

# Schutz gegen Außenlärm

## Schwerpunkt Straßenverkehrslärm

Eine zentrale Aufgabenstellung der Bauakustik ist der Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Außenlärm. Häufige Lärmquellen sind Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Nachbarschaftslärm oder Lärmemissionen von Gewerbebetrieben.

Dieser Beitrag richtet sich an Planerinnen und Planer und gibt einen Überblick über die maßgebenden Einflüsse und Anforderungen. Mit dem Schwerpunkt Straßenverkehrslärm wird auf Grundlage eines Forschungsprojektes über Möglichkeiten stationärer Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen zur Minderung von Straßenverkehrslärm berichtet.

### Einleitung

Außenlärm kann in Wohnräumen zu erheblichen Belästigungen führen, die Unbehagen und Stress auslösen.

Bei kontinuierlicher Einwirkung können gesundheitliche Probleme auftreten, wie Schlafstörungen, Veränderungen des Blutdrucks und der Herzfrequenz, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder andere psychische und physische Gesundheitsstörungen. Ein Überblick über mögliche gesundheitliche Lärmauswirkungen mit weiteren Quellenangaben findet sich in [1].

Über Lärmauswirkungen wird auch im Rahmen der aktuellen Lärmwirkungsstudie NORAH (»Noise-Related Annoyance, Cognition and Health«) unter [www.norah-studie.de](http://www.norah-studie.de) berichtet.

Die Studie bezieht sich insbesondere auf den Fluglärm im Rhein-Main-Gebiet, geht aber vertiefend auch auf Exposition und Belästigungswirkung anderer Lärmarten ein.

Die persönliche Lärmempfindung wird durch individuelle und soziale Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen die Personenanzahl im Haushalt (alleinlebend, Familienwohnung oder Wohngemeinschaft), Alter, Hörvermögen und Geräuschsensibilität, tägliche Auf-

enthaltensdauer in der Wohnung, (chronische) Erkrankungen, aber auch die Aufenthaltsqualität der Wohnung und die Randbedingungen des Wohnumfeldes (z.B. »gute Nachbarschaft«).

Zum Schutz gegen Außenlärm werden aktive und passive Maßnahmen unterschieden.

Aktive Maßnahmen zielen auf eine Reduzierung der Lärmemissionen. Passive Maßnahmen sollen die Einwirkung von vorhandenem Lärm vermindern.

### Aktive Maßnahmen gegen Außenlärm

Aktive Maßnahmen (Schallvermeidung oder Schallminderung) sind grundsätzlich wirkungsvoller als passive Maßnahmen (Schalldämmung).

Straßenverkehrslärm lässt sich beispielsweise durch die Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, durch die Verminderung des LKW-Anteils oder durch lärmarme Straßenoberflächen reduzieren.

In den zurückliegenden Jahren ist das Bewusstsein für die verträgliche Gestaltung des Umgebungslärms im Zuge der Erstellung strategischer Lärmkarten zur Umsetzung der europäischen Umgebungslärmrichtlinie (34. BImSchV) gestiegen.

Die Lärmkartierungen wurden durch die zuständigen öffentlichen Stellen für Hauptverkehrsstraßen, Hauptschienenstrecken und Großflughäfen sowie Ballungsräume erarbeitet und der Bevölkerung zur Information online zur Verfügung gestellt.

Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Luftverkehr sind nicht die einzigen Emissionsquellen für Außenlärm. Neben Gewerbebetriebslärm führen häufig auch gewerblich betriebene Parkplatzanlagen (z.B. an Einkaufszentren oder Gaststätten) zu Beanstandungen.

Aber auch Schießplätze, Baustellen oder Freizeitanlagen rufen Lärmbelästigungen hervor.

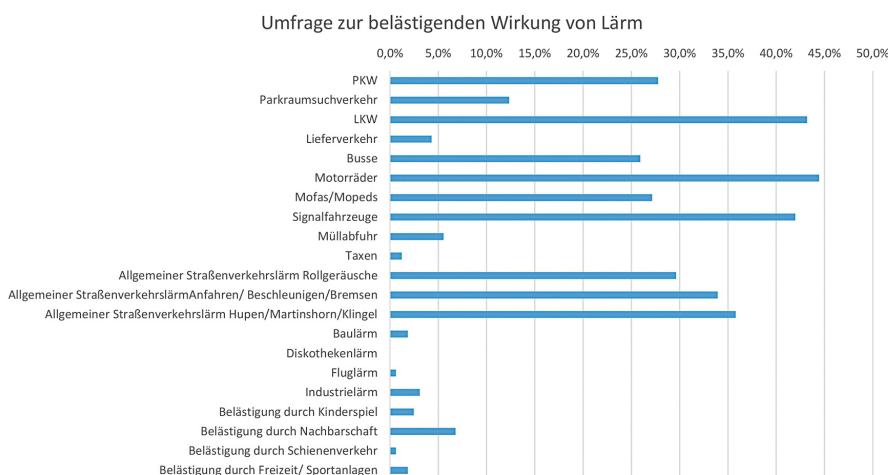


Abb. 1: Befragung von 162 Personen zu »starker« oder »äußerst starker« Störwirkung unterschiedlicher Geräusche

Unter Berücksichtigung des jeweiligen Standorts wird dann versucht, durch Immissionsrichtwerte und zeitliche Beschränkungen eine verträgliche Nutzung zu ermöglichen.

Gleiches gilt im Prinzip für Geräuschquellen wie Kinderlärm oder Sportplatzbetrieb, die regelmäßige Diskussionen über die grundsätzliche Zumutbarkeit der entstehenden Geräusche hervorrufen.

Hierbei stehen sich das Interesse nach kindgerechter oder sportlicher Betätigung im Freien und das Ruhebedürfnis der Bevölkerung gegenüber. Abb. 1 zeigt das Ergebnis einer Umfrage zur Störwirkung unterschiedlicher Lärmarten im Rahmen eines Forschungsprojektes in Lübeck [1].

Befragt wurden 162 Bewohner und Bewohnerinnen einer stärker befahrenen Straße in Lübeck. Der jeweils angegebene prozentuale Anteil der Befragten hat die betreffende Lärmart als »stark störend« oder »äußerst stark störend« bezeichnet. Die befragte Gruppe beurteilt LKW, Motorräder und »Signalfahrzeuge« (Einsatzfahrzeuge mit Signaltönen) als am meisten störend. Kinderlärm oder Freizeit- und Sportanlagen spielen dagegen kaum eine Rolle.

### Passive Maßnahmen gegen Außenlärm

Am wirkungsvollsten zur passiven Geräuschminderung sind ein ausreichender Abstand zur Lärmquelle und Abschirmungen, z.B. geeignete Schallschutzwände. Bei guter Abschirmung wird eine Lärmverträglichkeit auch in Außenwohnbereichen erreicht, wie Terrassen oder Gärten.

Ist eine Abschirmung nicht möglich (z.B. bei Fluglärm) oder nicht vorhanden, muss der passive Lärmschutz durch die Gebäudehülle gewährleistet werden.

In diesem Beitrag steht der Straßenverkehrslärm im Vordergrund. Fluglärmimmissionen weisen eine besondere Richt- und Einwirkungscharakteristik auf (lotrechte Wirkung, hohe Spitzenschalldruckpegel mit zwischenzeitlichen Ruhephasen) und werden aufgrund gesetzlicher Regelungen gesondert behandelt.

Maßgebend für den passiven Lärmschutz durch die Gebäudehülle sind die Anordnung der Gebäudekörper zur Lärmquelle, die Ausrichtung schutzbedürftiger Räume im Grundriss und die Schalldämmung der Außenbauteile.

Häufige Schwachstelle der Außenbauteile in der Praxis sind Fenster und Bedachung. Bei der Planung und Errichtung baulicher Anlagen können im Regelfall nur die Gebäude- und Grundrissausrichtung sowie die Schalldämmung der Außenbauteile beeinflusst werden.

Planerinnen und Planer müssen beim Schutz gegen Außenlärm ein komplexes Aufgabenfeld bearbeiten. Grundlage ist eine Analyse der vorhandenen maßgebenden Außenlärmquellen und eine optimale Ausrichtung der Baukörper.

Parallel zum Schutz gegen den Außenlärm sind weitere Zielvorstellungen zu berücksichtigen, welche die Lage und Ausrichtung der Baukörper beeinflussen, z.B. die grundsätzlichen baulichen Möglichkeiten des Grundstücks oder die Energieeffizienz.

### Frequenzspektrum und Außenlärmpegel

Die verschiedenen Lärmarten unterscheiden sich in ihrer Einwirkungscharakteristik durch unterschiedliche Frequenzspektren. Für eine optimale Dämmwirkung sind die Außenbauteile auf das maßgebliche Frequenzspektrum abzustimmen. Dieses betrifft insbesondere die Fenster.

Weiterhin hängen die Anforderungswerte für die Schalldämmung der Außenbauteile vom maßgeblichen Außenlärmpegel ab.

Die Beurteilung des maßgeblichen Außenlärmpegels setzt Fachkenntnisse im Schallimmissionsschutz voraus. Bei Unklarheit sind geeignete Fachplaner hinzuzuziehen.

In einfachen Fällen, oder auch zur Vorentwurfsplanung, können normgemäße Verfahren zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels herangezogen werden. Der Beitrag gibt hierzu Hinweise. Bei der Planung der baulichen Schalldämmung ist eine gebührende Sorgfalt erforderlich. Nur in wenigen Fällen lassen sich entwerfsbegleitend auch Möglichkeiten zur aktiven Lärmreduzierung einleiten.

### Bauakustische Grundlagen

Die Bauakustik beschreibt den Schallschutz von Gebäuden. Aufgabenstellung ist der Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Geräusche aus fremden Räumen, gegen Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen und gegen Au-

ßenlärm. Hierbei ist die Ausbreitung akustischer Schwingungen zu beurteilen, der sehr komplexe physikalische Vorgänge zugrunde liegen.

### Schallfrequenz

Ein wichtiger Parameter ist die Schallfrequenz (»Tonhöhe«). Der Hörbereich des menschlichen Ohrs liegt maximal etwa zwischen 16 und 20.000 Hz.

Das tatsächliche Hörvermögen ist jedoch individuell unterschiedlich. Bei kontinuierlicher Lärmexposition sinkt die obere Hörgrenze mit zunehmendem Lebensalter. Die Abnahme der Hörfähigkeit wird nicht notwendigerweise durch das Altern selbst verursacht, sondern insbesondere durch die individuelle Lärmexposition während des Lebens.

Bei den tieferen Frequenzen unterhalb von 60 Hz nimmt das individuelle Tonempfinden deutlich ab: Unterschiedliche Tonhöhen lassen sich nicht mehr eindeutig unterscheiden. Bei der Messung und Beurteilung der Schalldämmung von Bauteilen werden Frequenzen zwischen 100 und 3.150 Hz erfasst. Unter 100 Hz beginnt der Bereich der tiefen Frequenzen.

### Schallwelle

Schallwellen breiten sich in der Luft als Druckschwingungen aus. Abhängig davon, ob die Abstrahlung punktförmig oder linienförmig erfolgt, werden kugelförmige oder zylindrische Ausbreitungsmodelle zugrunde gelegt (Abb. 2).

Die Wellenlänge beschreibt den Abstand zwischen den Druckmaxima zweier aufeinander folgender Wellen und hängt von der Frequenz ab. Bei 100 Hz beträgt die Wellenlänge ca. 3,4 m, bei 3.150 Hz ca. 11 cm.

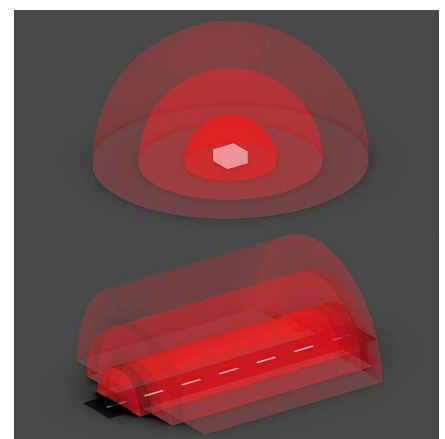


Abb. 2: Kugelförmiges und zylindrisches Ausbreitungsmodell für eine Punktschallquelle (oben) und eine Linienschallquelle (unten)

Bei der Ausbreitung von Schallwellen treten abhängig von der Wellenlänge Beugung und Reflexionen auf.

Wahrnehmbare Beugungseffekte sind z.B. bei Schallschutzwänden bekannt: Der Lärm einer hinter der Wand befindlichen Straße ist nicht unhörbar, sondern wird abhängig vom Abstand zur Wand scheinbar von der Wandkrone abgestrahlt.

Reflexionen an Schallschutzwänden führen dazu, dass der Lärm an einem gegenüberliegenden Immissionsort verstärkt wird.

**Schalldruckpegel**

Das Frequenzspektrum der Geräuschquelle spielt eine große Rolle für die Schallausbreitung und die Wirksamkeit schalldämmender Bauteile.

Kennzeichnende Größe für die Beurteilung der Schallausbreitung ist der Schalldruckpegel L, der in Dezibel [dB] gemessen wird und die Stärke des vorhandenen Schallfeldes beschreibt.

Er wurde eingeführt, weil der zugrunde liegende Schalldruck für die praktische Anwendung einen unhandlichen Wertebereich zwischen etwa  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa und 20 Pa (Pascal) einnimmt.

Der Schalldruckpegel ist ein logarithmischer Bezugswert, der für einen gegebenen Schalldruck p nach folgender Formel (Gl. 1) berechnet wird:

$$L = 20 \cdot 1g \frac{p}{p_0}$$

Gl. 1: Definition des Schalldruckpegels als Bezugsgröße

Hierbei ist p<sub>0</sub> der definierte Bezugsschalldruck:  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa. Nach Division durch diese Bezugsgröße und Bilden des Logarithmus ergeben sich Rechenwerte, die im Regelfall zwischen 15 und 120 dB liegen.

Ein Schalldruckpegel von 0 dB beschreibt ein sehr leises Geräusch im Bereich der Hörschwelle des menschlichen Ohres. Bei einem Schalldruckpegel von 120 dB wird die Schmerzgrenze des menschlichen Ohres erreicht.

Regelmäßig einwirkende Schalldruckpegel von mehr als 80 dB können zu Beeinträchtigungen des Hörvermögens führen.

In der Praxis wird der Schalldruckpegel abkürzend oftmals als »Schallpegel« bezeichnet. Der Schalldruckpegel ist abhängig von der Entfernung zur

Schallquelle und beschreibt die Einwirkung von Geräuschen.

**Beurteilungspegel**

Zur Bewertung von Lärmimmissionen werden sogenannte Beurteilungspegel herangezogen. Der Beurteilungspegel ist der kennzeichnende Schalldruckpegel während einer zugrunde liegenden Beurteilungszeit unter Berücksichtigung von Zu- oder Abschlägen für bestimmte Geräuscharten, Zeiten oder Situationen.

Wenn keine Zu- oder Abschläge zu berücksichtigen sind, wird der äquivalente Dauerschalldruckpegel als Beurteilungspegel angesetzt.

Der äquivalente Dauerschalldruckpegel L<sub>eq</sub> ist ein zeitlich gemittelter Schalldruckpegel. Die allermeisten Lärmimmissionen schwanken über die Zeit. Zum Beispiel sind die Betriebsgeräusche eines Radladers abhängig von der jeweils erforderlichen Motorleistung. Der äquivalente Dauerschalldruckpegel beschreibt die charakteristische mittlere Lärmabstrahlung einer Geräuschquelle unter typischen Betriebsbedingungen.

**A-Bewertung**

Der Beurteilung von Geräuschen liegt das Lautstärkeempfinden des menschlichen Ohres zugrunde. Gleiche Schalldruckpegel unterschiedlicher Frequenz werden als verschieden »laut« empfunden.

Beispielsweise empfinden Versuchspersonen einen Ton mit einem Schalldruckpegel von 60 dB und einer Frequenz von 1.000 Hz genauso laut wie einen Ton mit einem Schalldruckpegel von 75 dB bei 125 Hz.

Diese Frequenzabhängigkeit des menschlichen Ohres wird durch die A-

Bewertung näherungsweise berücksichtigt. Die Bewertung erfolgt bereits während der Schallmessung durch einen frequenzbezogenen Abschlag bzw. einen Zuschlag zu dem gemessenen Schalldruckpegel.

A-bewertete Schalldruckpegel werden in der Einheit dB(A) angegeben.

**Erhöhung und Abnahme des Schalldruckpegels**

Technisch entspricht eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 3 dB einer Verdoppelung des Schalldrucks.

Das menschliche Ohr kann Schalldruckpegeldifferenzen von 1 dB im direkten Vergleich gerade unterscheiden. Subjektiv wird eine Erhöhung des Schalldruckpegels um ca. 10 dB als »doppelt so laut« empfunden.

Außerhalb von Gebäuden nimmt der Schalldruckpegel durch die Ausbreitungsdämpfung der Luft und des Bodens mit zunehmender Entfernung ab. Bei Punktschallquellen beträgt die Abnahme nach einer Verdoppelung des Abstandes 6 dB. Bei Linienschallquellen beträgt die Abnahme 3 dB nach einer Abstandsverdoppelung.

Straßenverkehrslärm wirkt aufgrund seiner linienförmigen Abstrahlung und der damit geringeren Entfernungsabnahme störender, als der Lärm einzelner Punktschallquellen.

Zur genaueren Berechnung der Entfernungsabnahme sind topografische und meteorologische Faktoren zu berücksichtigen. Schall breitet sich über größeren Gewässern oder befestigten Flächen besser aus, als über Böden. Windeinflüsse sind bei größeren Entfernungen ab ca. 200 m zusätzlich zu berücksichtigen.

Tab. 1: Orientierungswerte zum erforderlichen Mindestabstand von der Achse eines Verkehrsweges ohne Schallschutzmaßnahmen (Norm DIN 18005-1)

Art des Verkehrsweges	Beurteilungspegel nachts [dB]			
	55	50	45	40
	Abstand von der Achse [m]			
<b>Straße</b>				
Bundesautobahn	450	800	1.300	1.800
Bundesstraße	100	200	450	800
Landesstraße	40	70	150	330
Gemeindestraße		20	40	90
<b>Schiene</b>				
Fernverkehrsstrecke	190	400	750	1.200
Nahverkehrsstrecke	100	240	500	850
Nahverkehrsstrecke ohne Güterverkehr	20	40	100	220
Straßenbahnlinie		10	20	40

## Städtebauliche Planung

In der Norm DIN 18005-1 [N1] finden sich weitere Erläuterungen und Planungshinweise zu Schallausbreitung und Schallimmissionen, insbesondere für die städtebauliche Planung. Es werden Möglichkeiten zur schalltechnisch günstigen Anordnung von Gebäuden und zu Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden beschrieben.

In Tab. 1 werden zur Veranschaulichung der Entfernungsabnahme Orientierungswerte der Norm DIN 18005-1 angegeben, zum erforderlichen Abstand von Verkehrswegen zur Einhaltung bestimmter Beurteilungspegel. Der Abstand bezieht sich auf die Achse des Verkehrsweges ohne Schallschutzmaßnahmen bei ungehinderter Schallausbreitung (Sichtverbindung).

In DIN 18005-1 werden im Hinblick auf die Schallausbreitung auch Unterscheidungen zwischen Punkt-, Linien- und Flächenschallquellen getroffen.

Jede Schallquelle, deren größte Ausdehnung weniger als die Hälfte des Abstands ihres Mittelpunkts von dem betrachteten Immissionsort beträgt, kann durch eine Punktschallquelle in ihrem Mittelpunkt ersetzt werden (Abb. 3).

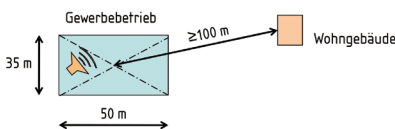


Abb. 3: Definition einer Punktschallquelle für die Schallausbreitungsrechnung nach der Norm DIN 18005-1

## Anforderungen und Normen

Nach den Landesbauordnungen (LBO) müssen Gebäude einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. Weiterhin sind gemäß LBO die von der jeweiligen obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln zu beachten.

### DIN 4109

Dieses sind für den Bereich Schallschutz derzeit (Stand November 2015) in allen Bundesländern die Normen DIN 4109 »Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise«, Ausgabe November 1989 mit der Ände-

rung A1 vom Januar 2001 [N2] und das Beiblatt 1 zur Norm DIN 4109 »Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren«, Ausgabe November 1989 [N3].

DIN 4109 enthält Anforderungswerte für die Luftschalldämmung von Außenbauteilen. Die Werte beziehen sich auf Aufenthaltsräume. Küchen und Bäder sind keine Aufenthaltsräume im Sinne der Norm.

Im Beiblatt 1 finden sich im Abschnitt 10 Hinweise zum bewerteten Schalldämm-Maß von Außenbauteilen (Außenwände, Dächer, Fenster und Rollladenkästen).

Das Verfahren zur Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes  $R'_{w,R,RES}$  eines aus Elementen verschiedener Schalldämmung bestehenden Bauteils (z.B. Wand mit Tür und Fenster) wird im Abschnitt 11 des Beiblatts angegeben. Im Abschnitt 12 findet sich hierzu ein Rechenbeispiel.

Die Anforderungen und Rechenansätze der genannten Normen, die auf Grundlage der LBO dem Schallschutz zugrunde liegen, sind heute über 25 Jahre alt, was zu Diskussionen darüber führt, ob diese Werte noch zeitgemäß sind.

Fälschlicherweise wird behauptet, die Normen DIN 4109 (mit Änderung A1) und DIN 4109 – Beiblatt 1 würden heute nicht mehr »gelten«. Hierbei wird auch auf bestimmte Gerichtsurteile verwiesen, die sich allerdings auf die Situation der jeweils verhandelten Einzelfälle beziehen.

Es ist festzustellen, dass derzeit die Normen DIN 4109 (mit Änderung A1) und DIN 4109 – Beiblatt 1 in allen Bundesländern durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführt sind und auf Grundlage der Landesbauordnungen bei der Planung und Errichtung baulicher Anlagen allgemein verbindlich sind. Dieses ist in allen Bundesländern der Fall.

Allerdings definieren sie – den Zielen der Landesbauordnungen folgend – Anforderungen an den Schallschutz zum Schutz von Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung. Die Anforderungen der Norm sind daher als Mindestschallschutz anzusehen.

Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen sind im Abschnitt 5 der Norm DIN 4109 geregelt. Die Anforderungswerte werden in Tabelle 2 dargestellt und hängen

vom maßgeblichen Außenlärmpegel ab. Sie sind entsprechend der Tabelle 3 in Abhängigkeit vom Verhältnis der Gesamtfläche des Außenbauteils des Aufenthaltsraumes zur Grundfläche des Aufenthaltsraumes zu korrigieren.

### DIN 18005-1

Der maßgebliche Außenlärmpegel wird für die verschiedenen Lärmarten (Straßen-, Schienen-, Luft-, Wasserverkehr, Industrie/Gewerbe) unterschiedlich berechnet.

Für Straßenverkehrslärm ist der maßgebliche Außenlärmpegel nach der Norm DIN 18005-1 »Schallschutz im Städtebau« zu bestimmen. Dort ist im Abschnitt 7.1 die Berechnung nach der RLS 90 [2] vorgeschrieben.

Die Anwendung der Berechnungsverfahren der RLS 90 erfordert entsprechende Fachkenntnis. Berechnet wird der Mittelungspegel  $L_m^{(25)}$  in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil und weiteren Faktoren.

Beim Mittelungspegel  $L_m^{(25)}$  handelt es sich um einen äquivalenten Dauerschalldruckpegel in 25 m Entfernung von der Achse der Fahrbahn bzw. des Fahrstreifens.

Für den näherungsweisen Fall eines »langen geraden Fahrstreifens« kann eine Handrechnung erfolgen oder ein Tabellenkalkulationsprogramm verwendet werden. Zur präzisen Berücksichtigung vorhandener weiterer Einflüsse, wie Straßenkreuzungen, Abschirmungen oder Reflexionen durch topografische und bauliche Gegebenheiten erfolgt die Berechnung mit geeigneten Softwaresystemen.

### Nomogramm DIN 4109 bei Straßenverkehrslärm

In der Norm DIN 4109 wird im Abschnitt 5 ein Nomogramm zur näherungsweisen Berechnung des maßgeblichen Außenlärmpegels bei Straßenverkehrslärm vor Hausfassaden angegeben.

Das Nomogramm ist zugrunde zu legen, wenn für die Einstufung in Lärmpegelbereiche keine anderen Festlegungen, z.B. gesetzliche Vorschriften oder Verwaltungsvorschriften oder Lärmkarten maßgebend sind.

Mit Hilfe des Nomogramms lässt sich der A-bewertete Mittelungspegel  $L_{Am}$  für typische Straßenverkehrssituationen in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung und Entfernung zur

Tab. 2: Anforderung an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen nach Norm DIN 4109: erforderliches resultierendes Schalldämm-Maß erf.  $R'_{w,res}$

	1	2	3	4		5
	Raumarten					
	Lärmpegelbereich	„maßgeblicher Außenlärmpegel“ dB(A)	Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches		Büroräume <sup>1)</sup> und Ähnliches
	erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils in dB					
1	I	bis 55	35	30		-
2	II	56 bis 60	35	30		30
3	III	61 bis 65	40	35		30
4	IV	66 bis 70	45	40		35
5	V	71 bis 75	50	45		40
6	VI	76 bis 80	2)	50		45
7	VII	> 80	2)	2)		50

1) An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt  
 2) Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen

Tab. 3: Korrekturwerte für das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß erf.  $R'_{w,res}$  aus Tab. 2 zur Berücksichtigung der Raumgeometrie

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	S(W+F)/SG	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
2	Korrektur	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

S(W+F) Gesamtläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m<sup>2</sup>  
 SG Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m<sup>2</sup>  
 Anm.: Die Korrekturwerte in Zeile 2 sind identisch mit der Formel  $10 \cdot \lg(S(W+F)/(0,8 \cdot SG))$ , aufgerundet auf ganze Zahlen

Einstufung in die Lärmpegelbereiche näherungsweise ermitteln.

Hierbei sind situationsabhängig weitere Zu- und Abschläge zu beachten. In der Praxis wird das Nomogramm für einfache Fälle und für den Vorentwurf verwendet.

In vielen Fällen sind die Lärmimmissionen durch die baulichen und verkehrstechnischen Randbedingungen allerdings so komplex, dass das Nomogramm nicht angewendet werden kann. Dann sind präzisere Berechnungen durch Fachplaner erforderlich.

**Weitere Grundlagen**

Bei Einhaltung der Anforderungswerte der Norm DIN 4109 betragen die A-bewerteten Mittelungspegel innen tagsüber (von 6 Uhr bis 22 Uhr) in der Regel höchstens 35 dB(A).

Nachts (22 Uhr bis 6 Uhr) sollen je nach Tag/Nacht-Differenz der Geräuschentwicklung bei Stadtstraßen typischerweise Werte unter 30 dB(A) erreicht werden.

Bei den eingangs erwähnten Lärmkartierungen (34. BImSchV) auf Grundlage der europäischen Umgebungslärmrichtlinie handelt es sich nicht um »maßgebende Lärmkarten« im Sinne der Norm DIN 4109.

Ziel der Lärmkartierungen ist die strategische Lärmplanung, nicht die Ermittlung maßgeblicher Außenlärmpegel. Die Anwendung der Werte ist

jedoch einfach möglich, da die Lärmkartierungen von den zuständigen Landesämtern z. B. als »Kartenservice Umgebungslärm« online zur Verfügung gestellt werden.

Der in den Lärmkartierungen angegebene Wert  $L_{DEN}$  ist der europäische Tag-Abend-Nacht-Pegel (»Day-Evening-Night«) in Dezibel, der den Straßenverkehrslärm rechnerisch über 24 h berücksichtigt.

Die Abend- und Nachtanteile gehen in eine zeitliche 24 h-Mittelung ein und werden mit 5 dB (Abend) bzw. 10 dB (Nacht) beaufschlagt. Dieses Rechenverfahren folgt der VBUS (»Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen«) [3].

Die Werte  $L_{DEN}$  nach der VBUS sind mit dem der Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels erforderlichen Wert  $L_{r,T}$  der RLS 90 nicht unmittelbar vergleichbar. Vergleichsuntersuchungen [4, 5] zeigen, dass die Werte  $L_{DEN}$  nach der VBUS überwiegend etwas höher liegen als die Werte  $L_{r,T}$  der RLS 90. Die Werte  $L_{DEN}$  können entsprechend nur näherungsweise herangezogen werden. Ihre Anwendung ist in jedem Einzelfall sachkundig zu überprüfen.

Die Berechnung der maßgeblichen Außenlärmpegel für Schienen- und Wasserverkehr erfolgt auf Grundlage der Norm DIN 18005-1 unter Berücksichtigung eines Zuschlages von 3 dB(A).

Bei Gewerbe- und Industrielärm ist als maßgebender Außenlärmpegel der nach der TA Lärm [6] im Bebauungsplan für die jeweilige Gebietskategorie ange-setzte Tag-Immissionsrichtwert einzusetzen. Bei Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm sollte die tatsächliche Geräuschimmission nach der TA Lärm ermittelt werden.

Die Schalldruckpegel mehrerer paralleler Geräuschquellen  $L_{a,i}$  sind vereinfachend nach folgender Formel (Gl. 2)

$$L_{a,res} = 10 \cdot \lg \sum_i^n 10^{0,1 \cdot L_{a,i}} \text{ dB(A)}$$

Gl. 2: Berechnung des resultierenden Außenlärmpegels  $L_{a,res}$  aus mehreren maßgeblichen Außenlärmpegeln nach Norm DIN 4109, Abschnitt 5

Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Fluglärm, der im »Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm« (FluLärmG) geregelt ist, werden in der Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung (2. FlugLSV) vom September 2009 [7] festgelegt.

Zum Nachweis der aus dem maßgeblichen Außenlärmpegel ermittelten Anforderungswerte der Norm DIN 4109 (vgl. Tab. 2) ist die Ermittlung des rechnerischen resultierenden Schalldämm-Maßes erf.  $R'_{w,res}$  der einzelnen Teilflächen des Außenbauteils erforderlich.

Dieses wird nach der Gleichung 15 von Beiblatt 1 zur Norm DIN 4109 er-

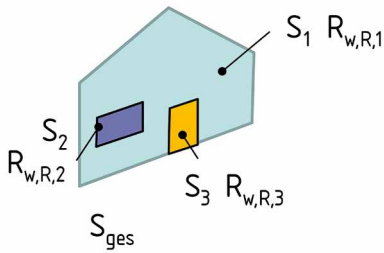


Abb. 4: Bauteil aus Elementen verschiedener Schalldämmung, Bezeichnungen.  $S_{ges}$ : Fläche des gesamten Bauteils,  $S_i$ : Fläche des  $i$ -ten Elements des Bauteils,  $R_{w,R,i}$ : bewertetes Schalldämm-Maß (Rechenwert) des  $i$ -ten Elements des Bauteils

mittelt. Das Rechenverfahren wird in der Abb. 4 und der Gl. 3 dargestellt.

In die Formel Gl. 3 werden die jeweils zutreffenden bewerteten Rechenwerte für das Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{w,R,i}$  (z.B. für Wände) oder das Schalldämm-Maß  $R_{w,R,i}$  (z.B. für Türen oder Fenster) aus dem Beiblatt 1 der Norm DIN 4109 eingesetzt.

$$R'_{w,R,ges} = -10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{S_{ges}} \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{w,R,i}} \right]$$

Gl. 3: Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes  $R'_{w,R,ges}$  eines aus Elementen verschiedener Schalldämmung bestehenden Bauteils nach Beiblatt 1 zur Norm DIN 4109, Abschnitt 11

Gleichung 4 zeigt eine Beispielrechnung für eine Außenwand.

Das resultierende Schalldämmmaß  $R'_{w,R,ges}$  einer Außenwand (Fläche  $S_{ges} = 12,5 \text{ m}^2$ ,  $S_1 = 12,5 - 2,13 = 10,37 \text{ m}^2$ ,  $R'_{w,R,1} = 55 \text{ dB}$ ) mit Tür ( $S_2 = 2,13 \text{ m}^2$ ,  $R_{w,R,2} = 32 \text{ dB}$ ) beträgt  $39,6 \text{ dB}$ .

$$R'_{w,R,ges} = -10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{12,5} (10,37 \cdot 10^{-0,1 \cdot 55} + 2,13 \cdot 10^{-0,1 \cdot 32}) \right] = 39,6 \text{ dB}$$

Gl. 4: Beispielrechnung für eine Außenwand mit Tür

Die Anforderungswerte beziehen sich auf den eingebauten Zustand der Elemente. Im Regelfall ist die Schalldämmung der Außenwand deutlich höher, als die Schalldämmung eingebauter Elemente. In der Praxis ist dann besonders darauf zu achten, dass keine Öffnungen in der Außenwand entstehen, z.B. durch unplanmäßige Fugen beim Einbau von Fenstern oder Lüftungssystemen (Abb. 5).

Nachträgliche Öffnungen in der Außenwand sind häufig problematisch: Scheinbar belanglose Kernbohrungen für eine Raumentlüftung oder die Frischluftversorgung eines Kamins

können die Schalldämmung der Außenwand erheblich reduzieren.

Bei lauter Umgebung entsteht im Raum der akustische Eindruck eines »gekippten Fensters«. Durch nachträgliche Dämmung («Einbausätze zur Schalldämmung») wird der Zustand häufig nur teilweise verbessert. Daher sind nachträgliche Öffnungen sorgfältig zu planen.

Sie sollten nicht an Fassadenseiten mit hohem Außenlärmpegel angeordnet werden. Ggf. können Lüftungssysteme auch über Dach geführt werden.

### Entwurf DIN 4109-1

Die Norm DIN 4109 wurde im Juni 2013 als Entwurf DIN 4109-1 neu veröffentlicht [N4]. Es ist derzeit nicht absehbar, ob und wann dieser Entwurf als Norm veröffentlicht wird.

Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen sind im Normentwurf identisch mit den derzeitigen Anforderungen nach der Norm DIN 4109, vgl. Tab. 2 und 3.

Der Einfluss von Lüftungseinrichtungen und/oder Rollladenkästen wird im Normentwurf präzisiert: Es wird darauf hingewiesen, dass bauliche Maßnahmen an Außenbauteilen zum Schutz gegen Außenlärm nur wirksam sind, wenn die Fenster und Türen bei der Lärmeinwirkung geschlossen bleiben und die geforderte Luftschalldämmung durch zusätzliche Lüftungseinrichtungen/Rollladenkästen nicht verringert wird.

Nach dem Normentwurf sind bei der Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes zur vorübergehenden Lüftung vorgesehene Einrichtungen (z.B. Lüftungsflügel und -klappen) im geschlossenen Zustand und zur dauernden Lüftung vorgesehene Einrichtungen (z.B. schallgedämpfte Lüftungsöffnungen, auch mit maschinellem Antrieb) im Betriebszustand zu berücksichtigen.

Bei der Anordnung von Lüftungseinrichtungen/Rollladenkästen sind deren Norm-Schallpegeldifferenzen und die zugehörigen Bezugsflächen bei der Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes zu berücksichtigen [N4].



Abb. 5: Kernbohrungen für Lüftungszwecke reduzieren die Luftschalldämmung einer Außenwand

Diese Hinweise sollten beim Nachweis der Schalldämmung von Außenbauteilen beachtet werden.

### Erhöhter Schallschutz

Die allgemeine Definition eines erhöhten Schallschutzes ist schwierig, da Anforderungen an den Schallschutz in Gebäuden individuellen Komfortanforderungen unterliegen. Außerdem ist der Wunsch nach einem erhöhten Schallschutz bei der Planung von Gebäuden nur eine von mehreren möglichen Zielvorstellungen.

Er ist daher bei Planungsbeginn durch den Bauherrn zu definieren. Die Definition sollte sorgfältig erfolgen und privatrechtlich mit dem Planer vereinbart werden, um Planungssicherheit zu erzielen. Komfortvorstellungen stehen im Widerspruch zu möglichen Budget- und Zeitbegrenzungen.

Derzeit kann die privatrechtliche Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes auf Grundlage der VDI-Richtlinie 4100, Ausgabe 2007 [N5]: »Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung« erfolgen (siehe auch Bauen+ 5/2015).

In der Richtlinie werden drei Schallschutzstufen (SSt) beschrieben. Bei Wunsch nach einem erhöhten Schallschutz innerhalb von Gebäuden oder zwischen Reihen- und Doppelhäusern wird privatrechtlich häufig die SSt II vereinbart. Die Umsetzung der SSt III kann zu einem sehr hohen Aufwand führen.

Die VDI-Richtlinie 4100 ist im Jahr 2012 in einer neuen Fassung erschienen, in der die Anforderungen auf nachhallbezogene Werte umgestellt wurden. Zur Anwendung dieser Werte muss die Raumgeometrie einbezogen werden, was nach dem gegenwärtigen Nachweiskonzept auf Grundlage der Norm DIN 4109 nicht vorgesehen ist.

Daher sollte für die Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes unverändert die Ausgabe 2007 der Richtlinie VDI 4100 verwendet werden.

Die Richtlinie VDI 4100:2007 nennt für den Luftschallschutz gegen von außen eindringende Geräusche für die SSt I und II die gleichen Kennwerte wie die DIN 4109 (vgl. Tab. 2 und 3). Die SSt II führt daher beim Schutz gegen Außenlärm nicht zu höheren Anforderungswerten gegenüber dem Mindestschallschutz der DIN 4109. Für die SSt III sind die Werte der Norm DIN 4109 (vgl. Tab. 2 und 3) um 5 dB(A) zu erhöhen.

Zur möglichen Festlegung von Anforderungen an einen erhöhten Schallschutz im Einzelfall wird in der VDI 4100:2007 die folgende Berechnungsgleichung angegeben (Gl. 5):

$$R'_{w,res} = L_a - L_i + 10 \cdot \lg\left(\frac{S_a}{A}\right) \text{ dB(A)} + K + W$$

Gl. 5: Berechnungsgleichung zur Bestimmung der notwendigen Schalldämmung nach der Richtlinie VDI 4100:2007

Hierbei bedeuten:

- $R'_{w,res}$  notwendiges resultierendes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der gesamten Außenfläche in Dezibel, dB(A)
- $L_a$  maßgeblicher A-bewerteter Außenlärmpegel (Schalldruckpegel) in Dezibel, dB(A)
- $L_i$  maßgeblicher A-bewerteter Innenschalldruckpegel, der im zu beurteilenden Raum nicht überschritten werden soll, in Dezibel, dB(A)
- $S_a$  vom Raum aus gesehene Gesamt-Außenfläche in Quadratmetern, m<sup>2</sup>
- $A$  äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in Quadratmetern, m<sup>2</sup> (in der Regel ist  $A = 0,8 \times$  Grundfläche  $S_c$  des Raumes)
- $K$  Korrektursummand nach Tabelle 9, in Dezibel, dB(A) (aus Richtlinie VDI 2719)
- $W$  Winkelkorrektur, in Dezibel dB(A) (im Allgemeinen zu vernachlässigen. In Sonderfällen sind Werte aus [8] zu entnehmen.)

Der Korrektursummand K berücksichtigt pauschal die Frequenzspektren unterschiedlicher Lärmarten (Tab. 4). Die Berechnungsformel Gl. 4 ermöglicht die Festlegung einzelfallbezogener Anforderungswerte bei bekanntem Außenlärmpegel und vorgegebenem Innenschalldruckpegel.

Tab. 4: Korrektursummand K

	1	2
	Lärmquelle	K in dB
1	Bahnstrecken mit überwiegendem Personenverkehr	0
2	Übrige Bahnstrecken	3
3	Andere Straßen	3
4	Innerstädtische Straßen	6
5	Verkehrsflughäfen	6

Bei Wunsch nach erhöhtem Schutz gegen Außenlärm wird entsprechend ein höchstzulässiger Schalldruckpegel im Innenraum definiert, der nicht überschritten werden soll.

Als Anhaltswert kann davon ausgegangen werden, dass ein ungestörter Schlaf bei mittleren Schalldruckpegeln von unter 25 dB(A) am Ohr möglich ist. Es ist dann zu prüfen, wie der gewünschte Innenpegel abhängig von Lärmumgebung und weiteren Randbedingungen durch die Außenbauteile erreicht werden kann.

In der VDI 4100:2007 wird hierzu ein genaueres Berechnungsverfahren für die Schalldämmwerte von Fenstern und Türen angegeben.

Der gewünschte erhöhte Schutz gegen Außenlärm muss bei Planungsbeginn verbindlich definiert werden. Weiterhin ist zu beachten, dass bei hoher Außenschalldämmung Geräusche aus dem Gebäudeinneren stärker wahrgenommen werden. Daher ist das bauakustische Gesamtkonzept auf einen erforderlichen niedrigen Innenpegel hin zu überprüfen.

Die pauschale Berücksichtigung der Frequenzspektren unterschiedlicher Lärmarten mit dem Korrektursummanden K ist für Planungszwecke angemessen. Das zugrunde liegende Frequenzspektrum spielt für die optimale bauakustische Auslegung der Außenbauteile eine große Rolle, insbesondere bei den Fenstern und zweischaligen Außenkonstruktionen.

Die frequenzabhängige Dämmwirkung kann Messprotokollen entnommen werden, sofern diese von den Herstellern zur Verfügung gestellt werden. Da nicht immer Messprotokolle vorliegen, wird von Seiten der Bauphysiker seit längerem gefordert, den Frequenzbezug bei der Angabe des resultierenden bewerteten Bau-Schalldämmmaßes zu berücksichtigen.

Hierzu wird die Anwendung von Spektrum-Anpassungswerten vorgeschlagen. Die Spektrum-Anpassungswerte C und C<sub>tr</sub> dienen der Berücksichtigung unterschiedlicher Geräuschespektren bei der Planung baulicher Anlagen sowie einem möglichen internationalen Vergleich.

In Deutschland werden Spektrum-Anpassungswerte bei der Beurteilung des Schalldämm-Maßes auf Grundlage der Norm DIN 4109 grundsätzlich nicht angewendet.

Die Diskussion zu den Spektrum-Anpassungswerten führt in der Praxis häufig zu Verwirrung, da die Anforderungskonzepte derzeit nicht darauf ausgelegt sind. Von der Verwendung der Spektrum-Anpassungswerte für Planungszwecke ist daher derzeit abzuraten.

### Aktiver Schutz gegen Straßenverkehrslärm

Straßenverkehrslärm lässt sich durch die Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, durch die Verminderung des LKW-Anteils oder durch lärmarme Straßenoberflächen reduzieren. Bemessungsgrundlage ist hierbei die RLS 90.

In vielen Fällen wird von Anwohnerseite bemängelt, dass zulässige Höchstgeschwindigkeiten nicht eingehalten werden. Als Gegenmaßnahme können stationäre Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen eingesetzt werden.

Bislang war nicht bekannt, wie sich Überwachungsmaßnahmen zur Einhaltung der höchstzulässigen Geschwindigkeit tatsächlich auswirken. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden im August 2012 in zwei stärker befahrenen Straßen Lübecks je eine stationäre Geschwindigkeitsmessanlage (GMA) installiert.

Die Anwohner im Bereich von 1,5 km vor und hinter der GMA wurden acht Wochen und 12 Monate nach deren Installation schriftlich zu ihrer subjektiven Lärmbelästigung befragt.

Als Kontrollstraßen, deren Anwohner ebenfalls befragt wurden, dienten eine weitere stärker befahrene Straße ohne GMA sowie zwei Hauptverkehrsstraßen, in denen bereits seit längerem GMA's vorhanden sind.

Die Befragungen umfassten die persönliche Lebens- und Wohnsituation einschließlich vieler Detailangaben

zur Ausrichtung der Wohnung, zur Lärmquelle, zur Art der Fenster usw. Mögliche Störungen wurden in Bezug auf die Lärmart, auf die Tageszeit der Einwirkung und die betroffenen Wohnräume sowie auf mögliche Änderungen durch die GMA's abgefragt.

Im Bereich der neuen stationären Geschwindigkeitsmessanlagen und in den Kontrollstraßen wurden zusätzlich Messungen der Verkehrsgeräusche entsprechend der Norm DIN 45642 [N6] durchgeführt [1, 9].

Durch das Aufstellen neuer Geschwindigkeitsmessanlagen konnte der Dauerschalldruckpegel an den beiden stärker befahrenen Straßen in Lübeck leicht gesenkt werden. Die gemittelte Pegelreduktion an allen Messorten liegt bei 0,6 dB(A).

Da dieser Wert subjektiv kaum wahrnehmbar ist, wirkt sich die Reduktion auf den Außenlärm nur geringfügig aus. Der Wert entspricht einer rechnerischen Verringerung des Verkehrsaufkommens um 10 % (bei gleichem Fahrverhalten).

Eine wahrnehmbare Auswirkung auf die Reduzierung des Außenlärmpegels ergab sich durch eine Abnahme des Anteils der Pegelspitzen über 70 dB(A) nach der Errichtung der neuen GMA's (Abb. 6).

Die durchschnittliche Geschwindigkeitsabnahme betrug 2,3 km/h. Der Effekt eines Beschleunigens hinter der Geschwindigkeitsüberwachungsanlage zeigte sich überwiegend nicht: Die ermittelten Geschwindigkeiten reduzieren sich auch vor und nach der Anlage.

Der Anteil an Geschwindigkeitsübertretungen hat sich in einem noch stärkeren Maß verringert als die mittleren Geschwindigkeiten [9].

Einen Einfluss auf die subjektiv empfundene Lärmbelastung hatte die

Errichtung der stationären Geschwindigkeitsmessanlagen insgesamt jedoch nicht. Es wurde kein statistisch signifikanter Rückgang der subjektiv wahrgenommenen Lärmbelastung im Beobachtungszeitraum festgestellt.

Daher kann auch kein positiver Effekt auf die physische und/oder psychische Gesundheit erwartet werden. Als alleinige Maßnahme zur Lärmreduktion ist das Aufstellen einer GMA daher nicht ausreichend.

Am stärksten fühlen sich die Anwohner in allen Straßen durch den Lärm von Lastkraftwagen (LKW), Motorrädern und Personenkraftwagen (PKW) gestört. Die Anwohner einer der Vergleichsgruppen fühlen sich zusätzlich durch den Lärm von Signalfahrzeugen (Kranken- bzw. Polizeifahrzeuge) stark belastet. Eine signifikante Änderung nach Installation der GMA konnte nicht beobachtet werden [1].

Insgesamt wirken sich auch die reduzierten Pegelspitzen nicht signifikant auf das subjektive Lärmempfinden aus. Bei Verkehrslärm ist davon auszugehen, dass erst eine Senkung des Dauerschalldruckpegels um mindestens 5 dB(A) einen Einfluss auf das subjektive Wohlbefinden hervorruft.

### Schwachstellen der Gebäudehülle

Mögliche Schwachstellen der Gebäudehülle sind insbesondere Fenster und Türen sowie die Bedachung, aber auch Durchdringungen der Außenwände (Abb. 5) und Undichtigkeiten.

Beim Einbau von Fenstern hängt das tatsächliche Schalldämm-Maß ab von der Schalldämmung der Verglasung, der Schalldämmung des Rahmens, der Qualität des Einbaus und der Schalldämmung weiterer Bauteile, wie integrierter Lüftungssysteme oder

Rollladenkästen. Es lässt sich nachträglich nur schwierig überprüfen, da die Messung der Luftschalldämmung eingebauter Fenster an Gebäuden messtechnisch aufwändig ist (Abb. 9).

Die Schalldämmung der Verglasung kann der Kennzeichnung auf den Abstandhaltern zwischen den Scheiben entnommen werden. Zur Schalldämmung des Fensters (Verglasung mit Rahmen) liegen Prüfzeugnisse vor.

Bei der Planung ist auf geringe Spaltmaße zu achten. Beim Einbau sind die zugrunde liegenden technischen Regeln und produktbezogenen Richtlinien zu beachten. Eine sachkundige Fremdüberwachung des Einbaus kann erheblich zur Qualitätsverbesserung beitragen.

Das sorgfältige Ausstopfen der Einbaufugen mit Mineralfaserdämmstoffen führt in schalltechnischer Hinsicht häufig zu besseren und auch dauerhafteren Ergebnissen, als die Abdichtung durch Montageschäume (Abb. 7). Rollladenkästen sollten außerhalb der Wandebene montiert werden, um zusätzliche Schwachstellen für die Schalldämmung zu vermeiden, z.B. Gurtdurchführungen usw. (Abb. 8).

Die Schalldämmung massiver Außenwände wird auf Grundlage der flächenbezogenen Masse entsprechend Beiblatt 1 der Norm DIN 4109 berechnet. Dort werden auch Rechenwerte zur Schalldämmung von Außenwänden in Holzbauart und für Bedachungen angegeben.

Die vorhandene Schalldämmung von Außenwänden kann durch nachträgliche Wärmedämmverbundsysteme beeinflusst werden. Darauf wird in einem zukünftigen Beitrag eingegangen.

Weiterführende Hinweise zur Schalldämmung von Außenbauteilen

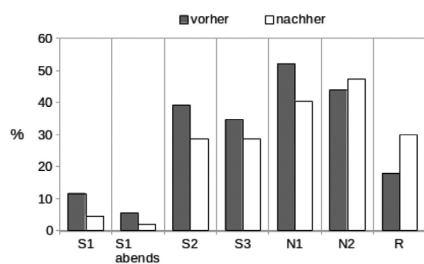


Abb. 6: Pegelspitzen über 70 dB(A) vor und nach Aufstellen stationärer Geschwindigkeitsmessanlagen (GMA): Der Wert R wurde an einer Kontrollstraße ohne GMA gemessen, der Wert N2 wurde 200 m vor einer neu errichteten GMA ermittelt



Abb. 7: Abdichtung eines Fensters durch Montageschaum



Abb. 8: Gurtdurchführungen durch einen wandintegrierten Rollladenkasten (Die rechte Schalldämmeinlage wurde zur visuellen Untersuchung ausgebaut, die rechte, unbenutzte Gurtdurchführung ist eine Schwachstelle der Schalldämmung)



finden sich auch in den Normentwürfen DIN 4109-33 [N7] und DIN 4109-34 [N8] und DIN 4109-35 [N9].

### Überprüfung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen durch Messung

Die Messung der Luftschalldämmung von Außenbauteilen wird auf Grundlage der Normen DIN 4109-11 [N10] und DIN EN ISO 140-5 [N11] durchgeführt. Als vorgesehener Ersatz für die Norm DIN EN ISO 140-5 liegt der Normentwurf DIN EN ISO 16283-3 [N12] vor.

Das Schalldämm-Maß R kennzeichnet die Luftschalldämmung von Bauteilen. Bei der Messung wird es aus einer Schallpegeldifferenz unter Berücksichtigung der Prüffläche und der äquivalenten Schallabsorptionsfläche ermittelt.

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche berücksichtigt die vorhandene Ausstattung des Raumes (leerer Raum bzw. unterschiedlich stark möblierter, »gedämpfter« Raum).

Das Bau-Schalldämm-Maß  $R'$  wird angegeben, wenn Luftschall nicht nur über die Prüffläche, sondern auch über flankierende Bauteile (angrenzende Wände oder Decken) übertragen wird.  $R_w$  und  $R'_{w,R}$  stehen für ein bewertetes Schalldämm-Maß bzw. ein bewertetes Bau-Schalldämm-Maß. Bei der Bewertung werden die gemessenen Schalldämmkurven (Luftschalldämmung als Funktion der Frequenz) auf einen Einzahlwert zurückgeführt, der das Bauteil über alle Frequenzen charakterisiert.

Die Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung einer Bezugskurve nach der Norm DIN EN ISO 717-1 [N13].  $R'_{w,R}$  bezeichnet den Rechenwert eines bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes.

Das Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{45^\circ}$  ist das Maß für die Schalldämmung eines Bauteils, wenn die Schallquelle ein Lautsprecher ist und der Schalleinfallswinkel  $45^\circ$  beträgt. Bei ausreichend präziser Messung kann der Wert  $R'_{45^\circ}$  mit einem im Labor gemessenen Schalldämm-Maß verglichen werden.

Üblicherweise wird zur Überprüfung der Schalldämmung von Außenbauteilen das Bauteil-Lautsprecher-Verfahren entsprechend der Norm DIN EN ISO 140-5 angewendet (Abb. 9).

Als Schallfeld ist ein kontinuierliches, gleichbleibendes Spektrum (Rosa Rauschen) durch ein Lautsprechersystem mit kalibrierter Richtcharakteristik im Winkel von  $45 \pm 5^\circ$  zur Mittelsenkrechten der Prüffläche auf die Fassade abzustrahlen.

Die Bestimmung des mittleren Schalldruckpegels  $L_{1,s}$  erfolgt auf dem Prüfobjekt. Der Abstand von der Schallquelle zur Mitte des Prüfobjektes muss mindestens 5 m betragen, der Abstand zwischen Lautsprecher und Fassade mindestens 3,5 m. Gleichzeitig



Abb. 9: Messung der Luftschalldämmung eines eingebauten Fensters, Lautsprecherposition

wird der mittlere Schalldruckpegel  $L_2$  im Empfangsraum gemessen. Das Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{45^\circ}$  ergibt sich folgendermaßen (Gl. 6):

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \cdot \lg\left(\frac{S}{A}\right) \text{ dB} - 1,5 \text{ dB}$$

Gl. 6: Berechnungsgleichung für das Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{45^\circ}$  nach DIN EN ISO 140-5

Hierbei ist S die Fläche des Prüfobjektes und A die äquivalente Absorptionsfläche des Empfangsraums, jeweils in Quadratmetern.

Bei der Messung sind Vorgaben für Mikrofon- und Lautsprecherpositionen zu beachten. Außerdem sind der Fremdgeräuschpegel und die Nachhallzeit im Empfangsraum zu berücksichtigen.

In der DIN 4109-11 werden Korrekturwerte für den Fall angegeben, dass der Einfallswinkel des Schalls von  $45^\circ$  abweicht. Die Messung ist komplex und muss sehr sorgfältig durchgeführt werden. Daher sollte eine sachkundige Prüfstelle beauftragt werden, die sich regelmäßigen Ringversuchen unterzieht.

### Zusammenfassung

Der Beitrag richtet sich an Planerinnen und Planer und fasst Anforderungen und Möglichkeiten zum Schutz gegen Außenlärm zusammen. Hierbei steht die Einwirkung von Straßenverkehrslärm im Vordergrund: Untersuchungen zum aktiven Lärmschutz im Rahmen eines Forschungsprojektes haben gezeigt, dass fest installierte Geschwindigkeitsmessanlagen zur Überwachung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit nicht zu einer signifikanten Verringerung des Außenlärmpegels führen.

Beim Schutz gegen Außenlärm ist planungsseitig ein komplexes Aufgabenfeld zu bearbeiten. Grundlage ist eine Analyse der vorhandenen maßgebenden Außenlärmquellen und eine optimale Ausrichtung der Baukörper. Parallel zum Schutz gegen den Außenlärm sind im Regelfall weitere Zielvorstellungen zu berücksichtigen, die Lage und Ausrichtung der Baukörper beeinflussen. Hierzu zählen z.B. die grundsätzlichen baulichen Möglichkeiten des Grundstücks und die Energieeffizienz.

Mögliche Schwachstellen der Gebäudehülle beim Schutz gegen Außenlärm sind Fenster und Türen sowie die Bedachung.

Problematisch sind auch ungeplante nachträgliche Öffnungen: Scheinbar belanglose Kernbohrungen für die Entlüftung können die Schalldämmung einer Außenwand erheblich reduzieren.

Zum Nachweis der Mindestanforderungen der Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Norm DIN 4109) sind Anforderungswerte nachzuweisen, die vom maßgeblichen Außenlärmpegel und von der Lärmart abhängen.

Ein erhöhter Schallschutz kann bei Bedarf individuell vor Planungsbeginn vereinbart werden. Die heranzuziehende VDI-Richtlinie 4100, Ausgabe 2007, empfiehlt für die Schallschutzstufe 2 allerdings keine gegenüber der Norm DIN 4109 erhöhten Werte. Für den erhöhten Schallschutz ist daher ein einzelfallbezogener Wert unter Berücksichtigung des bauakustischen Gesamtkonzeptes festzulegen.

## Textquellen

- [1] Schnoor, M.; Waldmann, A.; Pritzkuleit, R.; Tchorz, J.; Gigla, B.; Katalinic, A.: »Reduktion der Lärmbelastung durch Geschwindigkeitsmessanlagen? Eine Interventionsstudie in Lübeck. Are speed cameras able to reduce traffic noise disturbance? An intervention study in Luebeck«. Gesundheitswesen 2014 (28.10.2014), Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York
- [2] »RLS 90«, Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Hrsg.: Bundesminister für Verkehr, 1990
- [3] »VBUS«, Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS), 22. Mai 2006, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- [4] Axel Jud; Jan Hennings, Benedict Streubel, Gabriele Schulze: »Vergleich der Berechnungsergebnisse nach VBUS und RLS-90 am Beispiel von vier Lärmschwerpunkten im Rahmen der Lärmaktionsplanung ›Ober Schwaben«, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart, 2010

- [5] Wolfram Bartolomaeus: »Umsetzung der Europäischen Umgebungslärmrichtlinien in Deutsches Recht«, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Verkehrstechnik Heft V 155
- [6] »TALärm«, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBl. Nr. 26 vom 28.8.1998 S. 503)
- [7] »FlugLSV«, Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 2-FlugLSV) vom 8.9.2009
- [8] Moll, W.; Szabunia, R.: »Beurteilung des Schallschutzes durch Außenbauteile; Messtechnische Untersuchungen der Relation zwischen bewertetem Bau-Schalldämm-Maß und A-Schallpegeldifferenz«. Forschungsbericht 10504511 des Umweltbundesamtes, Berlin, Nov. 1985
- [9] Tchorz, Jürgen; Gigla, Birger: »Stationäre Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen als Instrument des Lärmschutzes?«, Fortschritte der Akustik – DAGA 2014, Oldenburg, DAGA-DGA Proceedings

## Normen und Richtlinien

- [N1] Norm DIN 18005-1: Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung (Juli 2002)
- [N2] Norm DIN 4109: Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise (November 1989), mit der Änderung A1 (Januar 2001)
- [N3] Norm DIN 4109 Beiblatt 1: Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren (November 1989)
- [N4] Normentwurf DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen an die Schalldämmung (Juni 2013)
- [N5] Richtlinie VDI 4100: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung, August 2007

(Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf)

- [N6] DIN 45642: Messung von Verkehrsergüssen (Juni 2004)
- [N7] Normentwurf DIN 4109-33: Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau, flankierende Bauteile (Dezember 2013)
- [N8] Normentwurf DIN 4109-34: Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen (Juni 2013)
- [N9] Normentwurf DIN 4109-35: Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden (Juni 2013)
- [N10] Norm DIN 4109-11: Schallschutz im Hochbau – Teil 11: Nachweis des Schallschutzes – Güte und Eignungsprüfung (Mai 2010)
- [N11] Norm DIN EN ISO 140-5: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden (Dezember 1998 mit Berichtigung 1 vom Oktober 2008)
- [N12] Normentwurf DIN EN ISO 16283-3: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau – Teil 3: Fassadenschalldämmung (Juli 2014)
- [N13] Norm DIN EN ISO 717-1: Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung (November 2006)

## Weiterführende Literatur

www.norah-studie.de, Rubrik »Publikationen«

## Der Autor



Prof. Dr.-Ing.  
Birger Gigla

Bauingenieur und Sachverständiger für Schallschutz im Hochbau

Institut für Akustik im Technologischen Zentrum an der FH Lübeck  
Mönkhofer Weg 239  
23562 Lübeck  
Tel.: 0451/300-5140 oder -5601  
E-Mail: ifa@fh-luebeck.de  
www.ifa.fh-luebeck.de