

20 Monate neue DIN 4109 – ein Rückblick und Ausblick

Heinz-Martin Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: heinz-martin.fischer@hft-stuttgart.de

Einleitung

Als 1989 die letzte Version der DIN 4109 [1] erschien, ergab sich schon bald danach durch die europäische Normung im Bereich des baulichen Schallschutzes die Notwendigkeit zur Überarbeitung. Mit dieser wurde 1995 begonnen. Angesichts des großen Überarbeitungsbedarfs bei den rechnerischen Nachweisverfahren und dem Bauteilkatalog, aber auch der langen Diskussionen zu den Anforderungen, konnte nach zwei Normentwürfen (2006 und 2013) im Juli 2016 endlich die komplette neue Norm veröffentlicht werden. Mit 9 Normteilen und insgesamt 381 Seiten Umfang liegt damit seit 20 Monaten eine völlig neu strukturierte Norm mit neuen Inhalten zum Schallschutz im Hochbau vor.

Im Sinne einer Bestandsaufnahme werden im vorliegenden Beitrag die einzelnen Teile dieser Norm (Anforderungen, rechnerische Nachweise und Bauteilkatalog) betrachtet. Aufgezeigt werden die aktuellen Lücken und Defizite und der sich daraus ergebende Handlungsbedarf für die Weiterentwicklung der Norm. Für bestimmte Bereiche kann bereits konkret aufgezeigt werden, wie der bestehende Handlungsbedarf umgesetzt werden soll. So stellt sich die neue DIN 4109 - zumindest in den Berechnungsverfahren und im Bauteilkatalog - als eine lebendige Norm dar, die weiterentwickelt und kontinuierlich an die aktuellen Bedürfnisse angepasst werden soll.

Mindestanforderungen in der DIN 4109

In Teil 1 legt DIN 4109 die Mindestanforderungen an den baulichen Schallschutz fest. Als Schutzziele werden dafür genannt: Gesundheitsschutz, Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise und Schutz vor unzumutbaren Belästigungen. Eine Beurteilung der getroffenen Festlegungen kann bezüglich eines Mindestschallschutzes nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Ist das Anforderungsniveau angemessen?
- Ist der Regelungsbereich ausreichend?
- Sind die Regelungsmethoden geeignet?

Zum **Anforderungsniveau** wurde bereits in [2] Stellung bezogen. Als Fazit wurde dort festgehalten: „Das Anforderungsniveau liegt in einem Bereich, in dem in Geschosswohnungen die Schutzziele der DIN 4109 unter den in der Norm genannten Bedingungen weitgehend erfüllt werden können. Wenn die Anforderungen der DIN 4109-1 am Maßstab der deklarierten Schutzziele und nicht an dem, was heutzutage üblich ist, gemessen werden, dann können sie als brauchbare Formulierung von Mindestanforderungen betrachtet werden.“ Allerdings sind durch die in DIN 4109-1 und DIN 4109-2 im Januar 2018 veröffentlichten Änderungen die Festlegungen an den Außenlärm stark in die Kritik geraten. Eine abschließende Klärung der strittigen

Fragen, die den Schienenlärm betreffen, wurde noch nicht getroffen.

Fraglich ist, ob der **Regelungsbereich** in DIN 4109-1 die wesentlichen, für einen in sich stimmigen Mindestschallschutz erforderlichen Bereiche in ausreichender Weise abdeckt. Angesichts der Zunahme tieffrequenten Lärms, insbesondere durch Anlagen der technischen Gebäudeaustattung (z.B. Wärmepumpen), stellt sich die Frage, ob der Ausschluss solcher Geräusche aus dem Geltungsbereich der Anforderungen unter den ausdrücklich genannten Schutzziele berechtigt ist (es soll jedoch nicht verschwiegen werden, dass die Berücksichtigung tiefer Frequenzen zu noch nicht geklärten Fragen bei den Nachweisen führen würde). Ebenso wäre zu fragen, warum angesichts der Zunahme technischer Anlagen im eigenen Wohnbereich Anforderungen nur an raumluftechnische Anlagen gestellt werden, nicht jedoch an Anlagen zur dezentralen Wärmeerzeugung. Diese werden derzeit lediglich in einem informativen Anhang aufgeführt. Ganz offensichtlich ist hingegen, dass mit der völligen Herausnahme der Betätigungsgeräusche der Sanitärinstallationen aus den Anforderungen die deklarierten Schutzziele der Norm eklatant verletzt werden.

Auch bei den **Regelungsmethoden** sind kritische Punkte zu benennen. Ohne an dieser Stelle näher auf die Hintergründe einzugehen (dazu wurde u.a. in [2] Stellung genommen), ist festzustellen, dass mit den vorliegenden kennzeichnenden Größen R'_{w} , $L'_{n,w}$ und $L_{AF,max,n}$ anstelle der Größen $D_{nT,w}$, $L_{nT,w}$ und $L_{AF,max,nT}$ eine befriedigende Beschreibung und Überprüfung der Anforderungen an den Schallschutz nicht gegeben ist, insbesondere nicht, wenn es sich um die Mindestanforderungen handelt. Es ist eben für Anforderungen an den Schallschutz ein wesentlicher Unterschied, ob man Größen wählt, die sich wie im vorliegenden Fall von DIN 4109-1 auf die trennenden Bauteile beziehen und die Übertragung von Schalleistungen beschreiben, oder ob man die für die Wahrnehmung relevanten Schalldruckpegel in den Räumen heranzieht. Mit Bezug auf die deklarierten Schallschutzziele in DIN 4109-1 darf nach wie vor gefragt werden, ob es angesichts unterschiedlicher Mindestanforderungen für Mehrfamilienhäuser einerseits und Doppel- oder Reihenhäusern andererseits zweierlei Maß für den Gesundheitsschutz (und die weiteren Schutzziele) gibt. Völlig unverständlich erscheint es dann, dass Mindestanforderungen unter den genannten Schutzziele sogar von der Bauweise abhängen sollen, wie es bei den Haustrennwänden der Fall ist, wo zwischen unterkellertem und nicht unterkellertem Bauweise unterschieden wird. In diese Kategorie fällt auch die in DIN 4109-1:2018 veröffentlichte Sonderregelung für die Anforderungen an die Trittschalldämmung von Holzdecken, die aber glücklicherweise nur eine begrenzte Geltungsdauer haben soll.

Erhöhter Schallschutz in der DIN 4109

Angesichts der unlösbaren Differenzen, die sich im zuständigen Normenausschuss bei der vorgesehenen „Harmonisierung“ von Beiblatt 2 zu DIN 4109 [3] und VDI 4100 [4] ergeben hatten, war der erhöhte Schallschutz durch Festlegung des Lenkungsgremiums des NABau-Fachbereichs 55 aus dem Arbeitsbereich der DIN 4109 herausgenommen worden. Die neue DIN 4109 enthielt somit keine Festlegungen mehr zu einem erhöhten Schallschutz. Vom selben Lenkungsgremium wurde allerdings im Oktober 2016 beschlossen, dass auf der Grundlage von Beiblatt 2 und DIN SPEC 91314 [5] ein neuer Teil 5 zu DIN 4109 zu erarbeiten sei, der den erhöhten Schallschutz behandeln soll.

Erhöhter Schallschutz definiert sich durch einen bestimmten Abstand von einem Bezugsniveau. Wenn, wie in **Abbildung 1** gezeigt wird, als Bezugsniveau nicht ein heute üblicher Schallschutz, sondern der Mindestschallschutz aus DIN 4109-1 gewählt wird, wenn außerdem ein Grundgeräuschpegel von 25 dB(A) zugrunde gelegt wird (was den Gegebenheiten für einen höheren Schallschutz i.d.R. nicht entspricht) und wenn der Abstand zum Bezugsniveau so gewählt wird, dass es gerade zu einem wahrnehmbaren Qualitätsunterschied kommt, dann wird damit nicht per se der erhöhte Schallschutz definiert. Vielmehr ist es die unterste Grenze, die als nächste Abstufung gegenüber den Mindestanforderungen in Frage kommt. Man könnte also von „Mindestanforderungen an einen erhöhten Schallschutz“ sprechen.

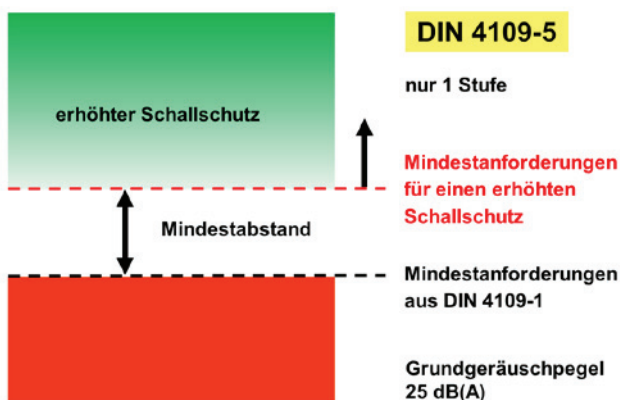


Abbildung 1: Festlegungen für erhöhte Anforderungen an den Schallschutz in DIN 4109-5

Alles was über dieser Grenze liegt, beschreibt dann den Bereich des gegenüber den Mindestanforderungen erhöhten Schallschutzes, nicht aber ein einziger Grenzwert am untersten Bereich. Auch weiterhin besteht also Bedarf, den über der Untergrenze liegenden Bereich in sinnvoller Art und Weise zu gliedern. Regelwerke wie die VDI 4100 oder das Klassifizierungssystem des DEGA-Schallschutzausweises [6] haben also auch zukünftig ihre Daseinsberechtigung.

Dadurch, dass die erhöhten Anforderungen an den Schallschutz nicht mehr, wie bislang, in einem rein informativen Beiblatt enthalten sind, sondern zukünftig als Teil 5 offizieller Bestandteil der DIN 4109 werden sollen, wird ihre formale Bedeutung höher zu gewichten sein. Während

die Mindestanforderungen aus DIN 4109-1 weitgehend nur noch in bauaufsichtlichem Bezug relevant sind und von dort ihre Daseinsberechtigung beziehen, für die reale Planung des baulichen Schallschutzes aber kaum noch Bedeutung haben, wird man vom zukünftigen Teil 5 erwarten können, dass seine Bedeutung für die Festlegung des Schallschutzes zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

Bauaufsichtliche Einführung der DIN 4109

Anforderungen, rechnerische Nachweisverfahren und Bauteilkatalog (Ausführungsbeispiele) bilden in der DIN 4109 eine Einheit. Bislang war es selbstverständlich, dass dieses in sich geschlossene und einheitliche Konzept auch insgesamt bauaufsichtlich eingeführt wurde. Die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) vom 31.08.2017 hat nun erstmalig diese Einheit aufgelöst. Als Technische Regel wird nun nur noch DIN 4109-1 mit den Mindestanforderungen explizit genannt. Für die Schallschutznachweise „können“ die Verfahren aus DIN 4109-2 herangezogen werden. Es „kann“ für „Bauteile im Massivbau“ aber auch auf das alte Verfahren in Beiblatt 1 (1989) zurückgegriffen werden. Als Technische Regel des Bauordnungsrechts ist die DIN 4109 damit kein einheitliches Instrument mehr. Stattdessen sorgen unklare Regelungen und Formulierungen bei den Anwender für erhebliche Unklarheit und Verwirrung. Auf die Konsequenzen dieser Regelungen wird detailliert in [7] eingegangen. Die aktuellen Regelungen der MVV TB, die bereits in den Bundesländern Baden-Württemberg und Sachsen übernommen wurden, belegen nicht nur die schwindende Bedeutung der Nachweisverfahren (Rechenverfahren und Bauteilkatalog) im bauaufsichtlichen Bereich, sondern die schwindende Bedeutung des baulichen Schallschutzes für die Bauaufsicht insgesamt. Angesichts dieser Tatsache ist es zumindest für die Normteile mit den Rechenverfahren und dem Bauteilkatalog naheliegend, ihre Daseinsberechtigung nicht alleine aus der (möglichen) bauaufsichtlichen Einführung zu legitimieren, sondern in erster Linie ein modernes und leistungsfähiges Instrument für die bauakustische Planung zu sein. Auf dieser Basis sollte die Weiterentwicklung dieser Normteile gesehen werden.

Vereinfachte Verfahren für den Schallschutznachweis

Schon im Rahmen des Einspruchsverfahrens zum Normentwurf von 2013 wurde Kritik an dem neuen Berechnungsverfahren für die Luftschalldämmung vorgebracht, die bis heute aufrechterhalten wird und vor allem von den Bundes- und Zentralverbänden des Baugewerbes und der Immobilienwirtschaft, aber auch der Bundesarchitektenkammer, der Bundesingenieurkammer und dem Bundesverband der öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen getragen wird. Diese Verbände haben ihre Kritik trotz mehrfacher Widerlegung und ohne stichhaltige und nachvollziehbare Belege für ihre Behauptungen bis heute auf den verschiedensten Ebenen aufrechterhalten und damit auch dafür gesorgt, dass die MVV TB die aktuellen Regelungen zu den Nachweisverfahren getroffen hat. Während die vorgebrachten Argumente, dass die Verfahren zu aufwändig und zu kompliziert seien und vom üblichen Nachweis-

berechtigten nicht machbar seien, noch auf einer pragmatischen Ebene diskutiert werden können, sind andere Argumente fernab jeglicher sachlichen Grundlage. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn nach wie vor behauptet wird, die neuen Verfahren seien nicht validiert, oder der Abzug des Sicherheitsbeiwertes führe zu einer willkürlichen Verschärfung der Anforderungen. Insgesamt wird damit der Schallschutz wieder einmal als ein maßgeblicher Kostentreiber im Baubereich gebrandmarkt.

Statt der neuen Verfahren auf der Basis der EN 12354 wird ein „intuitives Verfahren“ entsprechend dem Verfahren für den Massivbau in Beiblatt 1 zu DIN 4109 (1989) gefordert. Hier zeigt sich der entscheidende Unterschied im Verständnis der beiden Verfahren. Der „alte“ Nachweis (siehe **Abbildung 2**) liefert lediglich Rezepte in Tabellenform, deren „intuitive“ Anwendung durch die Nachweisberechtigten sich in der Praxis als auffallend fehleranfällig erwiesen hat.

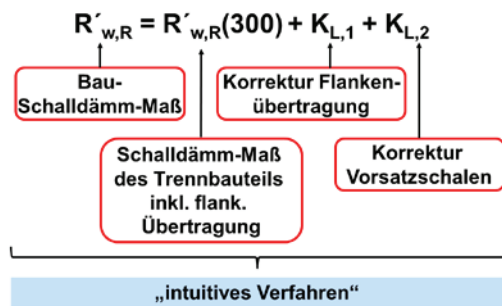


Abbildung 2: Nachweis für die Luftschalldämmung im Massivbau nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 (1989)

Im Gegensatz dazu kann das neue Verfahren (siehe **Abbildung 3**) als ausgesprochen intuitiv bezeichnet werden, da es einer ganz simplen und sofort eingängigen Methodik folgt: man betrachte alle an der Schallübertragung beteiligten Übertragungswege, berechne deren übertragenen Anteil und ermittle aus der Summe aller Anteile die resultierende Schalldämmung.

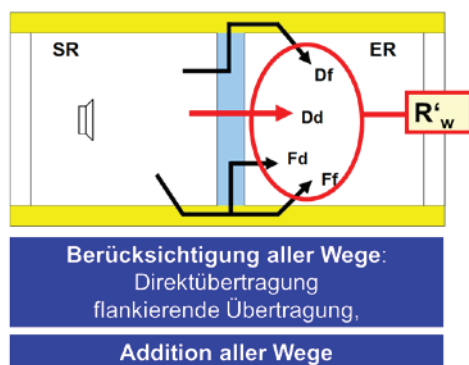


Abbildung 3: Berechnungsverfahren für die Luftschalldämmung nach DIN 4109-2 (2016)

Es zeigt sich, dass es hier nicht nur um einen Methodenstreit geht, sondern um zwei völlig unterschiedliche Philosophien der Nachweisverfahren. Beiblatt 1 gibt sich mit Rezepten zufrieden, die kaum Einblick in die Zusammenhänge des baulichen Schallschutzes gestatten. DIN 4109-2 hingegen

folgt den physikalisch-akustischen Prinzipien, die nun auch für die Planung des baulichen Schallschutzes vollständig eingesetzt werden können. Beiblatt 1 zielt somit in erster Linie auf den „Schallschutznachweis“ in bauaufsichtlicher Sicht ab, während DIN 4109-2 die Planbarkeit des baulichen Schallschutzes im Blick hat. Es geht aber darüber hinaus auch um die „Sprache der Akustik“. Während die Methodik und die Begriffe aus DIN 4109-2 dank der EN 12354 inzwischen in ganz Europa verstanden werden, pflegt Beiblatt 1 einen Ansatz, der schon vor mehr als 25 Jahren in Europa abgelehnt wurde und arbeitet mit Begriffen, die es schon seit vielen Jahren nicht mehr gibt. Insbesondere die begriffliche Gleichsetzung eines R'_{w} für trennende Bauteile und die resultierende Dämmung im Gebäude sorgt noch heute für Missverständnisse. Die mangelnde Unterscheidung zwischen Bauteileigenschaften einerseits und Gebäudeeigenschaften andererseits ist heute nicht mehr vertretbar. Insofern ist es ein erstaunlicher Anachronismus, dass sich trotz eindeutiger Vorgaben durch die europäische Bauproduktenrichtlinie von 1988 und deren Ausführungsbestimmungen im Grundlagendokument Schallschutz von 1990 ausgerechnet die Bauaufsicht weiterhin auf die Anwendung des dazu im Widerspruch stehenden Verfahrens aus Beiblatt 1 eingelassen hat.

Änderungen in DIN 4109

Nach den Statuten für DIN-Normen stehen Normen alle 5 Jahre zur routinemäßigen Überprüfung an. Das wird für das gesamte Normenpaket der DIN 4109 von 2016 dann 2021 zum ersten Mal der Fall sein. Doch auch in der Zwischenzeit sind Änderungen der Normteile möglich. Für DIN 4109-1 und DIN 4109-2 war das mit der „konsolidierten“ Fassung vom Januar 2018 der Fall, um Korrekturen und notwendige Änderungen aufzugreifen, die vor allem die Festlegungen für den vom Schienenverkehr verursachten Außenlärm und eine Sonderregelung für die Trittschallanforderungen bei Holzdecken betrafen. Die Berechnungsverfahren in DIN 4109-2 und der Bauteilkatalog der neuen DIN 4109 bieten schon jetzt einen wesentlich größeren Anwendungsbereich und eine detailliertere Behandlung des baulichen Schallschutzes als die Vorgängernorm von 1989. Dennoch sind auch dafür Änderungen und Ergänzungen vorgesehen. Diese ergeben sich aus folgenden Gründen:

- Bestehende Lücken in DIN 4109-2 und im Bauteilkatalog, die dort als solche bezeichnet sind
- Änderungen in den „Stammdokumenten“ der EN 12354
- Aktualisierungen aufgrund der Weiterentwicklung von Bauweisen
- Ergänzungen zur besseren und umfassenderen Anwendung der Verfahren.

In diesem Sinne sind die Berechnungsverfahren und der Bauteilkatalog als „dynamische Dokumente“ zu verstehen, die als leistungsfähiges und zeitgemäßes Instrument weiterentwickelt werden sollen, um auf dem aktuellen Stand zu bleiben.

Aufgrund von Änderungen in EN 12354-2 (Nov. 2017) wird derzeit überprüft, ob das neue vereinfachte Verfahren zur **Berechnung der Trittschalldämmung** in DIN 4109-2

übernommen werden soll. Dieses Verfahren basiert wie das Verfahren zur Berechnung der Luftschalldämmung auf Einzahlwerten und berücksichtigt neben der Direktdämmung explizit alle Flankenübertragungswege. Damit könnten die aktuellen Defizite des jetzigen Verfahrens (wie z.B. nur näherungsweise Berücksichtigung der Flankenübertragung, mangelhafte Berücksichtigung von horizontalen und diagonalen Übertragungssituationen, mangelhafte Berücksichtigung von Unterdecken und von Vorsatzschalen) eliminiert werden. Außerdem enthält die neue Ausgabe der EN 12354-2 in Anhang F ein Berechnungsverfahren für den **Trittschall von Treppen**. Dieses lässt sich in einfacher Weise mit dem genannten neuen Trittschall-Berechnungsverfahren kombinieren, so dass die ausgesprochen ungenügende Behandlung von Treppen in der derzeitigen DIN 4109-2 durch ein wirkliches Berechnungsverfahren ersetzt werden könnte.

Handlungsbedarf besteht auch bei der **Luft- und Trittschalldämmung im Holzbau**. Dort ist eine Aktualisierung sowohl bei den Berechnungsverfahren als auch im Bauteilkatalog DIN 4109-33 geboten. Zu prüfen ist dabei, inwiefern die den Holz- und Leichtbau betreffenden Ergänzungen der EN 12354 (Nov. 2017) in DIN 4109-2 umzusetzen sind und inwiefern vor allem Massivholzkonstruktionen besser erfasst werden können.

Erheblicher Handlungsbedarf besteht bei den rechnerischen Nachweisen für **gebäudetechnische Anlagen**. Dafür ist momentan in DIN 4109-2 überhaupt noch nichts vorhanden. Es handelt sich um die größte Lücke bei den Berechnungsverfahren überhaupt. Deren Schließung kann allerdings nur mittelfristig ins Auge gefasst werden. Derzeit wird auf europäischer Ebene die Überarbeitung der EN 12354-5 (Geräusche gebäudetechnische Anlagen) in die Wege geleitet, deren Umsetzung dann für die DIN 4109 vorzusehen ist. Da das noch mit einigem Forschungsaufwand verbunden ist, ist eine schnelle Umsetzung allerdings nicht zu erwarten.

Auch für den Bauteilkatalog sind einige Ergänzungen vorgesehen, mit denen noch vorhandene Lücken geschlossen werden können. Für DIN 4109-34 ist ein Normentwurf zur Behandlung von **Wärmedämmverbundsystemen** in Vorbereitung, der voraussichtlich Mitte 2018 veröffentlicht werden kann. Ebenfalls weit fortgeschritten ist ein Normentwurf zur Behandlung der Direkt- und Flankendämmung von **Vorhangfassaden** in DIN 4109-35. Auch hier ist eine Veröffentlichung des Normentwurfs zur Jahresmitte 2018 beabsichtigt. An der Behandlung von **massiven Außenwänden mit massiver biegesteifer Verblendschale** wird derzeit gearbeitet. Eine Berücksichtigung ist für DIN 4109-32 vorgesehen.

Zusammenfassung

Nachdem die DIN 4109 seit 1989 beinahe 3 Jahrzehnte lang in Stagnation verharrte, liegt seit etwa 20 Monaten die neue DIN 4109 vor. Eine Erneuerung war dringend geboten, um dem geänderten europäischen Normungsumfeld Rechnung zu tragen und den geänderten Bedingungen des baulichen Schallschutzes gerecht zu werden. DIN 4109-1 (Mindestanforderungen) ist diesem Erneuerungsanspruch nur sehr zaghaft gefolgt. Nur in Details wurden Änderungen

gegenüber der alten Version vorgenommen. Auch wenn nun im Titel ausdrücklich die Mindestanforderungen als Anwendungsbereich genannt werden, lässt sich feststellen, dass es in der Formulierung eines in sich stimmigen Mindestschallschutzes noch Inkonsistenzen und Lücken gibt. Jedoch hat DIN 4109-1 außerhalb des bauaufsichtlichen Bereichs nur noch eine geringe Bedeutung. Im Gegensatz dazu ist zu erwarten, dass der in Erarbeitung befindliche neue Teil DIN 4109-5 (erhöhte Anforderungen an den Schallschutz) zunehmende Bedeutung erlangen wird. Nach dem derzeitigen Stand kann davon ausgegangen werden, dass der dort definierte Schallschutz lediglich die unterste Grenze („Mindestanforderungen an den erhöhten Schallschutz“) eines gegenüber den Mindestanforderungen in DIN 4109-1 erhöhten Schallschutzes darstellen wird. Weitere Regelwerke wie VDI 4100 oder DEGA-Schallschutzausweis, die den über dieser Grenze liegenden Bereich strukturieren, werden also nicht obsolet.

Nachdem durch die Musterverordnung Technische Baubestimmungen von 2017 eine verbindliche bauaufsichtliche Einführung der Rechenverfahren und des Bauteilkatalogs der aktuellen DIN 4109 nicht mehr vorgesehen ist, ist der sinkende Stellenwert des Schallschutzes im bauaufsichtlichen Bereich evident geworden. Die davon betroffenen Berechnungsverfahren aus DIN 4109-2 und der damit verknüpfte Bauteilkatalog sollten deshalb nicht mehr vorrangig als „Nachweisverfahren für den Schallschutznachweis“ betrachtet werden. Vielmehr sollten sie in erster Linie als modernes und leistungsfähiges Planungsinstrument gesehen werden und in diesem Sinne auch weiterentwickelt werden.

Diese Weiterentwicklung ist für DIN 4109-2 und den Bauteilkatalog bereits in die Wege geleitet worden, so dass zu erwarten ist, dass in absehbarer Zeit nicht nur die noch vorhandenen Lücken geschlossen werden, sondern auch eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit als Planungsinstrument für den baulichen Schallschutz erreicht wird.

Literatur

- [1] DIN 4109 (1989): Schallschutz im Hochbau, mit Beiblatt 1 und Beiblatt 2 zu DIN 4109 (1989)
- [2] Schneider, M., Fischer, H.-M.: Sind die Mindestanforderungen der DIN 4109-1 zeitgemäß? Tagungsband DAGA 2018 Kiel, S. 1104 - 1107
- [3] Beiblatt 2 zu DIN 4109 (1989): Schallschutz im Hochbau, Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich
- [4] VDI 4100 (1994), spätere Ausgaben 2007 und 2012: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung
- [5] DIN SPEC 91314 (Jan. 2017): Schallschutz im Hochbau – Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau
- [6] DEGA-Empfehlung 103 Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis, DEGA 2018
- [7] Fischer, H.-M.: DIN 4109:2016 – eine technische Regel in der MVV TB? Bauphysik 39 (2017), Heft 6, S.388 - 393