



DIN



Heinz-Martin Fischer | Martin Schneider

Handbuch zu DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau

Grundlagen | Anwendung | Kommentare

Beuth

**Ernst & Sohn**
A Wiley Brand

**Handbuch zu DIN 4109 –
Schallschutz im Hochbau**

(Leerseite)



Heinz-Martin Fischer
Martin Schneider

Handbuch zu DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau

Grundlagen | Anwendung | Kommentare

1. Auflage 2019

Herausgeber:
DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Beuth
Berlin · Wien · Zürich

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Brand

Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

© 2019 Beuth Verlag GmbH
Berlin · Wien · Zürich
Saatwinkler Damm 42/43
13627 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0
Telefax: +49 30 2601-1260
Internet: www.beuth.de
E-Mail: kundenservice@beuth.de

© 2019 Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG, Berlin
Rotherstraße 21
10245 Berlin

Telefon: +49 30 470 31-200
Telefax: +49 30 470 31-270
Internet: www.ernst-und-sohn.de
E-Mail: info@ernst-und-sohn.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronischen Systemen.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden von Verfassern und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

© für DIN-Normen DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

Titelbild: Titima Ongkantong, Benutzung unter Lizenz von shutterstock.com

Satz: B & B Fachübersetzer-gesellschaft mbH, Berlin

Druck: COLONEL, Kraków

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706

ISBN 978-3-410-27405-6 (Beuth Verlag)

ISBN (E-Book) 978-3-410-27406-3 (Beuth Verlag)

ISBN 978-3-433-01835-4 (Verlag Ernst & Sohn)

ISBN (ePDF) 978-3-433-60923-1 (Verlag Ernst & Sohn)

Autorenporträts

Prof. Dr.-Ing. Heinz-Martin Fischer

Prof. Dr.-Ing. Heinz-Martin Fischer studierte an der Technischen Universität Berlin Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Technische Akustik und promovierte dort im Bereich Akustik. Von 1985 bis 1995 war er am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart tätig, zuletzt als Leiter der Abteilung Bau- und Raumakustik. Von 1995 bis 2015 war er im Studiengang Bauphysik der Hochschule für Technik Stuttgart (HFT) als Professor für Bauakustik, Raumakustik und Schallimmissionsschutz tätig. Neben seiner Lehrtätigkeit leitete er an der HFT das Zentrum für Bauphysik, führte mit einer eigenen Arbeitsgruppe Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der Bauakustik durch und veröffentlichte dazu zahlreiche Beiträge. Als Mitarbeiter mehrerer deutscher Normen- und Fachausschüsse sowie als deutscher Delegierter in mehreren internationalen Normungsgremien bei CEN und ISO wirkt er seit vielen Jahren aktiv an der Gestaltung des Fachgebietes Bauakustik mit. Bei der Erarbeitung der neuen DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) war er als Obmann verantwortlich für die rechnerischen Nachweise in DIN 4109-2 und für den Bauteilkatalog und ist derzeit verantwortlich für die Weiterentwicklung dieser Regelwerke.



Dipl.-Ing. (FH) M. Sc. Martin Schneider

Diplomstudium „Bauphysik“ an der Hochschule für Technik Stuttgart. Master-Studium „Sound and Vibration Research“ am Institute of Sound and Vibration Research (ISVR) in Southampton. Beratender Ingenieur im Ingenieurbüro Prof. P. Lutz, Leinfelden, und im Ingenieurbüro Kurz und Fischer, Winnenden. Seit 1996 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule für Technik Stuttgart. Betreuung von Diplom- und Bachelorarbeiten. Durchführung von Forschungsprojekten mit Schwerpunkt Bauakustik im Massiv- und Leichtbau. Breite messtechnische Erfahrung bei Messungen im Labor und am Bau im Bereich Bau- und Raumakustik, Körperschallmesstechnik und Strukturmechanik. Seit 2014 Vorsitzender des Fachausschusses Bau- und Raumakustik in der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA). Mitarbeit in der nationalen (z. B. DIN 4109 und VDI 4100) und internationalen Normung (EN 12354, ISO 19488). Veröffentlichungen und Vorträge zu bauakustischen Themen.



(Leerseite)

Vorwort der Autoren

Im Juli 2016 erschien die neue DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, die nach langer Bearbeitungszeit in wesentlichen Teilen völlig überarbeitet wurde und nach beinahe 30 Jahren die DIN 4109:1989 abgelöst hat. Mit derzeit 9 Teilen ist die Norm gegenüber der Version von 1989 an Umfang und Inhalt deutlich gewachsen. Sie enthält außer den Anforderungen neue Berechnungsverfahren, einen umfangreichen Bauteilkatalog und Festlegungen für messtechnische Nachweise.

Auf der Basis der europäischen Berechnungsnormen der EN 12354 ermöglichen die neuen Berechnungsverfahren der DIN 4109 eine wesentlich bessere und detailliertere Behandlung unterschiedlicher Bausituationen und Baukonstruktionen. Ein völlig neuer Bauteilkatalog liefert die benötigten Daten für die Berechnungen. Da sich die grundlegenden Ansätze für Berechnung und Datenermittlung z. T. wesentlich vom Vorgehen der alten Norm unterscheiden, ergeben sich für die Anwender dieser Norm gravierende Neuerungen.

Das „Handbuch zu DIN 4109“ führt in das Konzept der neuen Norm ein. Es erläutert die fachlichen und normungstechnischen **Grundlagen** der einzelnen Normteile, behandelt relevante Fragen zur praktischen **Anwendung** der Anforderungen und Nachweise und liefert einen **Kommentar** zu allen 9 Teilen des Normungspakets.

Ohne ein Kommentar zur vorherigen DIN 4109:1989 und deren Beiblättern sein zu wollen, geht das „Handbuch zu DIN 4109“ detailliert auf die Änderungen gegenüber der alten Norm von 1989 ein. Dies erschien den Autoren erforderlich, da die Denkweise der alten Norm für die letzten 3 Jahrzehnte für breite Kreise prägend war und ihre Bedingungen bei der Planung und bauaufsichtlichen Genehmigung aller Bestandsgebäude dieser Zeit zugrunde gelegt wurden. Einschlägige Kenntnisse der alten Norm sind damit für längere Zeit noch notwendig.

Darüber hinaus sind die Autoren der Meinung, dass das Zustandekommen der aktuellen Regelungen der neuen DIN 4109 nur dann verständlich ist, wenn – auch über die Vorgängernorm von 1989 hinaus – immer wieder der Blick auf die historische Entwicklung der DIN 4109 geworfen wird. Aus diesem Grund wird, zum Teil mit Originalzitaten, im entsprechenden Zusammenhang sowohl auf vorhergehende Normfassungen als auch auf frühere Normentwürfe eingegangen. Ein Verständnis der gegenwärtigen DIN 4109 erscheint den Autoren nur dann möglich, wenn man auch ihre Vergangenheit kennt. Den an dieser Thematik interessierten Lesern soll damit die Möglichkeit geschaffen werden, die jetzige DIN 4109 im historischen Kontext zu sehen.

Auch bei der Erörterung fachlicher Fragestellungen war es den Autoren ein Anliegen, die historische Quellenlage angemessen zu berücksichtigen. Ohne den aktuellen Stand des Fachgebietes zu vernachlässigen, wurde bei den Literaturzitaten deshalb immer wieder bewusst auch auf „alte“ Literatur verwiesen, um darauf aufmerksam zu machen, dass wesentliche Ansätze und Lösungswege der Bauakustik schon vor vielen Jahren, z. T. Jahrzehnten, prägnant formuliert worden sind und bis heute Gültigkeit besitzen. Hier muss das Rad nicht jedes Mal neu erfunden werden. Der zum Teil erstaunliche Weitblick und die grundlegenden Ansätze zur Behandlung bauakustischer Fragestellungen früherer Publikationen und deren Verfassern verdienen es vielmehr gewürdigt zu werden. Das erscheint den Autoren auch deshalb bedeutsam, da in der Diskussion um die „neue“ DIN 4109

immer wieder vor „neuen“ und „nicht erprobten“ Ansätzen und Methoden gewarnt wurde. Dass diese vermeintlich neuen und nicht erprobten Wege oft schon vor Jahrzehnten bekannt gemacht und anschließend auch in Gebrauch genommen worden sind, auch wenn sie nicht (immer) Eingang in einen genormten Rahmen gefunden haben, sollte durchaus in Erinnerung gerufen werden.

Die Betrachtung der gewählten kennzeichnenden Größen zur Formulierung der Anforderungen lässt erkennen, dass die Autoren hier eine kritische Position einnehmen und die getroffenen Festlegungen der DIN 4109 nicht für zweckmäßig halten. Die Anforderungen selbst werden in einem weiten Kontext diskutiert. Da es neben der DIN 4109 auch andere Regelwerke (z. B. VDI 4100, DEGA-Schallschutzausweis, Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989) gibt, die sich mit bauakustischen Anforderungen beschäftigen, wird auch auf diese Regelwerke eingegangen. In diesem Zusammenhang wird auch der so genannte erhöhte Schallschutz thematisiert.

Mit den neuen Rechenverfahren und dem dazugehörigen Bauteilkatalog kann die neue DIN 4109 für sich in Anspruch nehmen, nicht nur die Bedürfnisse der bauaufsichtlich geforderten Schallschutznachweise (deren Bedeutung von der Bauaufsicht selbst immer mehr zurückgestutzt wird) zu befriedigen – das wäre gemessen am Aufwand für die Überarbeitung viel zu wenig –, sondern ein umfassendes und unverzichtbares Planungsinstrument für den baulichen Schallschutz zu sein.

Die Autoren sind der Meinung, dass die Nachweismethoden der DIN 4109 nicht „Rezepte“ sein sollten. Diese Tendenz war bei der DIN 4109:1989 und ihrem Beiblatt 1 stark ausgeprägt (und kam zweifellos auch dem damaligen Bedürfnis vieler Anwender entgegen). Ein wirkliches Verständnis für die Zusammenhänge der Bauakustik konnte damit nicht geweckt werden. Das war auch nicht die Intention der Nachweisverfahren. Im Gegensatz dazu lässt sich anhand der Berechnungsverfahren der DIN 4109-2 und der Angaben im Bauteilkatalog ableiten und aufzeigen, wie baulicher Schallschutz funktioniert und Eingang in die Planung finden kann. Die elementaren Ansätze der neuen Berechnungsverfahren orientieren sich an den physikalischen Grundsätzen der Bauakustik und fördern somit eine auf Verstehen basierende Planung und Auslegung des baulichen Schallschutzes. Dem will das „Handbuch zu DIN 4109“ dadurch Rechnung tragen, dass es die Berechnungsverfahren ausführlich erläutert und für den an den akustischen Voraussetzungen interessierten Leser auch die dafür geltenden Grundlagen erläutert. Dem didaktischen Aspekt der neuen DIN 4109 wollen die Autoren damit Geltung verschaffen. Ergänzend wird auch auf die detaillierten frequenzabhängigen Berechnungsverfahren der EN 12354 eingegangen, so dass sich die in der DIN 4109-2 verwendeten Ansätze erschließen. Bei Bedarf werden auch alternative oder ergänzende Methoden beschrieben, um dem Anwender dort, wo die DIN 4109 (noch) Lücken hat, Lösungsansätze zu nennen.

Die Nennung weiterführender Literatur ermöglicht eine vertiefte Beschäftigung mit den behandelten Themenbereichen. Wo es aktuell noch Regelungsbedarf in der neuen Norm gibt, wird dieser benannt und durch Hinweise für die Ergänzung und Weiterentwicklung der Norm konkretisiert. Auf Fehler und notwendige Korrekturen in den aktuellen Normdokumenten wird an den entsprechenden Stellen hingewiesen. Auf Probleme bei der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 4109 nach der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) vom August 2017 wird ebenfalls eingegangen.

Damit stellt das „Handbuch zu DIN 4109“ mehr als nur einen Kommentar dar. Es versteht sich als kritische Auseinandersetzung mit der neuen Norm, als ein Nachschlagewerk zu Fragen ihrer praktischen Anwendung und als Einführung in planungsorientierte Prognoseverfahren und deren Grundlagen. Es wendet sich an alle, die mit dem baulichen Schallschutz zu tun haben: Bauingenieure, Architekten, Bauakustiker, Bauphysiker, Sachverständige, Baustoffhersteller, Bauindustrie, ausführende Firmen, Mitarbeiter von Baubehörden, aber auch Lehrende und Studierende an Hochschulen, die sich mit dieser Materie beschäftigen. Da bei der Vermittlung bauakustischer Grundlagen an Hochschulen die DIN 4109 erfahrungsgemäß eine wichtige Rolle spielt, oft sogar Kernthema der Curricula ist, wird von den Autoren gerne darauf hingewiesen, dass die Berechnungsverfahren der neuen DIN 4109 im Gegensatz zur bisherigen DIN 4109 nun einen didaktisch sinnvollen Zugang zur Bauakustik und den entsprechenden Zusammenhängen ermöglichen. Vor allem die die akustischen Grundlagen betreffenden Ausführungen dieses Buches mögen in diesem Zusammenhang gesehen werden.

In seinem Gliederungsaufbau folgt das „Handbuch zu DIN 4109“ nach den einführenden Kapiteln der Gliederung der DIN 4109 mit den jeweiligen Normteilen. So ist anhand des Inhaltsverzeichnisses eine schnelle Orientierung zu den einzelnen Normteilen und den dazugehörigen behandelten Themen möglich. Eine genauere Suche nach bestimmten Themen ermöglicht das umfangreiche Stichwortverzeichnis. Als „Handbuch“ muss das Buch nicht von vorne nach hinten durchgearbeitet werden. Vielmehr können einzelne Themen separat herausgegriffen werden. Querverweise auf andere Kapitel versuchen, die erforderlichen Zusammenhänge herzustellen. Damit bei den Verweisen zwischen Abschnitten aus dem Handbuch und Abschnitten aus Normendokumenten unterschieden werden kann, werden Abschnitte aus dem Handbuch nur mit deren Abschnittsnummer genannt. Bei Abschnitten aus Normendokumenten wird dagegen auf „Abschnitt x.y.z.“ verwiesen.

Seit dem erstmaligen Erscheinen der neuen DIN 4109 im Jahr 2016 sind im Januar 2018 so genannte „konsolidierte Fassungen“ der Normteile DIN 4109-1 und DIN 4109-2 erschienen, die einige Änderungen und Korrekturen enthalten. Dem „Handbuch zu DIN 4109“ liegen diese derzeit aktuellsten Fassungen zugrunde.

In das „Handbuch zu DIN 4109“ sind die Erfahrungen der Autoren aus vielen Jahren der Normungsarbeit und aus der langjährigen Beschäftigung mit zahlreichen Fragestellungen der Bauakustik eingeflossen. Selbstverständlich haben die Autoren die Akzente aus ihren eigenen Erfahrungsbereichen und Interessengebieten heraus gesetzt, so dass nicht erwartet werden kann, dass alle Norminhalte mit derselben Intensität und Tiefe behandelt werden. So sind beispielsweise die Geräusche gebäudetechnischer Anlagen im Vergleich zu anderen Themen ausführlicher behandelt worden, was aber dadurch entschuldigt werden mag, dass gerade dort in anderen Publikationen die wenigsten Hinweise zu finden sind.

Mit dem „Handbuch zu DIN 4109“ hoffen die Autoren, nicht nur einen Beitrag zum Verständnis und zur Anwendung dieses Regelwerkes zu liefern, sondern auch Impulse für die Diskussion dieser Norm und deren Weiterentwicklung zu geben.

Benutzerhinweise

Um den Lesern die Nutzung des Handbuchs zu erleichtern, wurden Textzitate aus DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ gesondert hervorgehoben:

Zitat aus DIN 4109

Die gekennzeichneten Zitate entstammen den bei Drucklegung gültigen Ausgaben 2018-01 und 2016-07 sowie historischen Normen und Normenentwürfen von DIN 4109.

Zitate aus anderen Quellen – dazu zählen auch alle weiteren Normen, ausgenommen DIN 4109 – sind durch einen senkrechten grauen Balken am linken Rand gekennzeichnet:

Zitat aus anderer Quelle

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----|
| 1 | Einführung | 1 |
| 1.1 | Aufgabe und Bedeutung der DIN 4109 | 1 |
| 1.2 | DIN 4109 einst und jetzt | 5 |
| 1.3 | Neuerarbeitung der DIN 4109: Hintergründe und Vorgehensweise | 6 |
| 1.3.1 | Europäische Entwicklung | 6 |
| 1.3.2 | Konsequenzen für das deutsche Normungskonzept der DIN 4109 | 8 |
| 1.3.3 | Umsetzung in Deutschland | 10 |
| 1.4 | Konzept und Gliederung der DIN 4109 | 14 |
| 1.4.1 | Konzeption der DIN 4109 und des genormten baulichen Schallschutzes | 14 |
| 1.4.2 | Gliederung der DIN 4109 | 16 |
| 2 | Grundbegriffe und Kenngrößen der Bauakustik | 20 |
| 2.1 | Grundbegriffe | 20 |
| 2.2 | Kenngrößen für den Luftschall | 21 |
| 2.3 | Kenngrößen für den Trittschall | 23 |
| 2.4 | Kenngrößen für Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen | 24 |
| 2.5 | Kenngrößen und Begriffe für den Außenlärm | 25 |
| 2.6 | Sonstige Kenngrößen | 26 |
| 3 | DIN 4109-1: Anforderungen | 27 |
| 3.1 | Grundsätzliche Aspekte der Schallschutzanforderungen | 27 |
| 3.1.1 | Formulierung und Festlegung von Anforderungen | 27 |
| 3.1.2 | Schutzziele für den baulichen Schallschutz und für die DIN 4109 | 41 |
| 3.1.3 | Anwendungsbereich der DIN 4109-1 | 63 |
| 3.1.4 | Geltungsbereich und rechtliche Relevanz der DIN 4109-1 | 75 |
| 3.1.5 | Bauaufsichtliche Einführung der DIN 4109 und Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2017-08 (MVV TB) | 91 |
| 3.2 | Grundlagen Schallschutz im (Wohnungs-)Bau | 102 |
| 3.2.1 | Schalldämmung oder Schallschutz | 102 |
| 3.2.2 | Entwicklung zum Stand des Schallschutzes im Wohnungsbau | 111 |
| 3.2.3 | Was kann mit derzeit üblichen Baukonstruktionen im mehrgeschossigen Wohnungsbau und bei Reihenhäusern erreicht werden? | 117 |
| 3.2.4 | Erhöhter Schallschutz und Schallschutzklassen | 118 |
| 3.2.5 | Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich | 125 |
| 3.3 | Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung in Gebäuden mit Wohn- oder Arbeitsbereichen | 126 |
| 3.3.1 | Allgemeines aus DIN 4109-1 | 126 |
| 3.3.2 | Anforderungen an die Schalldämmung in Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden und gemischt genutzten Gebäuden | 131 |
| 3.3.3 | Anforderungen zwischen Einfamilien-Reihenhäusern und zwischen Einfamilien-Doppelhäusern | 138 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.4 | Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung in Nichtwohngebäuden | 141 |
| 3.5 | Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen | 149 |
| 3.5.1 | Festlegung der Anforderungen an den Außenlärm | 149 |
| 3.5.2 | Behandlung von Schienenverkehrslärm in DIN 4109-1 und DIN 4109-2 | 154 |
| 3.6 | Anforderungen an Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Gewerbebetrieben | 155 |
| 3.6.1 | Einführung und Grundlagen | 155 |
| 3.6.2 | Anforderungsgrößen | 172 |
| 3.6.3 | Anforderungen an Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Gewerbebetrieben in fremden schutzbedürftigen Räumen | 194 |
| 3.6.4 | Anforderungen an Armaturen und Geräte der Trinkwasser-Installation | 235 |
| 3.6.5 | Anforderungen an Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen in der eigenen Wohnung, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen im eigenen Wohnbereich | 247 |
| 3.6.6 | Erhöhter Schallschutz bei gebäudetechnischen Anlagen | 260 |
| 3.7 | Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen | 265 |
| 4 | DIN 4109-2: Rechnerische Nachweise | 271 |
| 4.1 | Einführung zu den neuen Berechnungsverfahren | 271 |
| 4.1.1 | DIN 4109-2 als Planungs- und Nachweisinstrument | 271 |
| 4.1.2 | Ausgangspunkt: EN 12354 | 273 |
| 4.1.3 | Berechnungsmodelle | 275 |
| 4.1.4 | Validierung für DIN 4109 und Erfahrungen mit EN 12354 | 282 |
| 4.1.5 | Verwendung und Behandlung von Daten | 291 |
| 4.1.6 | Sicherheitskonzept der DIN 4109 | 295 |
| 4.2 | Luftschalldämmung: Berechnung und Nachweise | 306 |
| 4.2.1 | Grundlagen für die Berechnung der Luftschalldämmung | 306 |
| 4.2.2 | Nachweise für die Luftschalldämmung im Massivbau | 342 |
| 4.2.3 | Nachweise für die Luftschalldämmung: zweischalige Haustrennwände | 358 |
| 4.2.4 | Nachweise für die Luftschalldämmung im Holz-, Leicht- und Trockenbau | 365 |
| 4.2.5 | Nachweise für die Luftschalldämmung: Mischbauweisen/Skelettbau | 367 |
| 4.3 | Trittschalldämmung: Berechnung und Nachweise | 369 |
| 4.3.1 | Grundlagen der Trittschallübertragung und der Trittschalldämmung | 369 |
| 4.3.2 | Berechnungsverfahren für Trittschallübertragung und Trittschalldämmung .. | 388 |
| 4.4 | Nachweis für den Außenlärm | 448 |
| 4.4.1 | Berechnung des gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes $R'_{w,ges}$ von Außenbauteilen | 448 |
| 4.4.2 | Berücksichtigung unterschiedlicher Außenlärmpegel an der Fassade eines Empfangsraumes | 452 |
| 4.4.3 | Fugen | 453 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4.4 | Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels | 455 |
| 4.5 | Geräusche gebäudetechnischer Anlagen und aus Betrieben: Berechnung und Nachweise | 459 |
| 4.5.1 | Einführung und Grundlagen | 459 |
| 4.5.2 | Berechnungsverfahren für Luftschallquellen | 467 |
| 4.5.3 | Berechnungsverfahren für Körperschallquellen | 475 |
| 4.5.4 | Berechnung der Übertragung über Kanäle und Rohrleitungen | 495 |
| 4.5.5 | Geräusche aus Betrieben | 497 |
| 4.6 | Durchführung von rechnerischen Nachweisen | 497 |
| 4.6.1 | Einsatz von Berechnungssoftware | 497 |
| 4.6.2 | Berechnungsbeispiele | 504 |
| 4.6.3 | Hinweise für besondere Bausituationen | 508 |
| 5 | DIN 4109-31 bis -36: Bauteilkatalog | 512 |
| 5.1 | Einführung | 512 |
| 5.1.1 | Ausgangspunkt für den Bauteilkatalog | 512 |
| 5.1.2 | Historische Entwicklung des Bauteilkatalogs in DIN 4109 | 513 |
| 5.1.3 | Erarbeitung des Bauteilkatalogs | 515 |
| 5.1.4 | Vollständigkeit und Weiterentwicklung des Bauteilkatalogs | 516 |
| 5.1.5 | Daten im Bauteilkatalog | 519 |
| 5.1.6 | Musterlösungen | 525 |
| 5.1.7 | Darstellung von Daten im Bauteilkatalog | 526 |
| 5.1.8 | Rechenwerte im Bauteilkatalog? | 528 |
| 5.1.9 | Verbindlichkeit der Daten aus dem Bauteilkatalog | 529 |
| 5.2 | DIN 4109-31: Rahmendokument | 530 |
| 5.2.1 | Die Aufgabe der DIN 4109-31 | 530 |
| 5.2.2 | Regelungen und Hinweise | 530 |
| 5.2.3 | Gliederung der Abschnitte in DIN 4109-32 bis DIN 4109-36 | 533 |
| 5.3 | DIN 4109-32: Massivbau | 537 |
| 5.3.1 | Direktschalldämm-Maß einschaliger Bauteile | 537 |
| 5.3.2 | Direktschalldämm-Maß einschaliger entkoppelter Bauteile | 540 |
| 5.3.3 | Zweischalige Haustrennwände | 542 |
| 5.3.4 | Massive Außenwände mit Vormauerung | 548 |
| 5.3.5 | Massive Dächer | 550 |
| 5.3.6 | Massive Decken | 550 |
| 5.3.7 | Massive Treppen | 552 |
| 5.3.8 | Stoßstellendämm-Maße | 558 |
| 5.4 | DIN 4109-33: Holz-, Leicht- und Trockenbau | 577 |
| 5.4.1 | Grundlagen | 577 |
| 5.4.2 | Direktschalldämmung | 579 |
| 5.4.3 | Flankenschalldämmung | 603 |
| 5.4.4 | Ausblick für DIN 4109-33 | 618 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.5 | DIN 4109-34: Vorsatzkonstruktionen | 618 |
| 5.5.1 | Bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes ΔR_w von Vorsatzkonstruktionen | 619 |
| 5.5.2 | Trittschallminderung | 626 |
| 5.6 | DIN 4109-35: Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden | 629 |
| 5.7 | DIN 4109-36: Gebäudetechnische Anlagen | 632 |
| 5.7.1 | Einführung und Übersicht | 632 |
| 5.7.2 | Abschnitt 5: Gewerkeübergreifende Hinweise zum Schallschutz gebäudetechnischer Anlagen | 636 |
| 5.7.3 | Abschnitt 6: Sanitärtechnische Anlagen | 636 |
| 5.7.4 | Anhang A: Hinweise zu weiteren gebäudetechnischen Anlagen | 673 |
| 5.7.5 | Weiterentwicklung von DIN 4109-36 | 679 |
| 6 | DIN 4109-4: Bauakustische Prüfungen | 683 |
| 6.1 | Einführung | 683 |
| 6.2 | Anwendungsbereich und Regelungsumfeld | 683 |
| 6.3 | Entwicklung der messtechnischen Hinweise in der DIN 4109 | 686 |
| 6.4 | Allgemeines | 688 |
| 6.4.1 | Frühere Ausgaben | 688 |
| 6.4.2 | Normative Verweise in DIN 4109-4 | 688 |
| 6.4.3 | Begriffe und Symbole in DIN 4109-4 | 689 |
| 6.4.4 | Allgemeines in Abschnitt 4 | 690 |
| 6.4.5 | Behandlung der Unsicherheit in DIN 4109-4 | 691 |
| 6.5 | Labormessungen | 695 |
| 6.5.1 | Allgemeine Regeln | 695 |
| 6.5.2 | Nationale Ergänzungen für Prüfungen im Prüfstand | 697 |
| 6.5.3 | Bauakustische Messungen an Bauteilen | 702 |
| 6.5.4 | Messungen an gebäudetechnischen Anlagen | 704 |
| 6.6 | Baumessungen | 708 |
| 6.6.1 | Allgemeines | 708 |
| 6.6.2 | Schalldämmung und Schallschutz in Gebäuden | 710 |
| 6.6.3 | Gebäudetechnische Anlagen und baulich verbundene Gewerbebetriebe | 717 |
| 6.7 | Anhang C: Ermittlung des maßgeblichen Außengeräuschpegels durch Messungen | 729 |
| | Anhang: Kenngrößentabelle | 731 |
| | Literatur | 740 |
| | Stichwortverzeichnis | 771 |

1 Einführung

1.1 Aufgabe und Bedeutung der DIN 4109

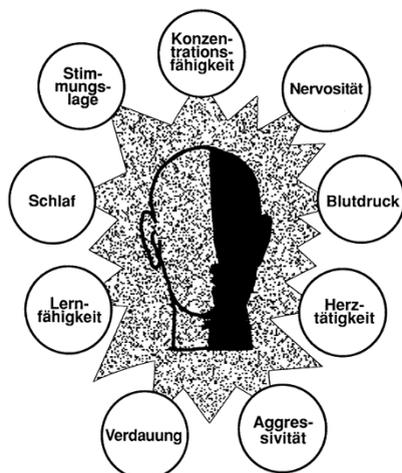
Lärm

Geräusche sind allgegenwärtig, aber nicht alle sind erwünscht. Wenn Geräusche eine beeinträchtigende Wirkung auf den Menschen haben, werden sie als Lärm bezeichnet [122]. Durch Lärm kann es zu vielerlei Beeinträchtigungen kommen (siehe Bild 1.1). Als Beeinträchtigungen werden Auswirkungen von Geräuschbelastungen bezeichnet, die das körperliche, seelische oder soziale Wohlbefinden mindern oder zu Krankheiten führen. Bei den Lärmwirkungen werden aurale und extra-aurale Wirkungen unterschieden. Aurale Wirkungen sind solche, die direkt das Gehör betreffen (z.B. Hörminderungen), extra-aurale Wirkungen treten außerhalb des Gehörs auf. Zu ihnen zählen:

- vegetative Reaktionen (z.B. Einflüsse u. a. auf den Kreislauf, die Atmung, die Muskelanspannung, Funktionen des Magen-Darm-Kanals)
- Beeinträchtigung des Schlafes
- Beeinträchtigung der Erholung und Entspannung
- Beeinträchtigung der Kommunikation
- (kognitive) Leistungsstörungen
- Auswirkungen auf das Wohn- und Sozialverhalten

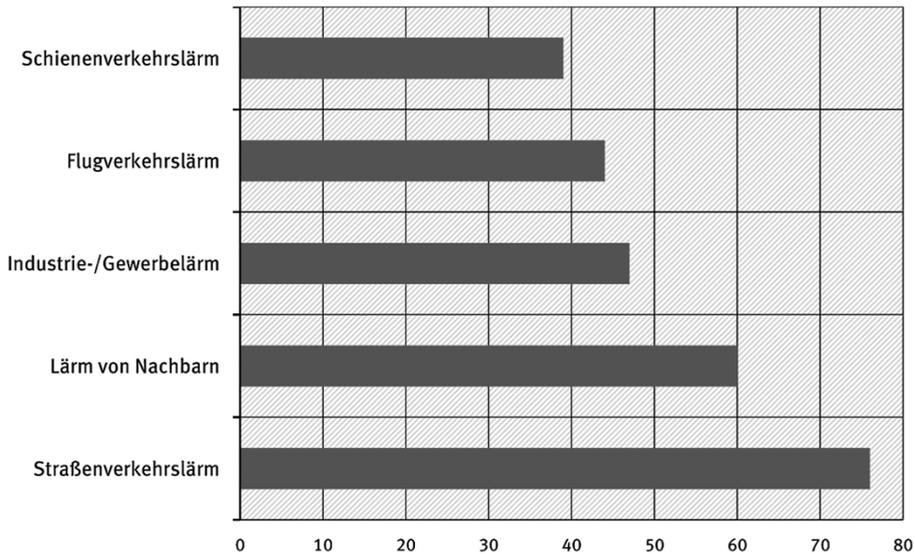
Der Schutz vor Lärm besitzt deshalb einen hohen Stellenwert. Eine Übersicht über Lärmbelastigungen und Lärmwirkungen findet sich z. B. in [165] und [166].

In regelmäßigen Abständen werden vom Umweltbundesamt Daten zur Lärmbelastigung in Deutschland erhoben. Die aktuellen Daten von 2016 zeigt Bild 1.2.



Quelle: Autoren

Bild 1.1: Einige Auswirkungen vom Lärm



Quelle: Umweltbundesamt 2017

Bild 1.2: Lärmbelästigung in Deutschland 2016 (Angaben in Prozent)

Im Jahr 2016 nannten 76 % der Befragten Straßenverkehrslärm als Ursache von Störungen oder Belästigungen in ihrem Wohnumfeld. Nach dem Straßenverkehrslärm steht der Lärm von Nachbarn an zweiter Stelle der stärksten Lärmursachen. 59% der Bewohner fühlen sich durch Lärm aus der Nachbarschaft beeinträchtigt. Zu vergleichbaren Ergebnissen führten auch die früheren Erhebungen. Schon 2002 hieß es dazu in [167].

Auffällig ist die hohe Zahl derjenigen, die durch ihre Nachbarn gestört und belästigt werden. Diese Lärmquelle ist mittlerweile die zweitwichtigste Belästigungsursache.

Schallschutz im Hochbau in der Normung

Ohne Zweifel kommt dem Schallschutz von Gebäuden angesichts der Fakten zur Lärmbelästigung eine hohe Bedeutung zu. Nicht nur der Nachbarschaftslärm, sondern auch der Straßenverkehrslärm weist auf die Notwendigkeit von Schallschutzmaßnahmen in und an Gebäuden hin. Wenn vom Schallschutz im Hochbau gesprochen wird, sind somit zwei Aspekte zu betrachten:

- Die Schutzwirkung des Gebäudes gegenüber Lärm von außen (z. B. Verkehrslärm, Industrie- und Gewerbelärm, Sport- und Freizeitlärm)
- Die Schutzwirkung des Gebäudes gegen Lärm von innen (Nachbarschaftsgeräusche, gebäudetechnische Anlagen)

Daraus ergeben sich die Aufgaben der Bauakustik, die die Planung, Auslegung und technische Realisierung von Schallschutzmaßnahmen im und am Gebäude beinhalten.

Bauakustik hat in Deutschland eine lange Tradition, die sich schon früh auch in bauakustischer Normung niedergeschlagen hat (siehe 1.2). So spielt die DIN 4109 seit Jahrzehnten eine prägende Rolle für den baulichen Schallschutz in Deutschland. Das liegt nicht nur daran, dass diese Norm durch die bauaufsichtliche Einführung im öffentlich-rechtlichen Bereich die Aufgabe übernommen hat, die Anforderungen zu formulieren und die bauaufsichtlich geforderten Schallschutznachweise zu regeln, sondern auch daran, dass sie bei der Planung des baulichen Schallschutzes eine wesentliche Rolle spielt.

Um der Fürsorgepflicht des Staates und dem Schutzanspruch der Bevölkerung Rechnung zu tragen, werden an den baulichen Schallschutz bauaufsichtliche Anforderungen gestellt. Die Musterbauordnung (MBO) [145] sagt dazu:

Gebäude müssen einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. Geräusche, die von ortsfesten Einrichtungen in baulichen Anlagen oder auf Baugrundstücken ausgehen, sind so zu dämmen, dass Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.

Auch durch europäische Vorgaben werden an den baulichen Schallschutz (allgemeine) Anforderungen gestellt. Im „Grundlagendokument 5 Schallschutz“ von 1990 [135] heißt es:

Das Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass der von den Bewohnern oder in der Nähe befindlichen Personen wahrgenommene Schall auf einem Pegel gehalten wird, der nicht gesundheitsgefährdend ist und bei dem zufriedenstellende Nachtruhe-, Freizeit- und Arbeitsbedingungen sichergestellt sind.

Das ist dieselbe Formulierung, auf die sich auch die Bauproduktenverordnung von 2011 [136] bezieht und auf die sich DIN 4109-1:2016 in der Einleitung beruft.

Schon von Anfang an hat die DIN 4109 die Aufgabe übernommen, die von staatlicher Seite im Zuge des Bauordnungsrechtes gestellten Anforderungen an den baulichen Schallschutz zu formulieren. Darin wurde auch ihre wichtigste Aufgabe gesehen. Um den Festlegungen der DIN 4109 Rechtsgeltung zu verschaffen, die eine Norm per se nicht besitzt, wurde die DIN 4109 durch so genannte Einführungserlasse als Technische Baubestimmung in das Bauordnungsrecht der Bundesländer übernommen. Durch die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) vom 31.08.2017 [146] (siehe 3.1.5) sind auch die Anforderungen aus DIN 4109-1:2016 zur Übernahme in den Bestand der Technischen Baubestimmungen vorgesehen worden.

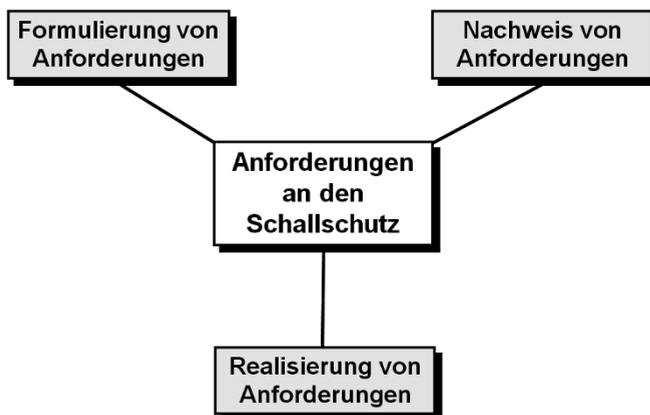
Anforderungen der DIN 4109 sind deshalb Mindestanforderungen, die nicht unterschritten werden dürfen. Oft wurden sie auch als diejenigen Anforderungen betrachtet, die vertragsrechtlich geschuldet werden. Doch ist die vertraglich geschuldete Qualität des Schallschutzes nicht automatisch diejenige der Anforderungen aus DIN 4109 (siehe 3.1.4). Im zivilrechtlichen Bereich kann der geschuldete Schallschutz derjenige der DIN 4109 sein, muss es aber nicht und ist es immer seltener. Die Bedeutung der DIN 4109 als Anforderungsnorm muss im bauordnungsrechtlichen Bereich also anders bewertet werden als im privatrechtlichen Bereich. Immer wieder gerieten die Anforderungen der DIN 4109

in die Kritik, da von ihnen neben der Festlegung von Mindestanforderungen, die seit DIN 4109-1:2016 auch in der Norm wieder so heißen, auch die Erfüllung weitergehender Ansprüche erwartet wurde, die im privatrechtlichen Bereich anzusiedeln sind, wie z. B.

- Darstellung eines „üblichen“ Schallschutzes
- Beschreibung der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) für den baulichen Schallschutz
- Herstellung von Rechtssicherheit
- Beschreibung eines zeitgemäßen Schallschutzes aus der Sicht der Bewohner.

Dieser Doppelrolle als bauordnungsrechtlich referenzierter Norm für den Mindestschallschutz und als Regelwerk zum privatrechtlich geschuldeten Schallschutz konnte die DIN 4109 schon lange nicht mehr gerecht werden (siehe dazu die einschlägigen Urteile des BGH [158], [159] und die Ausführungen in 3.1.4).

Wenn über die DIN 4109 diskutiert wurde, dann fast immer über deren Anforderungen. Schon seit langem gehen die Norminhalte der DIN 4109 aber über die Festlegung von Anforderungen hinaus. Wenn Anforderungen gestellt werden, dann muss auch sichergestellt werden, dass sie eingehalten werden können. Dazu gehört, dass das geforderte Schallschutzniveau bautechnisch realisiert und die Erfüllung der Anforderungen nachgewiesen werden kann (siehe Bild 1.3). Die DIN 4109 hat deshalb schon früh Hinweise für Planung und Ausführung gegeben und später auch die rechnerischen und messtechnischen Nachweise geregelt. Dazu wurde ein komplettes Nachweissystem etabliert und in die DIN 4109 implementiert.



Quelle: Autoren

Bild 1.3: Aufgabenbereiche der DIN 4109

So wurde die DIN 4109 schon mit der Ausgabe von 1962 ein mehrteiliges Normenwerk und erreichte mit DIN 4109:1989, zusammen mit den Beiblättern 1 und 2, einen Anwendungsbereich, der über die Anforderungen hinaus große Teile des baulichen Schallschutzes umfasste. In dieser Rolle wurde sie dadurch bekräftigt, dass mit DIN 4109:1989 und ihrem Beiblatt 1 neben den Anforderungen auch die rechnerischen Nachweise zusammen mit den

dafür benötigten Ausführungsbeispielen bauaufsichtlich in Bezug genommen wurden. Damit wurde sie zum maßgeblichen Regelwerk für den baulichen Schallschutz. Durch die Herausgabe des Normenpakets von 2016 wurde diese Rolle als zentrales bauakustisches Regelwerk noch einmal gestärkt.

1.2 DIN 4109 einst und jetzt

Im Jahr 2018 sind seit dem Erscheinen der DIN 4110 [43] genau 80 Jahre vergangen. Als diese Norm 1938 bekannt gegeben wurde, war sie die erste deutsche Norm, die sich mit dem baulichen Schallschutz beschäftigte und zahlenmäßige Festlegungen für die Luft- und Trittschallübertragung traf. Was damals mit einem Umfang von etwa einer Seite begonnen hatte, endete (vorläufig) mit DIN 4109:2016 auf 381 Seiten, verteilt auf neun einzelne Normteile ([31] bis [39]). Alleine diese quantitative Betrachtung lässt erahnen, dass der normativ geregelte bauliche Schallschutz einer ständigen Entwicklung und Erweiterung seines Anwendungsbereichs unterworfen war. Von den ersten Festlegungen zum Schallschutz bis zum heutigen Stand ist – dann unter dem Namen DIN 4109 – ein Normenwerk geworden, das nicht nur die Anforderungen festlegt, sondern auch messtechnische und rechnerische Nachweise behandelt, Bauteildaten („Ausführungsbeispiele“) nennt und Hinweise für die Planung und Ausführung gibt. Damit hat sich diese Norm schrittweise von der Sicherstellung des Schutzanspruchs aus staatlicher Sicht zum zentralen Regelwerk des baulichen Schallschutzes entwickelt, das nicht nur für den staatlich geregelten Bereich das Anforderungs- und Nachweiskonzept liefert, sondern auch für die bauakustische Planung ein modernes und leistungsfähiges Werkzeug darstellt.

Einige wichtige Etappen auf diesem Weg seien herausgegriffen:

- DIN 4110:1938 bildete als „Technische Bestimmungen für die Zulassung neuer Bauweisen“ den Anfang der normativen Regelungen für den baulichen Schallschutz.
- DIN 4109:1944 [4] war die erste eigene Norm zum baulichen Schallschutz und begründete unter dem erstmals verwendeten Namen DIN 4109 die Tradition dieser Norm.
- DIN 4109:1962 [5] führte mit insgesamt 5 Blättern zur ersten großen Neufassung der DIN 4109 und wurde bauaufsichtlich eingeführt.
- Die Normentwürfe zu DIN 4109 von 1979 [11] und 1984 [15] stellten den Versuch dar, in 5 bzw. 6 Normteilen die Normeninhalte in zeitgemäßer Form neu zu gliedern und zu erweitern.
- DIN 4109:1989 [21] erhielt zusammen mit den Beiblättern 1 [22] und 2 [23] eine neue Struktur und enthielt zum ersten Mal rechnerische Nachweise für den Massiv- sowie den Skelett- und Holzbau. Dazu wurden die benötigten Bauteildaten in Form von „Ausführungsbeispielen“ bereitgestellt. In die Norm wurde ein Nachweissystem mit Eignungs- und Güteprüfungen implementiert.
- Mit DIN 4109:2016 wurde die DIN 4109 an die europäischen Normen des baulichen Schallschutzes angepasst und erfuhr eine komplette Neugestaltung.

Man erkennt, dass etwa alle 25 Jahre (1938/1962/1989/2016) wesentliche Schritte zur Weiterentwicklung der Norm erfolgten.

Dieser kurze Überblick möge hier genügen. Für eine eingehende Beschäftigung mit der historischen Entwicklung der DIN 4109 sei auf die umfassenden Darstellungen von Kutzer [168] und Sälzer [169], die die Entwicklung bis zur DIN 4109:1989 beschreiben, und die systematische Zusammenstellung von Moll [170], die die Entwicklung bis zum Jahr 2001 verfolgt, verwiesen.

Detaillierte Betrachtungen der historischen Entwicklung bestimmter Themenbereiche der DIN 4109, die in dieser Art nicht in der Literatur zu finden sind, erfolgen in einzelnen Abschnitten des Handbuches. Diese Darstellungen verfolgen das Ziel, zu bestimmten Fragestellungen den Hintergrund zu beleuchten, der zu den heutigen Regelungen geführt hat, so dass aus der historischen Entwicklung heraus ein Verständnis für den aktuellen Stand der Norm entwickelt werden kann.

1.3 Neuerarbeitung der DIN 4109: Hintergründe und Vorgehensweise

1.3.1 Europäische Entwicklung

Seit Juli 2016 liegt die DIN 4109 als völlig überarbeitetes Normenpaket in insgesamt neun Teilen vor. Der Anstoß für die Überarbeitung wurde bereits 1988 durch die europäische Bauproduktenrichtlinie [134], [171] gegeben. Aus der Intention, Regelwerke für Produkte und auch Dienstleistungen des Baubereichs innerhalb der damaligen Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) zu harmonisieren, wurden die maßgeblichen Vorgaben für die Harmonisierung festgelegt. In Anhang I der Richtlinie wurde gefordert, dass die Bauprodukte so beschaffen sein müssen, dass aus ihnen Bauwerke errichtet werden können, die unter der Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich sind. Dazu wurden die wesentlichen Anforderungen an Bauwerke formuliert:

- 1) Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- 2) Brandschutz
- 3) Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- 4) Nutzungssicherheit
- 5) Schallschutz
- 6) Energieeinsparung und Wärmeschutz.

Während sich diese wesentlichen Anforderungen an Gebäude richteten, lag der Anwendungsbereich der Richtlinie bei den Bauprodukten. Es war ein Zusammenhang zwischen den Anforderungen an Gebäude und den Anforderungen an Bauprodukte herzustellen. Dafür waren die so genannten Grundlagendokumente zuständig, aus denen sich die Verbindungen zwischen Normungsmandaten und wesentlichen Anforderungen ergaben und die die Anforderungen weiter präzisieren sollten.

Die Grundlagendokumente sollten auch die Vorgaben für Berechnungsverfahren und technische Entwurfsregeln festlegen, mit denen der Zusammenhang zwischen Bauprodukten und kompletten Gebäuden so hergestellt werden konnte, dass die Gebäude den wesentlichen Anforderungen entsprechen.

Unter den wesentlichen Anforderungen findet sich auch der bauliche Schallschutz, für den die erforderlichen Präzisierungen im „Grundlagendokument 5 Schallschutz“ (1990) [135]

vorgenommen wurden. Als zu behandelnde akustische Eigenschaften von Bauprodukten wurden festgelegt:

- direkte Luftschalldämmung
- Flanken-Luftschalldämmung
- direkte Übertragung von Trittschall
- Flankenübertragung von Trittschall
- Trittschallminderung
- Schallabsorption verschiedener Produkte
- Geräuschverhalten von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation
- Geräuschverhalten von Produkten der Abwasserinstallation
- Schalleistungspegel fest eingebauter Ausrüstungen (auch Körperschall-Emissionspegel).

Für diese Eigenschaften sollten geeignete Messverfahren zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus wurden Verfahren zur Ermittlung von Einzahlangaben für Produkte gefordert, die folgender Vorgabe genügen sollten: „Beschreibung der Leistung der Produkte durch einen einzigen Wert, der dem Lärm entspricht, vor dem geschützt werden soll.“ Für die schon in der Bauproduktenrichtlinie genannten Berechnungsverfahren wurden folgende Aufgabenbereiche festgelegt:

- Dämmung gegen Außenlärm
- Dämmung gegen Lärm aus anderen umbauten Räumen
- Übertragung von Trittschall
- Schalldruckpegel von technischen Anlagen
- Nachhallzeit oder Schallabsorptionsfläche
- Schalldruckpegel außerhalb eines Bauwerks.

Die durch das Grundlagendokument Schallschutz vorgegebenen Aufgaben wurden beim Europäischen Komitee für Normung CEN (European Committee for Standardization/Comité Européen de Normalisation) im Technischen Komitee TC 126 (Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden) bearbeitet. Dafür wurden 7 Arbeitsgruppen (Working groups WG) eingerichtet:

- WG 1: Methods for measuring the sound insulation of building elements and the acoustic performance of buildings
- WG 2: Prediction of the acoustic performance of buildings from the performance of products
- WG 3: Laboratory test of noise from hydraulic equipment used in water installations
- WG 4: Single number rating of the acoustic performance of buildings and building products
- WG 5: Coordination of the replies to be given to product TCs
- WG 6: Laboratory measurement of flanking transmission
- WG 7: Laboratory measurement of noise from waste water installations.

Bei den Messverfahren konnte zu einem großen Teil auf schon bestehende internationale Normen zurückgegriffen werden, die bei Bedarf zu adaptieren oder zu aktualisieren waren [172]. Zum Teil aber mussten auch neue Verfahren entwickelt werden, um neue Kenngrößen wie das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} ermitteln zu können, die in den neuen Berechnungsverfahren benötigt wurden. Bei den Bewertungsverfahren zur Ermittlung von Einzahlwerten standen sich zwei verschiedene Konzepte gegenüber: In vielen Ländern, auch in Deutschland, wurden bewertete Schalldämm-Maße nach dem Bezugskurvenverfahren der ISO 717 verwendet. Vor allem in Frankreich wurde für die Einzahlwerte stattdessen eine für bestimmte Geräuschkennlinien definierte A-bewertete Schallpegeldifferenz herangezogen. Als Kompromiss wurden beide Konzepte beibehalten, die über die neu definierten Spektrumanpassungswerte miteinander verknüpft werden konnten. Bei den Berechnungsverfahren wurde keines der in Europa schon bestehenden Verfahren übernommen, so dass hier ein Neuanfang erforderlich war.

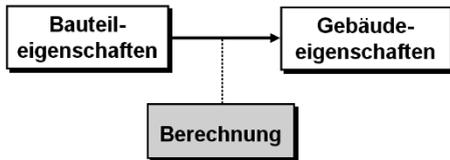
1.3.2 Konsequenzen für das deutsche Normungskonzept der DIN 4109

Die Umsetzung der Vorgaben des „Grundlagendokuments Schallschutz“ führte zu wesentlichen Veränderungen gegenüber der bisherigen Praxis der DIN 4109. Schon in einem sehr frühen Stadium der Erarbeitung der europäischen Regelwerke zeigte sich, dass eine Besonderheit des deutschen Regelwerkes im Umkreis der DIN 4109 nicht durchsetzbar war: der Prüfstand mit bauähnlicher Flankenübertragung, wie er in DIN 52210 Teil 2 [61] beschrieben wurde und der für die Bauteilkennzeichnung im Massivbau für die Luftschalldämmung zur Kenngröße $R'_{w,R}$ und für die Trittschalldämmung zur Kenngröße $L'_{n,w,R}$ führte. Diese Größen waren auch noch in der DIN 4109:1989 die maßgeblichen Größen zur Beschreibung der Bauteileigenschaften und damit bis zum Erscheinen der DIN 4109:2016 in Gebrauch. Man kann sie ohne Zweifel als Fundament der Nachweise der DIN 4109:1989 bezeichnen. Als klar war, dass diese deutsche Besonderheit auf europäischer Ebene nicht durchsetzbar war, geriet dieses Fundament ins Wanken.

Zwei unvereinbare Philosophien verbargen sich hinter den heftig geführten Diskussionen:

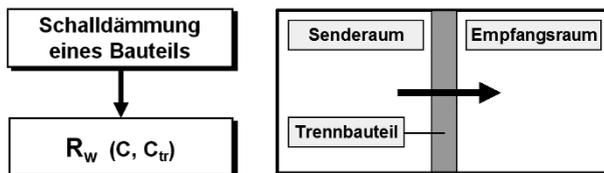
- Kennwerte für Wände und Decken im Massivbau enthielten in DIN 4109 eine bereits im Messverfahren nach DIN 52210-2 [61] festgelegte Flankenübertragung, „wie sie bei üblichen massiven Wohnbauten im Mittel vorhanden ist“. Dadurch sollte erreicht werden, „dass sich für den gleichen Prüfgegenstand im Prüfstand und im Bau etwa dieselben Werte des Schalldämm-Maßes ergeben“. Beim rechnerischen Schallschnachweis musste dann nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 [22] nur noch eine Korrektur mit den Korrekturwerten $K_{L,1}$ und $K_{L,2}$ durchgeführt werden, wenn die Eigenschaften der Flankenwege im Gebäude von den festgelegten abwichen. Die so definierten Kenngrößen waren also elementarer Bestandteil des Nachweiskonzepts der DIN 4109. Sie waren allerdings keine Größe zur Charakterisierung der Bauteileigenschaften, sondern beschrieben das Bauteil in einem definierten Übertragungssystem.
- Bauteil- und Gebäudeeigenschaften sind nach den europäischen Vorgaben der Bauproduktenrichtlinie und des „Grundlagendokuments Schallschutz“ auch im baulichen Schallschutz konsequent voneinander zu trennen (siehe Bild 1.4). Bauteilkennwerte beschreiben nur die akustische Leistungsfähigkeit des Bauteils alleine und müssen so auch gemessen werden (siehe Bild 1.5). Flankenwege hingegen gehören zum ge-

samten Übertragungssystem zwischen zwei Räumen (siehe Bild 1.6). Sie sind eine Gebäudeeigenschaft und können deshalb nicht den Bauteileigenschaften zugeschlagen werden.



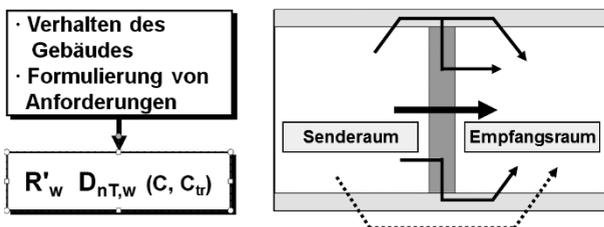
Quelle: Autoren

Bild 1.4: Trennung von Bauteil- und Gebäudeeigenschaften und Zusammenhang über die Berechnung



Quelle: Autoren

Bild 1.5: Nebenwegsfreier Prüfstand ohne Flankenübertragung, Schalldämm-Maß R_w als Bauteilkenngröße

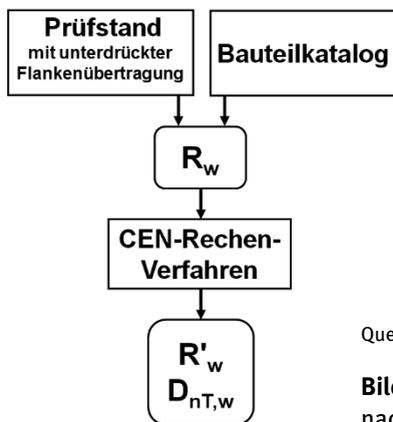


Quelle: Autoren

Bild 1.6: Schallübertragung im Gebäude, Bau-Schalldämm-Maß R'_w und Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ als Gebäudeeigenschaften

Dass in DIN 4109 mit $R'_{w,R}$ und $L'_{n,w,R}$ Bauteileigenschaften mit Gebäudeeigenschaften zu einer Kenngröße zusammengeführt wurden, widersprach bei der Erarbeitung der europäischen Regelwerke des baulichen Schallschutzes der Mehrheitsmeinung. Man forderte, entsprechend dem Auftrag der Bauproduktenrichtlinie und des Grundlagendokuments Schallschutz, vielmehr eine eindeutige Trennung zwischen Bauteil- und Gebäudeeigenschaften, so wie man es auch in den internationalen Regelwerken der DIN EN ISO 717-1 [88] und DIN EN ISO 717-2 [89] wiederfindet.

Als Eingangsdaten für Berechnungen konnten deshalb nur noch harmonisierte Bauteilkennwerte verwendet werden, also z. B. für die Luftschalldämmung R oder R_w , aber nicht R' oder R'_w (siehe Bild 1.7). Die neuen Berechnungsverfahren sind deshalb (weitgehend) nicht kompatibel mit den Verfahren der DIN 4109:1989.



Quelle: Autoren

Bild 1.7: Berechnung des Schallschutzes in Gebäuden nach den europäischen Vorgaben

Der Wegfall des Prüfstandes mit bauähnlicher Flankenübertragung und der damit verbundenen Kenngrößen kann als der primäre Anlass zur Überarbeitung der DIN 4109 bezeichnet werden. Die Handlungsfähigkeit der DIN 4109 war für die Schallschutznachweise dadurch nicht nur geschwächt, sondern komplett in Frage gestellt.

1.3.3 Umsetzung in Deutschland

Die europäische Normung griff tief in die deutsche Normungspraxis des baulichen Schallschutzes ein. Zwar waren die Anforderungswerte davon ausdrücklich nicht betroffen, doch berührten Änderungen bei den Prüfverfahren und Rechenmethoden das Konzept und den Inhalt der DIN 4109 in großem Maße. Im für DIN 4109 zuständigen deutschen Normenausschuss NABau AA 00.71.00 „Schallschutz im Hochbau“ kam man deshalb schon frühzeitig zu dem Schluss, dass eine Überarbeitung der DIN 4109 erforderlich sei, um die zukünftige Handlungsfähigkeit sicherzustellen. Man dachte anfänglich nur an eine Überarbeitung des Beiblatts 1 zu DIN 4109:1989, da dort die Nachweisverfahren für den Massivbau und der Bauteilkatalog mit den für die Schallschutznachweise heranzuziehenden Daten enthalten waren. Zur Unterstützung des Normenausschusses „Schallschutz im Hochbau“ wurde dafür der Unterausschuss „Anpassung Beiblatt 1 zu DIN 4109 aufgrund der Europäischen Normung“ (Obmann H.-M. Fischer/HFT-Stuttgart) gegründet, der Anfang 1995 seine Arbeit aufnahm.

Als wesentlich sah man folgende Aufgaben an:

- die Schallschutznachweise auf die europäischen Rechenverfahren umzustellen und diese hinsichtlich der deutschen Baubedingungen zu validieren,
- Handlungsanleitungen zur Handhabung der Rechenverfahren unter den Bedingungen der in Deutschland üblichen Bauweisen zu erstellen (Anwendungsdokumente),

- den derzeitigen Bauteilkatalog (Ausführungsbeispiele in Beiblatt 1) völlig zu überarbeiten, vor allem Eingangsdaten für die Direktdämmung massiver Bauteile (R_w) und Eingangsdaten für Stoßstellendämm-Maße (K_{ij}) verfügbar zu machen.

Um in einer Übergangszeit die Handlungsfähigkeit zu gewährleisten, wurde aufgrund von Forschungsarbeiten [173] im neuen Beiblatt 3 zu DIN 4109:1996 [25] eine Umrechnungsmöglichkeit zwischen alten und neuen Kenngrößen für die Luftschalldämmung aufgenommen. Damit konnten (ersatzweise) die für DIN 4109 benötigten Rechenwerte $R'_{w,R}$ aus Prüfungen im Prüfstand ohne Flankenwege ermittelt werden, so dass interimsmäßig mit den alten Kenngrößen weiter gearbeitet werden konnte. Als dauerhafte Lösung kam das aber nicht in Frage. Wegen der europäischen Vorgaben hatten die Kenngrößen der DIN 4109:1989 für den Massivbau trotz Beiblatt 3 keine Daseinsberechtigung mehr. Umso erstaunlicher ist es, dass die DIN 4109:1989 bis zur Vorlage der neuen DIN 4109:2016 noch mit diesen auf dem europäischen Markt schon seit vielen Jahren obsolet gewordenen Kenngrößen gearbeitet hat. Man muss das nachträglich als Manko betrachten, da damit letztlich verhindert wurde, dass sich große Teile der Anwender frühzeitig auf diese Änderungen einstellen konnten und deshalb bis heute in der Denkweise der alten DIN 4109 verhaftet sind.

Im September 1996 wurden die Normentwürfe zu den neuen europäischen Rechenverfahren prEN 12354-1 und -2 im Normenausschuss „Schallschutz im Hochbau“ ohne Gegenstimme angenommen. 1997 nahm eine vom damaligen Bundesbauministerium initiierte Strategiekommision zur Überarbeitung von DIN 4109 ihre Arbeit auf, die sich vor allem mit Fragen der Forschung und deren Finanzierung zur Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes in der DIN 4109 beschäftigen sollte. Von ihr wurde eine Überarbeitung der gesamten DIN 4109 vorgeschlagen. Bestand anfangs noch die „Hoffnung“, es bei einer Überarbeitung des Beiblatts 1 zu belassen, so wurde schnell klar, dass auch die eigentliche DIN 4109 von den Änderungen betroffen war. Außerdem wurden von der Strategiekommision folgende Übergangsfristen vorgeschlagen: 5 Jahre für Vorbereitung und Anpassung der neuen Norm und nach spätestens 10 Jahren Ablösung der damaligen DIN 4109:1989. Noch im selben Jahr wurden im NABau-Arbeitsausschuss „Schallschutz im Hochbau“ die vorgesehenen Übergangsfristen und der Forschungsbedarf bestätigt.

Auch die Überarbeitung der gesamten DIN 4109 wurde beschlossen, so dass auch der Hauptteil der Norm (Anforderungen und Nachweise) ins Bearbeitungsprogramm aufgenommen wurde. In diesem Zusammenhang wurde einvernehmlich die Umstellung der Anforderungen von den auf die Trennbauteile bezogenen Kenngrößen R'_w und $L'_{n,w}$ auf die den Schallschutz zwischen zwei Räumen charakterisierenden so genannten „nachhallzeitbezogenen“ Kenngrößen $D_{nT,w}$, $L_{nT,w}$ und $L_{AF,max,nT}$ beschlossen. Dazu hieß es im entsprechenden Beschluss:

Der Vorschlag zur neuen Schallschutzkonzeption wurde akzeptiert, jedoch mit der Bedingung, dass das bestehende Anforderungsniveau bestehen bleibt.

Man wollte zum damaligen Zeitpunkt zwar die formalen „Unverträglichkeiten“ im Anforderungsteil der Norm beseitigen, war auch bereit zur Umstellung des Anforderungskon-

zeptes, nicht aber zu einer Änderung des Anforderungsniveaus. Im weiteren Verlauf der Normungsarbeit wurde diese Festlegung dann so gehandhabt, dass „keine wesentlichen Änderungen des Anforderungsniveaus“ erfolgen dürften. Auch wenn andere Beschlüsse, die zur Überarbeitung getroffen wurden, später vom Normenausschuss aus unterschiedlichen Gründen wieder geändert oder fallengelassen wurden – insbesondere der Beschluss zur Umstellung des Anforderungskonzeptes –, wurde von manchen an der Normung beteiligten Kreisen bis zur Veröffentlichung der neuen DIN 4109 auf Einhaltung dieser Festlegung bestanden. So ist zu erklären, dass das Schallschutzniveau der DIN 4109:2016 trotz hoher Erwartungen in der Öffentlichkeit 27 Jahre nach Erscheinen von DIN 4109:1989 nicht im erwünschten Maß an heutige Vorstellungen eines zeitgemäßen Schallschutzes angepasst wurde.

Von der Strategiekommission wurde ein detaillierter Bearbeitungsplan aufgestellt. Für die Finanzierung der Arbeiten wurde eine Förderung durch die öffentliche Hand (damaliges Bundesbauministerium und Deutsches Institut für Bautechnik DIBt) und durch Mittel der Wirtschaft (Verbände, Hersteller etc.) vorgesehen. Schnell war allerdings erkennbar, dass die knapp kalkulierten Mittel nicht (bzw. nicht im vorgesehenen Zeitraum) aufgebracht werden konnten. So wurde an verschiedenen Stellen (u. a. Bundesanstalt für Materialprüfung Berlin (BAM), Fraunhofer-Institut für Bauphysik Stuttgart (IBP), Hochschule für Technik Stuttgart (HFT), Institut für Fenstertechnik Rosenheim (ift), Materialprüfungsamt NRW Dortmund, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB)) mit den dringlichsten Fragestellungen begonnen. Letzten Endes wurden die deklarierten Aufgaben mehr oder weniger bearbeitet – nur nicht in dem von der Strategiekommission vorgesehenen Zeitraum von 5 Jahren, sondern mit beinahe dem dreifachen Zeitbedarf. Eine detaillierte Darstellung der Arbeiten wird in 4.1.4 gegeben. Parallel dazu waren aber die Arbeiten für DIN 4109-1 (Anforderungen) und für den erhöhten Schallschutz (Harmonisierung von Beiblatt 2 und VDI 4100) so zäh und kontrovers geworden, dass auch hier ein enormer Zeitverzug eintrat.

Mit Hinblick auf die Umsetzung der zum Teil recht komplexen und umfangreichen europäischen Normen des baulichen Schallschutzes, insbesondere derjenigen zur Berechnung des Schallschutzes nach EN 12354, wurde des Öfteren eingewendet, dass sich daraus ein zu starker wissenschaftlicher Hintergrund der neuen DIN 4109 ergeben hätte. Es sei jedoch daran erinnert, dass bereits bei der Einführung der Normausgabe 1962 folgender Hinweis gegeben wurde:

Das Normblatt DIN 4109 ist also ein typisches Beispiel für die Auswertung wissenschaftlicher Untersuchungen für die unmittelbare Arbeit der Baupraxis.

Der bei der Umsetzung der europäischen Normen verfolgte Ansatz war also nicht neu. Er versuchte in dieser Tradition stehend lediglich, aus dem erweiterten wissenschaftlichen Umfeld der letzten Jahre heraus und auf der Grundlage aktueller Erfahrungen eine neue und zeitgemäße Fassung der DIN 4109 zu formulieren, die dem aktuellen Stand des Wissens und den Bedürfnissen des baulichen Schallschutzes entspricht.

Ein erster Normentwurf zu DIN 4109-1 konnte im Oktober 2006 erscheinen [29]. Gegenüber DIN 4109:1989 enthielt er gemäß der Beschlusslage im Normenausschuss ein

neues Konzept für die Anforderungen. Diese wurden nicht mehr an die Schalldämmung der trennenden Bauteile, sondern an den Schallschutz zwischen Räumen gestellt, die als Raumgruppen einander zugeordnet waren. Dazu war die Umstellung der Kennwerte für die Anforderungen auf die so genannten „nachhallzeitbezogenen Kenngrößen“ $D_{nT,w}$, $L'_{nT,w}$ und $L_{AF,max,nT}$ vorgesehen. Eine Darstellung des vorgesehenen Anforderungskonzepts findet sich in [174] und [175]. Eine Behandlung der vorgesehenen neuen Anforderungsgrößen im Vergleich zu den bisherigen erfolgt in 3.2.1.

Angesichts der unbefriedigenden Bearbeitungssituation im Normenausschuss wurde 2006 eine Neustrukturierung der Normungsarbeit für DIN 4109 vorgenommen. An die Stelle des bisherigen, auch „Hauptausschuss“ genannten NABau-Arbeitsausschusses AA 00.71.00 „Schallschutz im Hochbau“ (Obmann bis 1999 H. Ehm/BMBau, ab 1999 bis 2006 D. Kutzer/MPA NRW Dortmund) traten vier Ausschüsse, die als eigenständige Gremien eigenverantwortlich für die ihnen zugewiesenen Aufgaben zuständig sein sollten.

Der bisherige „Hauptausschuss“ wurde zum NABau-Arbeitsausschuss NA 005-55-74 AA „DIN 4109“ (Obmann O. Kornadt). Er sollte die Verantwortung für die Anforderungen der DIN 4109-1 übernehmen. Außerdem erhielt er die Funktion der Koordination der einzelnen Ausschüsse. Er sollte die Kompatibilität aller Normenteile erklären, diese abschließend als komplettes Normenpaket freigeben und den Zeitpunkt der Veröffentlichung festlegen. Zusätzlich sollte er abschließend über das neue Sicherheitskonzept der DIN 4109 befinden, da dieses in engem Zusammenhang mit den Anforderungen steht.

Der neue NABau-Arbeitsausschuss NA 005-55-75 AA „Nachweisverfahren, Bauteilkatalog, Sicherheitskonzept“ (Obmann H.-M. Fischer/HFT-Stuttgart) trat die Nachfolge des bisherigen Unterausschusses „Anpassung Beiblatt 1 zu DIN 4109 aufgrund der Europäischen Normung“ an. Er war zuständig für DIN 4109-2 (Rechnerische Nachweise) und DIN 4109-31 bis -36 (Bauteilkatalog) und behandelte das Sicherheitskonzept der DIN 4109.

Der neue NABau-Arbeitsausschuss NA 005-55-76 AA „Messtechnische Nachweise“ (Obmann W. Scholl/PTB) war für die Erarbeitung von DIN 4109-4 (Bauakustische Prüfungen) zuständig.

Die Aufgabe des neuen NABau-Arbeitsausschusses NA 005-55-77 AA: „Umsetzung der europäischen Produktnormen in der DIN 4109“ (Obmann F. Iffländer/DIBt) bestand darin, Produkte nach harmonisierten Normen hinsichtlich der Regelungen zum Schallschutz für die Nachweise des Schallschutzes nach DIN 4109 anwendbar zu machen.

Die neu konstituierten Ausschüsse nahmen 2006 ihre Arbeit auf. Nachdem der erste Normentwurf zu DIN 4109-1 im selben Jahr veröffentlicht worden war, dauerte es aufgrund zahlreicher Einsprüche dann bis 2013, bis ein neuer Normentwurf für DIN 4109-1 zusammen mit allen anderen Teilen des Normenpakets als Entwurf veröffentlicht werden konnte. Noch im vorhergehenden Normentwurf zu DIN 4109-1:2006 war das als „ $D_{nT,w}$ -Konzept“ bezeichnete Konzept Grundlage der Anforderungen gewesen und war durch die eingegangenen Einsprüche nicht in Frage gestellt worden. Entgegen der im Konsens getroffenen und 10 Jahre lang als einvernehmliche Arbeitsgrundlage für die Normungsarbeit dienenden Beschlusslage zur Umstellung des Anforderungskonzepts auf die „nachhallzeitbezogenen“ Kenngrößen beschloss der Normenausschuss auf Druck von großen Teilen der Bauindustrie und der Wohnungswirtschaft im April 2012 dann den Verbleib bei den alten

Kenngößen. So wurde erst kurz vor Abschluss der Arbeiten die Rückkehr zum alten Konzept aus dem Jahr 1989 durchgesetzt. Der dann im Normentwurf von 2013 veröffentlichte Teil 1 (Anforderungen an die Schalldämmung) ähnelte deshalb, nach über 15 Jahren der Bearbeitungszeit und einem mutigen Zwischenschritt im Entwurf von 2006, wieder der Ausgangslage von 1989 zum Verwechseln.

Bis zur Veröffentlichung des Weißdrucks wurde es dann schließlich Juli 2016, so dass vom ersten Beschluss zur Überarbeitung bis zur Veröffentlichung der neuen DIN 4109 insgesamt 21 Jahre vergangen waren.

1.4 Konzept und Gliederung der DIN 4109

1.4.1 Konzeption der DIN 4109 und des genormten baulichen Schallschutzes

Im historischen Rückblick hat sich die DIN 4109 von den Anfängen über DIN 4109:1989 bis zu DIN 4109:2016 zu einem umfangreichen Normenwerk des baulichen Schallschutzes entwickelt. Schon die bisherige DIN 4109:1989 nannte im Hauptteil [21] nicht nur die Anforderungen, sondern lieferte im Beiblatt 1 [22] die rechnerischen Nachweisverfahren, benannte dort auch die Daten, mit denen die Nachweise zu führen sind, und lieferte in Beiblatt 2 [23] Hinweise für Planung und Ausführung sowie Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz und Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich. Mit diesem Konzept stellte die DIN 4109:1989 ein umfassendes Regelwerk zur Behandlung des baulichen Schallschutzes dar. Auch wenn die DIN 4109:2016 einen völlig neuen Rahmen bekommen hat, bleibt sie der Grundidee der vorhergehenden Version treu: sie stellt ein in sich konsistentes Regelwerk für Anforderungen, Nachweise, Planung und Ausführung des baulichen Schallschutzes zur Verfügung und ist damit das einzige Regelwerk in Deutschland, das diesen Bereich komplett abdeckt.

In der DIN 4109 nehmen die rechnerischen Nachweise zusammen mit dem Bauteilkatalog, der die Daten für die Nachweise liefert, seit DIN 4109:1989 einen großen Rahmen ein. Dass im Rahmen einer Norm zum baulichen Schallschutz auch die rechnerischen Nachweise (zusammen mit den dafür benötigten Daten) detailliert geregelt werden, ist nicht zwangsläufig erforderlich. So nennt z. B. die schweizerische SIA 181 [129] die Anforderungen, lässt aber offen, wie die Nachweise im Detail geführt werden sollen. Ganz im Allgemeinen bleibend beschränkt sich diese Norm in Abschnitt 4 auf den Hinweis, dass Prognosen für den Schallschutz am Bau „durch eigene Mittel (einfache numerische Rechenverfahren, Erfahrung) oder „durch Berechnung mit Verfahren gemäß den Normen EN 12354-1 bis -3 unter Berücksichtigung der Schallnebenwegübertragungen“ erbracht werden können. Die entsprechenden Methoden und Daten sind demnach vom Anwender festzulegen und zu verantworten. Hier wird in Deutschland ein anderer Weg verfolgt. Zum bestehenden Konzept der DIN 4109 gehört auch die anwendungsfähige Beschreibung der rechnerischen Nachweisverfahren und des Bauteilkatalogs bzw. der „Ausführungsbeispiele“. Die angegebenen Verfahren sind (im bauaufsichtlichen Zusammenhang) verbindlich anzuwenden.

Eine Verpflichtung zu rechnerischen Nachweisen gibt es seitens der europäischen Vorgaben nicht. Nach dem „Grundlegendokument Schallschutz“ ist für die Erfüllung der wesentlichen Anforderung Schallschutz (siehe 3.1.3) zwar ein Nachweis erforderlich, jedoch kann dieser auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Die EU-Mitgliedstaaten können