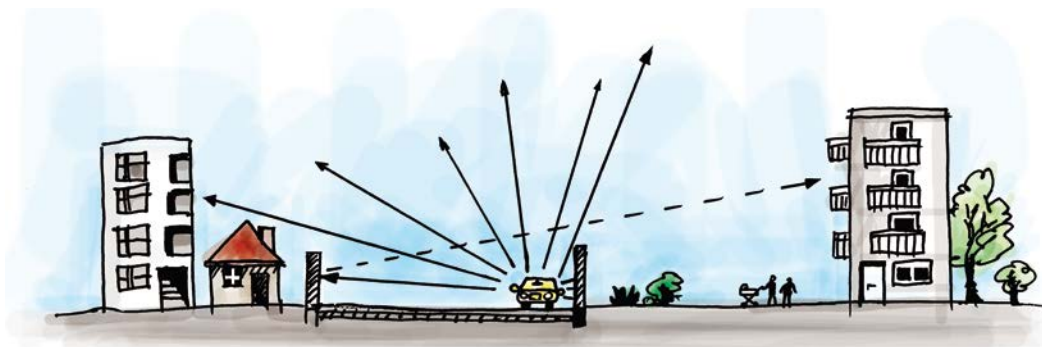


Abbildung 36: Durch die Reflexion an der gegenüberliegenden Wand wird die Minderungswirkung des Schirmes erheblich beeinträchtigt



Abbildung 37: Zur Vermeidung von Schall- und Lichtreflexionen nach außen geneigte Glaswand auf einer Brücke (Foto R. Kohlhauer GmbH),

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 oben. Bei Glaswänden vermeidet man darüber hinaus störende Lichtreflexionen (siehe Abbildung 37).

Glaswände lassen sich nicht mit absorbierendem Material versehen, ihre gewünschte transparente Wirkung würde



Abbildung 38: Glaswand mit absorbierenden Eigenschaften (Foto R. Kohlhauer GmbH)

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 38). Durch die aufgebrachten Lamellen erreicht das System Absorptionswerte von 4 bis 8 dB(A).

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.

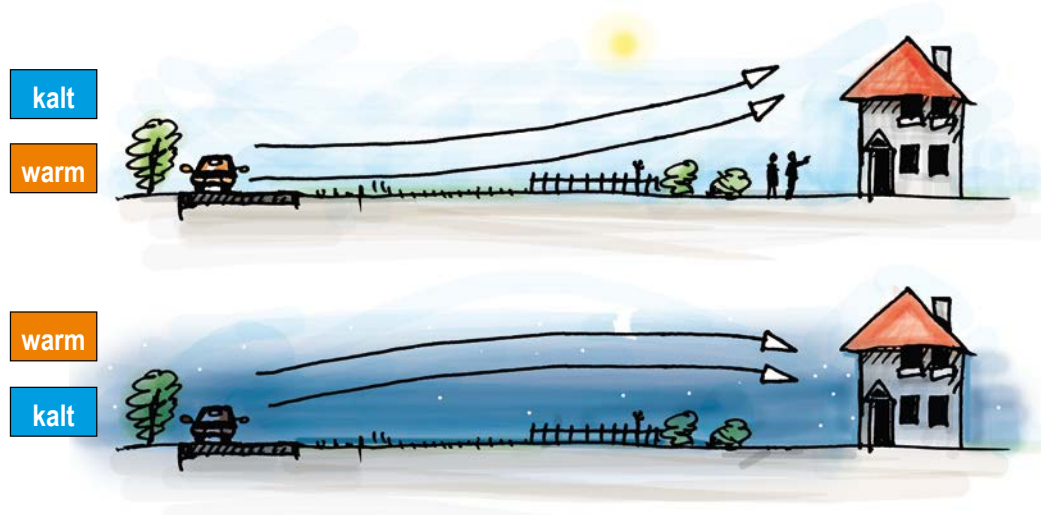


Abbildung 39: Inversionswetterlagen können die Wirkung von Lärmschutzanlagen deutlich reduzieren (typisch für die Nacht)

Bei Inversionswetterlagen – wenn die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe ansteigt – wird der Schall zum Boden hin gebeugt (siehe Abbildung 39). Das hat zur Folge, dass die Wirkung von Lärmschutzanlagen deutlich nachlassen kann. Gleiches geschieht bei Mitwindsituationen.

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 40).

5.8.2 BESCHREIBUNG TYPISCHER LÄRMSCHUTZANLAGEN

PSYCHOLOGISCHE WIRKUNG

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 65 „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.



Abbildung 40: Wirksame Lärmbekämpfung mit Unterstützung der Natur (Foto Kühne)

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 67 „Gestaltung von Lärmschutzanlagen“.

Da der ohne Stützmaßnahmen realisierbare Schüttwinkel mindestens 1:1,5 beträgt, ergibt sich für die Böschungsfußbreite 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. Steilwälle werden häufig angewendet, wenn für einen Wall nicht genügend Aufstandsfläche zur Verfügung steht. Die Pflege kann personalaufwendig sein. Der Erhalt der Begrünung ist oft nur mit zusätzlicher Bewässerung möglich.

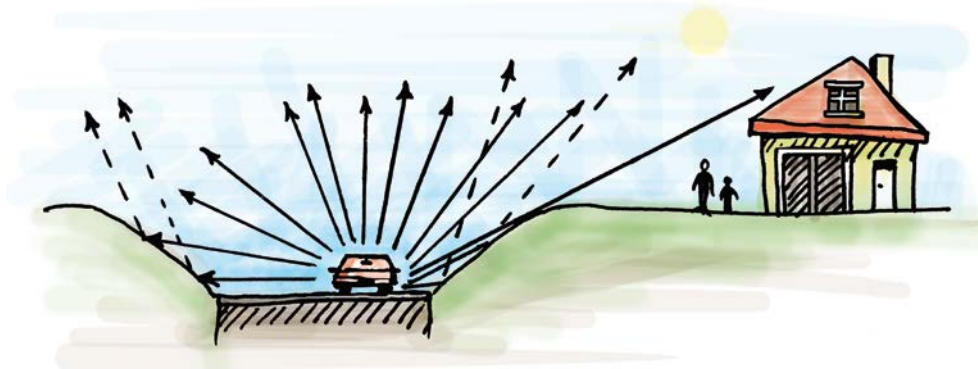


Abbildung 41: Straße im Einschnitt

EINSCHNITT, TROG

Abschirmungen lassen sich auch dadurch erzielen, dass die Straße in einen Einschnitt verlegt wird (siehe Abbildung 41). Möglich ist auch eine Einbettung in einen Trog mit Teilabdeckung (siehe Abbildung 42). 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.

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 43).

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 zu-



Abbildung 42: Innerstädtische Straße in Troglage (Foto Baumer)

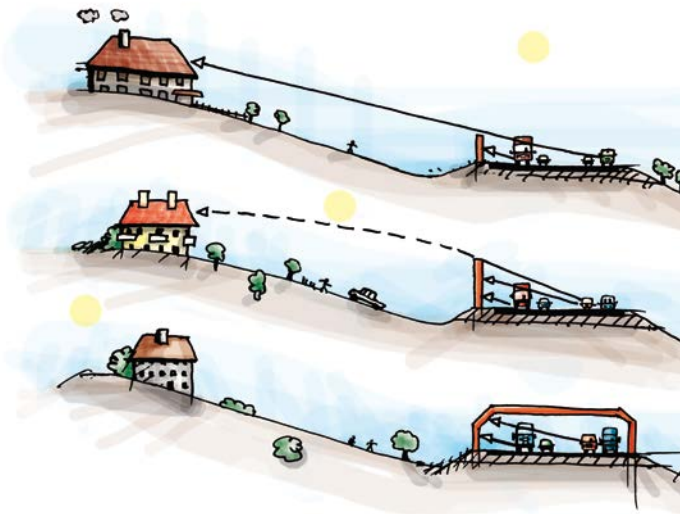


Abbildung 43: Bei Sichtverbindung gibt es keine Pegelminderung, erst mit einer Einhausung lassen sich in höher gelegenen Bereichen wirksame Pegelminderungen erzielen.

dem auffällige Pegeländerungen. Diese lassen sich durch anschließende Stützwände mit allmählich abnehmender Höhe abmindern. Die „Tunnelmünder“ (Tunnelportale) müssen absorbierend verkleidet werden. Ein weiteres Problem sind die Schadstoffkonzentrationen an den Tunnelenden.

Nicht nur die Bau-, sondern auch die Unterhaltungs- und Betriebskosten (Beleuchtung, Belüftung, Sicherung) 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 44). Zudem entfällt die Trennwirkung der Straße.

Häufig wird allerdings die verbliebene Oberfläche dazu benutzt, weitere Verkehrsflächen aufzunehmen. Dies zer-



Abbildung 44: Parkanlage über einem Tunnel (Foto Kühne)

stört 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 Bepflanzung 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 45). Die gewonnene Energie lässt sich ins Netz einspeisen oder vor Ort zur Beleuchtung nutzen.



Abbildung 45: Lärmschutzwall mit aufgesetzter Photovoltaikanlage (Foto Kühne)

GESTALTUNG VON LÄRMSCHUTZANLAGEN

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

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 zugutekommen.
- 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 Vorbeifahrtpegel verringert sich sogar um rund 7 bis 10 dB(A).



Abbildung 46: Alternative Anordnung von Gebäuden an einer Straße, Grundrisse und Lärmbelastung; links: offene Querriegel, rechts: Abschirmung durch Längsriegel.

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 46 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 Verkehrsgereusche. Der Pegelunterschied zwischen den blauen und grünen Farbtönen beträgt etwa 30 dB. Es wird deutlich, dass die Verkehrsgereusche 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 47 und 48 zeigen die Umsetzung eines derartigen Konzeptes. Die Wohnhäuser wurden ursprünglich senkrecht zur Hauptstraße angeordnet. Es gab keine geschlossenen Innenhöfe, die parallelen 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.



Abbildung 47: Verbesserung des Schallschutzes durch zusätzliche Abschirmung oder Bebauung mit geeigneter Raumorientierung im Gebäude (Foto Kühne)



Abbildung 48: Verbesserung des Schallschutzes durch zusätzliche Abschirmung (Foto Kühne)

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 Nachteile 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 bewirken 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,
- Zegerscheinungen 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 Zegerscheinungen,
- 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 Lüftungseinrichtungen 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 Lüftungsschlitzen 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,
- Kostangebote 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 Verkehrs-

weg 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. Bundesimmissionschutzverordnung 16. *BImSchV* [9] nicht überschritten werden. Dazu erstellen Verkehrsplaner und ein Schallschutzingenieur im Planungsverfahren eine Schallimmissionsprognose nach den *RLS-90* [8a] bzw. *RLS-19* [8b]. 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-, Mischgebiet- oder Urbanes Gebiet 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 verkehrsarmen 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 (siehe unten) 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 sind. 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* [8a] bzw. *RLS-19* [8b] eine Straßenoberflächenkorrektur D_{StrO} bzw. $D_{\text{SD,SDT,FzG}}$ 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 oder der Meinung sind, die eingebaute Fahrbahnart entspricht nicht dem Planfeststellungsbeschluss, 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 Öffentlichkeit 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, Oberleitungbusse oder Elektrobuse 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 straßenverkehrs-

rechtliche 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 leiseres 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. Seit 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.
- Bei der Wohnortwahl sollte der Aspekt der Verkehrsvermeidung (Stadt der kurzen Wege) in Erwägung gezogen werden,

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 rück-sichtsvoll zu verhalten. Rechtliche Rahmenbedingungen

und entsprechende finanzielle Mittel können den Lärm-schutz drastisch voranbringen. Sie werden zu technologischem Fortschritt und somit auch zu Wettbewerbsvor-teilen 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 2021). Diese können sich im Laufe der Zeit ändern. Es empfiehlt sich, zusätzlich im Internet zu recherchieren.

ARBEITSRING LÄRM DER DEGA (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. Die Geschäftsstelle der DEGA, zu der der ALD gehört (www.ald-laerm.de, ald@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 Oberverwaltungsgericht, 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 Oberverwaltungsgericht 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 eingengt 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://epetitionen.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, ald@ald-laerm.de

BEHÖRDEN

Bundesumweltministerium: www.bmu.de

Bundesverkehrsministerium: www.bmvi.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 UMWELT-BEHÖRDEN IN DEN LÄNDERN

Baden-Württemberg: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/laerm-und-erschuetterungen>

Bayern: <https://www.lfu.bayern.de/laerm/index.htm>

Brandenburg: <https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/umwelt/immissionsschutz/laerm/>

Berlin: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/laerm/>

Bremen: https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/laerm/umgebungs-laerm_im_land_bremen-24080

Hamburg: www.hamburg.de/laerm

Hessen: <https://www.hlnug.de/themen/laerm>

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

Niedersachsen: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/larmschutz/schutz-vor-larm-89061.html>

Nordrhein-Westfalen: <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/umwelt-und-gesundheit/laerm>

Rheinland-Pfalz: <https://lfu.rlp.de/de/arbeits-und-immissionsschutz/immissionsschutz-luft-laerm/laerm/laermkartierung/>

Saarland: https://www.saarland.de/muv/DE/portale/immissionsschutz/home/home_node.html

Sachsen:

<https://www.umwelt.sachsen.de/larm-6491.html>

Sachsen-Anhalt: <https://mule.sachsen-anhalt.de/umwelt/immissionsschutz/laermbekaempfung/>

Schleswig-Holstein: <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/Themen/UmweltNatur/Laermschutz/laermschutz.html>

Thüringen: <https://tlubn.thueringen.de/umweltschutz/immissionsschutz>

NICHTREGIERUNGSORGANISATIONEN: Z.B.

ADAC: www.adac.de

BUND: <https://www.bund.net/themen/mobilitaet/laerm/>

GRÜNE LIGA:
www.uglr-info.de/umgebungs-laermrichtlinie.html

VCD: <https://www.vcd.org/themen/verkehrs-laerm/>

SONSTIGE

Abgeordnete des Bundestages und der Landtage
Verwaltungsgerichte

SCHALLTECHNISCHE BERATUNGSBÜROS

Schalltechnische Beratungsbüros sind in jedem Bundesland 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 durch Artikel 110 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert).
- [3a] UBA/BMU (2019): Umweltbewusstsein in Deutschland – Datenband Welle 1 (N=2.021, forsa.Omninet, 1. Befragungswelle, Stichprobe ab 14 Jahren). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2378/dokumente/ubs_2018_repraesentativbefragung_welle_1_tabellen_soziodemografie_forsa.xlsx
- [3b] Umweltbundesamt (1999): Jahresbericht 1999. Dessau-Rosslau.
- [3c] Umweltbundesamt (2021, online): Verkehr-Lärm/Verkehrslärm/Straßenverkehrslärm. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrs-laerm/strassenverkehrs-laerm#gerauschbelastung-im-strassenverkehr>
- [4] Giering, K. (2009): Monetäre Bewertung des Straßenverkehrslärms für Deutschland. *Lärmbekämpfung*, 5, 200–203.
- [5a] WHO Europe: Environmental Noise Guidelines for the European Region (ENG), 2018. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1
- [5b] 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 Verkehrsräuschen. Juni 2004.
- [8a] Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau (1990): Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90). Bonn. VkB. Nr. 7/1990 S. 258.
- [8b] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2019): Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 – RLS-19 (Verkehrsblatt 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698) Eingeführt durch die Änderung der 16. BImSchV vom 04.11.2020 .
- [8c] Bartolomaeus, W. (2019): „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-19. LÄRMBEKÄMPFUNG 14 (2019) Nr. 6.
- [9] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990. BGBl. I S. 1036. (zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert).
- [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.
- [10c] Richtlinie (EU) 2020/367 der Kommission vom 4. März 2020 zur Änderung des Anhangs III der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Methoden zur Bewertung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Union L 67/132ff vom 05.03.2020. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/AUTO/?uri=uriserv:OJ.L_.2020.067.01.0132.01.DEU&toc=OJ:L:2020:067:TOC

- [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.
- [12a] Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 20. November 2018 (Bundesanzeiger AT 28. Dezember 2018 B7).
- [12b] UBA (2019): Vergleichsrechnungen für die Berechnungsverfahren für Umgebungslärm nach der EU-Richtlinie 2015/996 mit den Vorläufigen Berechnungsmethoden. http://www.umgebungslaerm.nrw.de/materialien/hilfen/laermkartierung_durchfuehrung/Vergleichsrechnungen_UBA_Bericht_Teil1_Strasse_Anlage_Dez_2019.pdf
- [13] Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) vom 23. Mai 1949. BGBl. I S. 1. (Zuletzt geändert durch Art. 1 u. 2 Satz 2 G v. 29.9.2020 I 2048).
- [14] Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002. BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738. (zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 9. Juni 2021 (BGBl. I S. 1666) geändert).
- [15] Gesetz über Ordnungswidrigkeiten (OwiG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Februar 1987. BGBl. I S. 602. (Zuletzt durch Artikel 9a des Gesetzes vom 30. März 2021 (BGBl. I S. 448) geändert).
- [16] Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist).
- [17] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist.
- [18] Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Lärmkartierung – 34. BImSchV) vom 6. März 2006. BGBl. I S. 516, die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 28. Mai 2021 (BGBl. I S. 1251) geändert worden ist.
- [19] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540).
- [20] Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008. BGBl. I S. 2986. (zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2694) geändert).
- [21] Bundesfernstraßengesetz (FStrG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007. BGBl. I S. 1206. (zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 31. Mai 2021 (BGBl. I S. 1221) geändert).
- [22] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 15.03.1974 in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
- [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. VklBl. 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. VklBl. 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 Vertragsbedin-

- gungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 06). VkbL. Nr. 21/2006 S. 793.
- [26] Straßenverkehrsgesetz (StVG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003. BGBl. I S. 310, 919. (zuletzt durch Artikel 4 Absatz 9 des Gesetzes vom 7. Mai 2021 (BGBl. I S. 850) geändert).
- [27] Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3047) geändert worden ist.
- [28] Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm (Lärmschutz-Richtlinien-StV) vom 23.11.2007. VkbL. Nr. 24/2007 S. 767.
- [29] Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) vom 26. April 2012 (BGBl. I S. 679), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 26. November 2019 (BGBl. I S. 2015) geändert worden ist.
- [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, 23.02.1970, S. 16–36. (Zuletzt geändert am 14. Juni 2007. ABl. L 155, S. 49).
- [30a] 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 die Auspuffvorrichtung von Kraftfahrzeugen, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 371, 19. 12.1992, S. 1–31.
- [30b] Verordnung (EU) Nr. 540/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen und von Austauschschalldämpferanlagen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 70/157/EWG Amtsblatt der EU, L 158/131 vom 27.05.2014. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0540&from=EN>
- [30c] UN-ECE-Regulation No. 51 (revision 2) Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles having at least four wheels with regard to their noise emissions. 29 November 2011. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R051r2e.pdf>
- [30d] Beckenbauer, T. (2013): Lärmarme Straßenbeläge im Innerortsbereich, ALD-Veranstaltung „Laute Straßen – leise Politik?“. München, 16.10.2013 <https://www.ald-laerm.de/publikationen/presentationen-der-ald-veranstaltungen/2013>
- [30e] Richtlinie 78/1015/EWG des Rates vom 23. November 1978 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffanlage von Krafträdern. ABl. L 349 vom 13.12.1978, S. 21–30. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/AUTO/?uri=CELEX:31978L1015>
- [30f] Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE): Regelung Nr. 41–04 „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Krafträder hinsichtlich ihrer Geräuschentwicklung“.
- [30g] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 134/2014 der Kommission vom 16. Dezember 2013 zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und die Leistung der Antriebseinheit sowie zur Änderung ihres Anhangs V“ ABl. L 53, 21.2.2014, S. 1–10. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0134&from=DE>
- [31] Schade, L. (2014): Entwicklung neuer Lärmkarten-berechnungsverfahren (CNOSSOS-EU) ALD-Veranstaltung „Lärmaktionsplanung 2. Stufe“, 18.06.2014. <https://www.ald-laerm.de/publikationen/presentationen-der-ald-veranstaltungen/2014>
- [32] DIN ISO 362-1:2017-10 Messverfahren für das von beschleunigten Straßenfahrzeugen abgestrahlte Geräusch – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 – Teil 1: Fahrzeuge der Klassen M und N (ISO 362-1:2015).

- [33a] 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.
- [33b] „Verordnung (EG) 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13.07.2009 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern, und von Systemen, Bauteilen und selbständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Sicherheit“ festgelegt worden. Amtsblatt der Europäischen Union L 200/1ff vom 31.07.2009. (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:200:0001:0024:DE:PDF>)
- [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 selbständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge hinsichtlich ihrer allgemeinen Sicherheit. ABl. L 200 S. 1.
- [35a] 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. Amtsblatt der Europäischen Union L 342/46ff vom 22.12.2009“. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/AUTO/?uri=uriserv:OJ.L_.2009.342.01.0046.01.DEU&toc=OJ:L:2009:342:FULL
- [35b] Verordnung (EU) 2020/740 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über die Kennzeichnung von Reifen in Bezug auf die Kraftstoffeffizienz und andere Parameter, zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/1369 und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1222/2009. Amtsblatt der Europäischen Union L 177/1 vom 5.6.2020.
- [35c] M. Jäcker-Cüppers (2021): Motorradlärm – aktuelle Konflikte, Positionen und Lösungsvorschläge, DEGA Akustik Journal Nr. 1 / Februar 2021.
- [35d] Möhler + Partner Ingenieure AG (2020): Überprüfung der Geräuschemissionen von Motorrädern im realen Verkehr- Abschlussbericht. UBA-TEXTE 161/2020, Sept. 2020. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_161-2020_ueberpruefung_der_geraueschemissionen_von_motorraedern_im_realen_verkehr.pdf
- [36] Richtlinie 2011/76/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. Amtsblatt der Europäischen Union L 269/1 vom 14.10.2011.
- [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 Parlamentes 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 Parlamentes und des Rates vom 26. Mai 2003. ABl. L 156 S. 17).

- [42] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2007): Die Verhältnismäßigkeit der Kosten von Schallschutlanlagen an Straßen und Schienenwegen – Kurzbericht über eine Untersuchung. Augsburg. <https://docplayer.org/14455965-Die-verhaeltnismaessigkeit-der-kosten-von-schallschutlanlagen-an-strassen-und-schienenwegen.html>
- [43] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003. BGBl. I S. 102. (zuletzt durch Artikel 15 Absatz 1 des Gesetzes vom 4. Mai 2021 (BGBl. I S. 882) geändert).
- [44] Richtlinien für die Planfeststellung nach dem Bundesfernstraßengesetz (Planfeststellungsrichtlinien 2007 – Plafer 07). Stand Januar 2008. VkB1. Nr. 2/2008 S. 5.
- [45] BMVI (2021): Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017-2018-2019. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StB/statistik-des-laerm-schutzes-an-bundesfernstrassen.html>
- [46] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2006): Allgemeines Rundschreiben (ARS) Nr. 20/2006 – Sachgebiet 12.1: Umweltschutz; Lärmschutz: Verbesserung des Lärmschutzes an bestehenden Bundesfernstraßen im Rahmen der Lärmsanierung. VkB1. 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 Immissionschutz (LAI) (2007). LAI-Hinweise zur Lärmaktionsplanung.
- [50a] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionschutz (LAI) – AG Lärmkartierung (2020): LAI-Hinweise zur Lärmkartierung – zweite Aktualisierung in der Fassung vom 24. August 2020. https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/LAI-Hinweise_Laermkartierung_2020-08-24.pdf
- [50b] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionschutz (LAI) – AG Lärmaktionsplanung (2017): LAI-Hinweise zur Lärmaktionsplanung – Zweite Aktualisierung in der Fassung vom 9. März 2017. https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/hinweise_zur_laermaktionsplanung_2017_03_09_1503575612.pdf
- [51] Umweltbundesamt, Europäische Akademie für städtische Umwelt (2008): Umgebungslärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung – Silent City. Berlin.
- [52a] Umweltbundesamt (2009). Lärmaktionsplanung in Ballungsräumen, Hinweise zur strategischen Planung und zu verbesserten Wirkungsanalysen am Beispiel des Ballungsraums Hamburg. Dessau-Roßlau.
- [52b] UBA (2015): Handbuch Lärmaktionspläne – Handlungsempfehlungen für eine lärmindernde Verkehrsplanung. TEXTE 81/2015. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-laermaktionsplaene-handlungsempfehlungen>
- [52c] UBA (2015): TUNE EU-Richtlinie zum Umgebungslärm – Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU-Umgebungslärmrichtlinie. Arbeitspaket 3: Ruhige Gebiete. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_74_2015_tune_ulr_technisch_wissenschaftliche_unterstuetzung_bei_der_novellierung.pdf
- [53] Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2008): Hinweise für die Lärmaktionsplanung – Informationsbroschüre für Städte und Gemeinden. Dresden.
- [53a] Heinrich-Böll-Stiftung (2018 Online) Zürich: Welthauptstadt des ÖPNV. <https://www.boell.de/de/2018/12/07/zuerich-welthauptstadt-des-oepnv>
- [53b] Stadt Zürich (2020 Online): Stadtverkehr 2025 – Bericht 2019 vom 22.10.2020. https://www.stadtzuerich.ch/content/dam/stzh/ted/Deutsch/stadtverkehr2025/Publikationen_und_Broschueren/stadtverkehr_2025_bericht_2019.pdf

- [53c] Stadt Zürich (2014): Stadtverkehr 2025 – Strategie für eine stadtverträgliche Mobilität.
- [53d] Heinrich-Böll-Stiftung (2018 Online) Zürich: Welthauptstadt des ÖPNV. <https://www.boell.de/de/2018/12/07/zuerich-welthauptstadt-des-oepnv>
- [54] M. Volpert et al (2010): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung – Stand der kommunalen Lärmaktionsplanung – unterschiedliche Vorgehensweisen und das Beispiel Berlin.
- [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 Geräuschentwicklung vom 16. März 1994. BGBl. II S. 375.
- [60] Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärmschutzverordnung – 18. BImSchV) vom 18. Juli 1991. BGBl. I S. 1588, 1790. zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1468) geändert.
- [61a] Technischen Prüfvorschriften zur Korrekturwertbestimmung der Geräuschemission von Straßendeckschichten – Ausgabe 2019 – TP KoSD-19. VkbL. 2019, Heft 20, S.698.
- [61b] Urs Reichart: „Lärmmindernde Fahrbahnbeläge – ein Überblick über den Stand der Technik“ UBA-Texte 28/2009, Dessau-Roßlau, August 2009. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3841.pdf>
- [61c] Ulrich Peschel, Urs Reichart et al (2014): „Lärmmindernde Fahrbahnbeläge – ein Überblick über den Stand der Technik“ UBA-Texte 20/2014, Dessau-Roßlau, August 2014. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_20_2014_laermmindernde_fahrbahnbelaege_barrierefrei.pdf
- [62] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen (2013): Merkblatt Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt.
- [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 Lärnhindernissen. Lärmbekämpfung, 6, 254.
- [65] DIN 1946-6. Raumlufttechnik – 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 : Aus Berechnungsergebnissen nach den *RLS-90* und *RLS-19* 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, gemäß *RLS-19* mit einem maßgebenden Anteil des Schwerverkehrs p in % (Fahrzeuge > 2,8 t zulässiges Gesamtgewicht), bzw. bei der *RLS-19* mit den Lkw-Anteilen p_1 und p_2 in % (Fahrzeuge > 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) der maßgebenden Verkehrsstärke.

Emissionspegel $L_{m,e}$: Der Emissionspegel ist in der *RLS-90* 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. Vereinfachte Berechnungen können mit dem Verkehrslärmrechner (www.staedtebauliche-laermfibel.de ▶ dB-Rechner) ausgeführt werden.

In der *RLS-19* wird stattdessen der **längenbezogene Schalleistungspegel L_w'** verwandt. Der L_w' wird im Glossar neu definiert.

Energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel: siehe **Mittelungspegel**.

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

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

Längenbezogener Schalleistungspegel L_w' : Logarithmisches Maß für die von einer Linienschallquelle oder Teilen davon je Längeneinheit abgestrahlte Schalleistung P' .

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* bzw. *BUB*, wobei die Immissionsorte gleicher Schallpegel durch Isophonen verbunden werden.

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

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 logarith-

misch 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:

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

Lüftungseinrichtungen: Zusätzliche Einrichtungen für Räume, mit deren Hilfe ein Luftwechsel bei geschlossenem Fenster ermöglicht wird. Neben (relativ unwirksamen) Lüftungsschlitzen ist ein ausreichender Luftwechsel 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: 978-3-939296-19-5