

DIN 4109 und der Schutz gegen Außenlärm

Steffen Körper

Umweltbundesamt, 06844 Dessau-Roßlau, E-Mail: steffen.koerper@uba.de

Außenlärm in der DIN 4109

Die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ [1] beinhaltet Anforderungen an den Schallschutz beim Bauen. Im Jahr 2016 wurde die Norm im Rahmen einer Überarbeitung der gesamten DIN 4109 von 1989 [2] mit ihren zahlreichen Beiblättern und Erweiterungen neu herausgegeben. Die Norm besteht seitdem aus insgesamt 4 Teilen, die unterschiedliche Aspekte des baulichen Schallschutzes behandeln. Anforderungen an den baulichen Schallschutz gegenüber Außenlärm werden vor allem in den Teilen DIN 4109-1 „Mindestanforderungen“ und 4109-2 „Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“ behandelt. Die beiden Teile DIN 4109-1 und DIN 4109-2 wurden 2018 bereits überarbeitet und neu veröffentlicht.

Dabei wurden sowohl 2016 als auch 2018 Änderungen in Bezug auf den Schallschutz gegenüber Außenlärm vorgenommen. Ein wesentliches Defizit der alten DIN 4109 aus dem Jahr 1989 war der unzureichende Schutz in Gebäuden vor nächtlichem Lärm. Für den Erhalt der psychomotorischen Leistungsfähigkeit und Gesundheit ist ungestörter Schlaf in ausreichender Dauer von zentraler Bedeutung. Für die Ermittlung der erforderlichen Außenschalldämmung von Gebäuden müssen daher seit 2016 die Außenlärmpegel in der Nachtzeit berücksichtigt werden. Außerdem wurde die in der DIN 4109-1:1989 enthaltene tabellarische 5-dB-Stufung zur Ermittlung der erforderlichen Schalldämmung der Außenbauteile durch eine Formel ersetzt. Hierdurch lässt sich die erforderliche Schalldämmung auf 1 dB genau berechnen. In die DIN 4109-2 wurde insbesondere eine pauschale Minderung des Beurteilungspegels von Schienenverkehrsgeräuschen um 5 dB eingefügt, um die Frequenzzusammensetzung von Schienenverkehrsgeräuschen in Verbindung mit dem Frequenzspektrum der Schalldämmung von Außenbauteilen zu berücksichtigen.

Vergleich der Schallschutzniveaus 1989 und 2018

In verschiedenen Veröffentlichungen (z. B. Wieland [3], Meier [4]) werden die Schallschutzniveaus der beiden Normwerke bereits miteinander verglichen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei einer Straße das Anforderungsniveau der DIN 4109:1989 tagsüber (06:00 bis 22:00 Uhr) bis zu 4 dB höher sein kann als durch die neue Norm DIN 4109:2018. Für Eisenbahnstrecken kann das Schallschutzniveau der DIN 4109:1989 aufgrund der eingeführten pauschalen 5 dB Minderung am Tag sogar bis zu 9 dB höher sein. Für die Geräuschbelastung nachts zeigt sich ein anderes Bild. Es ergeben sich für den Schallschutz nach DIN 4109:1989 für Straßen bis zu 10 dB geringere Anforderungen, für eine Eisenbahnstrecke bis zu 5 dB geringere Anforderungen, als nach DIN 4109:2018. D. h. für eine Fassade, bei der Außenlärm hauptsächlich tagsüber

auftritt, ist das Schallschutzniveau durch die DIN 4109:2018 schlechter geworden. Für eine Fassade, die auch nachts von Außenlärm betroffen ist, ist das Schallschutzniveau gestiegen. Zwischen den genannten maximalen Veränderungen im Schallschutzniveau sind alle Zwischenstufen möglich. Es ist also auch möglich, dass in der Praxis das Schallschutzniveau bei DIN 4109:1989 und DIN 4109:2018 übereinstimmen.

Welcher Beurteilungszeitraum maßgeblich für die Bemessung des Schalldämm-Maßes der Außenfassade eines Gebäudes ist, ist vom Standort und von der Tagesganglinie des Verkehrs abhängig. Um abzuschätzen, ob die Anforderungen an Bauvorhaben im Bundesgebiet nun durch die Änderungen der DIN 4109:2018 im Vergleich zur DIN 4109:1989 gestiegen oder gesunken sind, wurden Daten der Lärmkartierung ausgewertet. Hierfür wurde ein Datensatz der Lärmkartierung „Plus“ von 5 Ballungsräumen im Landesgebiet Hessen ausgewertet, der insgesamt ca. 1.600 Straßenkilometer und ca. 750 Schienenstreckenkilometer umfasst. Die Daten wurden freundlicher Weise durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und das Eisenbahnbundesamtes (EBA) zur Verfügung gestellt. In Abbildung 1 sind die Tag-Nacht-Pegeldifferenzen der untersuchten Straßen als Histogramm dargestellt.

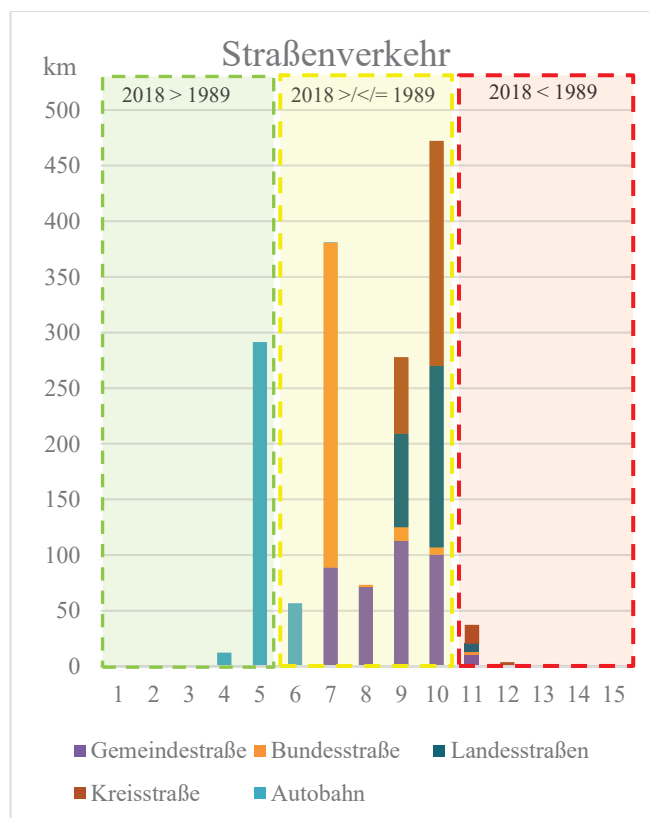


Abbildung 1: Schallpegeldifferenzen zwischen Tag und Nacht in dB pro Straßenkilometer – Straßenverkehr

Abbildung 1 verfügt über farbliche Markierungen (grün, gelb, rot mit gestrichelter Außenlinie), die den Vergleich der Schallschutzniveaus kennzeichnen. Gebäude, die in der Nähe von Straßen errichtet werden, die in Abbildung 1 innerhalb eines grün gekennzeichneten Bereiches liegen, verfügen nach DIN 4109:2018 über ein höheres Schallschutzniveau, als es nach DIN 4109:1989 der Fall gewesen wäre. Dies sind bei den untersuchten Straßen vor allem Autobahnen.

Gebäude, die in der Nähe von Straßen errichtet werden, die innerhalb des gelb markierten Bereichs liegen, kann das Schallschutzniveau größer, kleiner oder gleich sein, wenn man die DIN 4109:2018 oder die DIN 4109:1989 heranzieht. Dies hängt mit dem Wegfall der tabellarischen 5 dB Stufung der Anforderungen zusammen. Gebäude, die in der Nähe von Straßen des rotgefärbten Bereiches errichtet werden, weisen nach DIN 4109:2018 ein schlechteres Schallschutzniveau auf, als nach DIN 4109:1989.

Tabelle 2 zeigt die gleiche Darstellung für die untersuchten Bahnstrecken. Auch hier sind die Tag-Nacht-Pegeldifferenz als Histogramm dargestellt und die Achsen zum Vergleich der DIN 4109:2018 mit der DIN 4109:1989 grün, gelb und rot gefärbt.

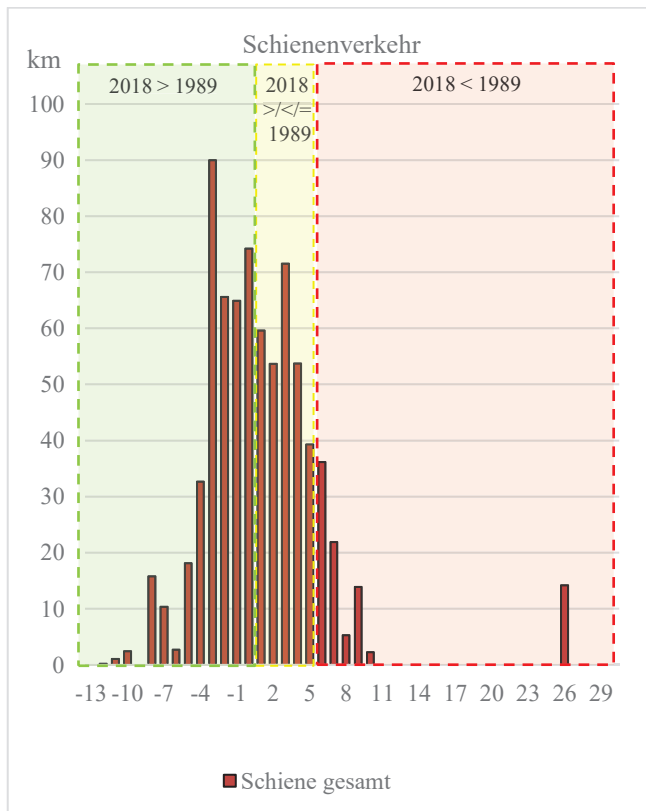


Abbildung 2: Schallschutzniveaus zwischen Tag und Nacht in dB pro Streckenkilometer - Schienenverkehr

Die untersuchten Eisenbahnstrecken verfügen über wesentlich geringere Tag-Nacht-Pegeldifferenzen als die untersuchten Straßen. Die Tag-Nacht-Pegeldifferenzen der Bahnstrecken liegen hauptsächlich im Bereich -8 bis 10 dB. An zahlreichen Bahnstrecken ist der Nachtzeitraum lauter als der Tagzeitraum. Dies hängt vor allem mit dem nächtlichen Güterzugverkehr zusammen. Sehr wenige der untersuchten Bahnstrecken verfügen über gar keinen bis sehr geringen

Schienenverkehr nachts. Diese Bahnstrecken sind in der Abbildung 2 bei einer rechnerischen Tag-Nacht-Pegeldifferenz von 26 dB zusammengefasst.

Bei der Betrachtung der Abbildung 1 und 2 lässt sich feststellen, dass Bauen im Bereich der Mehrzahl der im Rahmen der Lärmkartierung erfassten Straßen und Schienen mit der Norm DIN 4109:2018 einen höheren Schallschutz erhält als nach DIN 4109:1989.

Frequenzanpassung für den Schienenverkehr

Der Ausschuss der DIN 4109 hat einen Arbeitskreis eingerichtet, der sich mit den Fragen rund um das Thema Außenlärm intensiv beschäftigt. Dem Arbeitskreis liegen derzeit mehrere Arbeiten vor, die sich mit dem Thema „Spektrumkorrekturen“ und „Spektrumsanpassungswerte“ befassen (z. B. Schedl [5], Leupoldt [6] und Fischer [7]).

Gemäß VDI 2719:1987 [8] lässt sich das resultierende Schalldämm-Maß eines Außenbauteils wie folgt berechnen:

$$R'_{w,res} = L_a - L_i + 10 \cdot \lg \frac{S_g}{A} + K + W \quad (1)$$

Unter Vernachlässigung der Raumeigenschaften und der Winkelkorrektur W erhält man durch Umstellen folgende Gleichung:

$$K \approx R'_{w,res} - (L_a - L_i) \quad (2)$$

Der Korrektursummand K wird demnach aus dem Vergleich des Einzahlwertes $R'_{w,res}$ mit dem Schallschutzniveau $L_a - L_i$ ermittelt. Da der Innenpegel im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen oftmals nicht messtechnisch ermittelt werden konnte, wurde zur Ermittlung des Innenpegels eine frequenzbezogene Berechnung aus dem frequenzbezogenen Außenlärmpektrum und der frequenzbezogenen Schalldämmung des Außenbauteils durchgeführt.

Es ist also ersichtlich, dass bei der Ermittlung des K -Wertes nach der VDI 2719 zur Berücksichtigung spektraler Einflüsse auf den Innenpegel sowohl die spektralen Eigenschaften des Außenlärmgeräusches, als auch die spektralen Eigenschaften des schalldämmenden Außenbauteils berücksichtigt werden.

Von Schedl [5] wurden die spektralen Eigenschaften von über 1.000 Fenstern untersucht und deren frequenzbezogenen Schalldämm-Maße zusammengefasst und kategorisiert. Leupoldt [6] ermittelte an 9 Messorten das Vorbeifahrtpektrum von ca. 500 Zügen und wertete 140 Überflüge aus. Fischer [7] ermittelte an 8 Messorten mit ca. 60 je 20-minütigen Messungen das Spektrum verschiedener Straßenverkehrssituationen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst und aufgeteilt nach den Kategorien der VDI 2719 dargestellt.

Vergleicht man die in Tabelle 1 dargestellten K -Werte für Bahnstrecken (alle) und innerstädtischen Straßen besteht ein Unterschied im Mittel für Einzel- und Verbundfenster von ca. 5 dB. Die Minderung des maßgeblichen Außenlärmpegels von Schienenverkehrsgeräuschen um 5 dB ist also auf Basis der vorliegenden Daten gerechtfertigt.

Tabelle 1: K-Werte der Tabelle 7 der VDI 2719 und nach Fischer [7]

Immissionsorte an	VDI 2719	K-Werte nach Fischer [7]		
	K in dB	Fenster	Mittelwert	Maximalwert
Bahnstrecken mit überwiegendem Personenverkehr	0	Einfach	0	2,5
		Verbund		
übrigen Bahnstrecken	3	Einfach	0	2,5
		Verbund		
innerstädtischen Straßen	6	Einfach	4	6
		Verbund	6	8,5
anderen Straßen	3	Einfach	1	2
		Verbund	2	3
Verkehrsflughäfen	6	Einfach	7	11,3
		Verbund		

Andere Straßen, d. h. außerstädtischen Straßen weisen nur ca. 1 dB Unterschied im Vergleich zu Bahnstrecken auf. Zwischen innerstädtischen Straßen und außerstädtischen Straßen besteht somit ein Unterschied von ca. 4 dB. Als Grund hierfür wird von Fischer [7] insbesondere die schnelleren Geschwindigkeiten Außerorts genannt, die zu einem geringen Anteil an tieffrequenten Geräuschen am Gesamtgeräusch führen.

Nach den Ergebnissen von Leupoldt [6] sind die spektralen Unterschiede zwischen Güterverkehr und Personenverkehr im Mittel gering. Strecken mit einem Zugmix aus Güter- und Personenverkehr lassen sich somit mit Strecken mit ausschließlich Personenverkehr zusammenfassen.

Innenpegel der DIN 4109

Mit Formel 6 der DIN 4109-1:2018 lässt sich das gesamte Schalldämm-Maß der Außenbauteile $R'_{w,ges}$ wie folgt berechnen:

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart} \quad (3)$$

$K_{Raumart}$ beträgt für Aufenthaltsräume in Wohnungen 30 dB.

Der mittlere Innenpegel von Gebäuden lässt sich nach der o. g. Formel 1 aus der VDI 2719:1987 [8] in Abhängigkeit des Schalldämm-Maßes der Außenbauteile und des maßgeblichen Außenlärmpegels wie folgt rechnerisch ermitteln:

$$L_i \approx L_a + K - R'_{w,ges} \quad (4)$$

Berechnet man für Straße und Schiene exemplarisch bei einem Beurteilungspegel tags $L_{r,T} = 60$ dB(A) und einem

Beurteilungspegel nachts $L_{r,N} = 55$ dB(A) zuerst das Schalldämm-Maß nach DIN 4109 und darauf aufbauend nach o. g. Formel 4 nach VDI 2719 den Innenpegel erhält man folgende Ergebnisse:

Tabelle 2: Berechnung der Innenpegel unter Berücksichtigung der ermittelten mittleren K-werte

Tag	$L_{r,T}$	DIN 4109:2018		VDI 2719		
		L_a	$R'_{w,ges}$	L_a	K	L_i
Alle Bahnstrecken	60	58	28	63	0	35
Innerstädtischen Straßen		63	33		5	35
Andere Straßen		63	33		1	31
Nacht	$L_{r,N}$	L_a	$R'_{w,ges}$	L_a	K	L_i
Alle Bahnstrecken	55	63	33	58	0	25
Innerstädtischen Straßen		68	38		5	25
Andere Straßen		68	38		1	21

Bei Verwendung der nach Fischer [7] ermittelten mittleren K-Werte ergeben sich also rechnerisch für die DIN 4109:2018 mittlere Innenpegel von 35 dB(A) tags und 25 dB(A) nachts für Gebäude in der Nähe von innerstädtischen Straßen und an Bahnstrecken. Für andere oder außerstädtische Straßen ergeben sich aufgrund der oftmals höheren Fahrgeschwindigkeiten durch die Ermittlung der gesamt Schalldämm-Maßes nach DIN 4109:2018 rechnerisch geringere Innenpegel.

Diskussion

Die für den Vergleich der Schallschutzniveaus von DIN 4109:2018 und DIN 4109:1989 verwendeten Daten, entstammen der Lärmkartierung „Plus“ des HLNUG und wurden für 5 Ballungsräume in Hessen erhoben. In den Berechnungen zur Lärmkartierung „Plus“ sind im Vergleich zur EU-Lärmkartierung mehr Straßen des Straßennetzes enthalten. Allerdings sind auch in der Lärmkartierung „Plus“ und damit in dem berücksichtigten Datensatz zahlreiche Nebenstraßen, Straßen außerorts und Gleise außerorts nicht erfasst. Dennoch werden mit den berücksichtigten Daten Lärm-Hotspots, also die Straßen und Bahnstrecken, die eine hohe Belastung der Bevölkerung durch Lärm aufweisen, abgebildet.

Die durchgeführte rechnerische Auswertung bezieht sich dabei auf die Streckenkilometer der Verkehrswege. Über die tatsächliche Anzahl von Bauprojekten und Betroffenen im Einwirkungsbereich der Verkehrswege lassen die vorliegenden Daten keine Aussagen zu.

Die für die Beurteilung der Frequenzanpassung für den Schienenverkehr herangezogenen Untersuchungen Schedl [5], Leupoldt [6] und Fischer [7], vermögen nicht alle Verkehrs- und Schallausbreitungssituationen und deren frequenzspezifischen Eigenschaften vollständig abzubilden. Als Beispiel seien hier die Berücksichtigung von Lärmschutzwänden oder das Bauen in größeren Distanzen zu Verkehrswegen genannt.

Weiterführender Untersuchungsbedarf zu den spektralen Eigenschaften verschiedener Außenlärmsituationen soll im Arbeitskreis „Außenlärm“ der DIN 4109 identifiziert und ggf. im Rahmen weiterer Untersuchungen behandelt werden.

Fazit

Die vorliegenden Auswertungen an 1.600 km Straßen und 750 km Schienenverkehrswegen aus der Lärmkartierung Plus für Ballungsräume im Landesgebiet Hessen zeigen, dass bei der Ermittlung der erforderlichen Schalldämmung für Neubauvorhaben oftmals der nächtliche Außenlärmpegel maßgeblich ist. In den meisten Fällen geht damit eine Verschärfung der Anforderungen an die Außenbauteile im Vergleich zur DIN 4109:1989 einher. Mit den Änderungen der Norm von 2016 und 2018 wurde damit im Mittel eine Verbesserung des Schallschutzniveaus für das Bauen in der Nähe der untersuchten Straßen und Schienenwege erzielt.

Vor allem Gebäude die nachts hohen Pegeln ausgesetzt sind, erfahren durch die Umstellung der DIN 4109:1989 auf die DIN 4109:2018 nunmehr einen besseren Schutz.

Die Berücksichtigung eines 5-dB-Korrektursummanden aufgrund der spektralen Zusammensetzung des Schienenverkehrs ist auf Basis der vorliegenden Untersuchungen zu spektralen Eigenschaften der Verkehrsgeräuschquellen im Mittel gerechtfertigt.

Diese pauschale Berücksichtigung führt dabei aber zu einer starken Unter- und Überbemessung in der baupraktischen Ausführung, weil sie einer starke Vereinfachung und Zusammenfassung der tatsächlichen spektralen Eigenschaften der Verkehrsgeräusche und der Schalldämmung der Außenbauteile entspricht. Die Untersuchungen von Schedl [5], Leupoldt [6] und Fischer [7] zeigen, dass Verkehrsgeräusche bei der Ermittlung von Spektrums-Korrektursummanden viel stärker differenziert werden können, als in der DIN 4109:2018 oder in der VDI 2719 derzeit angegeben. Damit würden sich die Unter- bzw. Überbemessungen der Schalldämmung der Außenfassade wirkungsvoll reduzieren lassen. Vor allem die Unterscheidung von K-Werten nach Einzelfenster und Verbund-/Kastenfenstern würde eine größere Genauigkeit beim Umgang mit spektralen Einflüssen auf den Innenpegel begünstigen.

Eine praxisgerechte Einteilung von spektralen Eigenschaften von Außenlärmgeräuschen und den schalldämmenden Eigenschaften der Bauteile wird durch den Arbeitskreis „Außenlärm“ der DIN 4109 derzeit geprüft.

Das Schutzziel von 35 dB(A) tags und 25 dB(A) nachts in Wohnräumen wird rechnerisch durch die DIN 4109:2018 sichergestellt.

Literatur

- [1] Deutsches Institut für Normung, DIN 4109:2018-01, Schallschutz im Hochbau - Teil 1 bis 4 Berlin: Beuth-Verlag, Januar 2018.
- [2] Deutsches Institut für Normung, DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Berlin: Beuth-Verlag, November 1989.
- [3] Wieland W.: Das erforderliche Schalldämm-Maß von Umfassungsbauteilen in Abhängigkeit der bekannten Regelwerke zum Schutz gegen Außenlärm, Nürnberg, Lärmbekämpfung Bd. 13 (2018) Nr. 2 – März.
- [4] Meier A.: Neue Schallschutznorm DIN 4109 – Hintergründe und Planungspraxis im Hochbau, Planegg, Lärmbekämpfung Bd. 13 (2018) Nr. 6 – November.
- [5] Schedl K. et al.: Untersuchung des Bemessungsansatzes der VDI 2719 für den Schallschutz von Fenstern unter Berücksichtigung unterschiedlicher Außenlärm-spektren, Berlin, Bauphysik 39 (2017), Heft 4.
- [6] Leupoldt P. et al.: Untersuchung des Bemessungsansatzes der VDI 2719 für den Schallschutz von Fenstern unter Berücksichtigung aktueller Außenlärm-spektren des Bahn- und Fluglärms, Berlin, Bauphysik 39 (2017), Heft 5.
- [7] Fischer I. et al.: Ermittlung und Vergleich von Straßenverkehrslärmspektren – Zur Überprüfung der Korrektursummanden der VDI 2719 hinsichtlich des Schallschutzes von Fenstern, TU München, 15.11.2018.
- [8] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2719:1987-08, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatz-einrichtungen. Berlin: Beuth-Verlag, August 1987.