

Untersuchung des Berechnungsverfahrens nach dem Entwurf der DIN 4109 für die Luftschalldämmung im Massivbau

Maike Wehmeyer¹, Andreas Meier², Jörn Hübelt³

¹ Hochschule Mittweida, 09648 Mittweida, Deutschland, Email: mwehmeye@hs-mittweida.de

² Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, Deutschland, Email: andreas.meier@mbbm.com

³ Hochschule Mittweida, Lehrstuhl f Technische Mechanik u. Akustik, 09648 Mittweida, Deutschland, Email: huebelt@hs-mittweida.de

Einleitung

Zwischenzeitig liegt der Entwurf der neuen DIN 4109 [3] vor. Das darin angegebene Berechnungsverfahren für die Schalldämmung im Massivbau wurde an das europäisch harmonisierte Verfahren angepasst. Bislang sind nur sehr wenige vergleichende Untersuchungen zwischen den tatsächlich erzielten Bau-Schalldämm-Maßen und den Ergebnissen bei Anwendung der unterschiedlichen Berechnungsverfahren verfügbar.

Im vorliegenden Beitrag wird auf der Grundlage von über 90 Güteprüfungen der Luftschalldämmung von qualitätsüberwachten Wohnungsbauvorhaben eine vergleichende Darstellung unter Einbeziehung des neuen und alten Berechnungsverfahrens vorgenommen. Die Bauteile wurden nach zuvor festgelegten Qualitätskriterien ausgesucht. Die Werkplanung musste vorhanden und Baubegehungen durchgeführt worden sein. Es ist anzumerken, dass die Trennbauteile bei den Bauvorhaben ausschließlich aus Stahlbeton bestanden. Andere Bauteilkonstruktionen, wie z. B. Mauerwerkswände, standen im Rahmen der hohen zugrundegelegten Qualitätskriterien für die Auswahl nicht zur Verfügung. Die Untersuchung wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit [1] durchgeführt.

Berechnung der Luftschalldämmung

Während das Berechnungsverfahren der DIN 4109:1989 [4] auf Tabellen beruht, wird in dem neuen Entwurf ein Berechnungsverfahren auf der Basis von Formeln angegeben.

Nach dem alten Verfahren wird das Bau-Schalldämm-Maß hauptsächlich durch die flächenbezogene Masse des Trennbauteils bestimmt. Flankierende Bauteile werden über einen pauschalen Korrekturwert, der sich über die mittlere flächenbezogene Masse aller massiven flankierenden Bauteile berechnet, berücksichtigt. Das Bau-Schalldämm-Maß wird auf ganze Dezibel abgerundet.

Im neuen Verfahren wird dies grundlegend verändert. Der Einfluss der flankierenden Bauteile wird genauer berechnet, indem die Schalldämm-Maße für jeden Schallübertragungsweg (Dd, Df, Fd, FF) einzeln bestimmt und diese energetisch zum Bau-Schalldämm-Maß addiert werden. Es ergeben sich der direkte Übertragungsweg und in der Regel zwölf Übertragungswege, die flankierende Bauteile beinhalten. Das so ermittelte Schalldämm-Maß wird mit einer Nachkommastelle angegeben [2]. Für die vorliegende Untersuchung wurde gemäß [3] ein Sicherheitsbeiwert von

2 dB verwendet.

In Abbildung 1 werden die Ergebnisse der beiden Berechnungsverfahren gegenübergestellt. Der Vergleich erfolgt für 41 Trennwände und 40 Trenndecken, da in einigen Fällen aufgrund der verwendeten Materialien keine Berechnung nach dem alten Verfahren durchgeführt werden konnte. Für Wände werden nach dem alten Verfahren nur zwei verschiedene Werte für das Schalldämm-Maß bestimmt. Bei dem neuen Verfahren kommt es zu einer Streuung von 3 dB, wobei meist höhere Werte erreicht werden, als nach dem alten Verfahren. Im Mittel beträgt diese Abweichung 1,2 dB. Bei Decken hingegen ändert sich die Streuung nicht. Nach dem neuen Verfahren werden meist geringere Bau-Schalldämm-Maße berechnet. Diese Abweichung ist im Mittel 0,8 dB. Insgesamt sind die Änderungen jedoch relativ gering. Trotz der grundlegenden Änderung des Berechnungsverfahrens ergeben sich ähnliche Schalldämm-Maße.

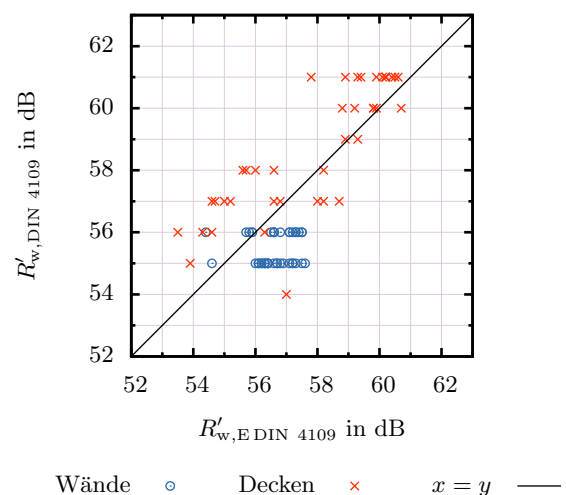


Abbildung 1: Die Berechnungsergebnisse nach beiden Verfahren für Decken und Wände

Vergleich mit Güteprüfungen

Für die vorliegenden Trennbauteile wurden in den letzten Jahren von der Müller-BBM GmbH Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140-4 durchgeführt. Es wurden hier 44 Trennwände und 48 Trenndecken untersucht. Der Vergleich wurde für Trennwände (siehe Abbildung 2) und

-decken (siehe Abbildung 3) getrennt durchgeführt.

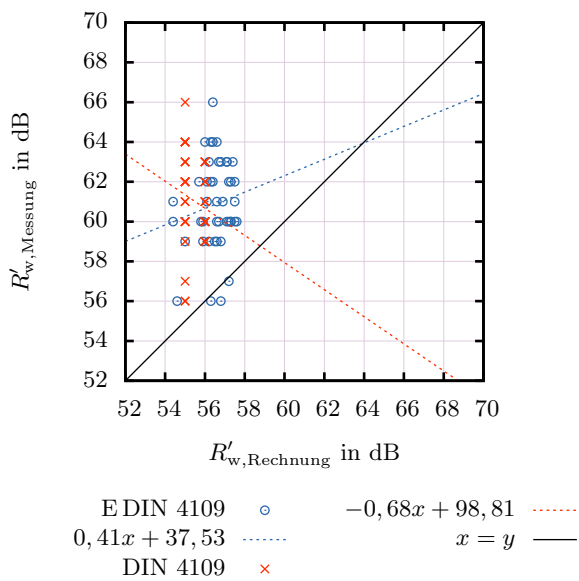


Abbildung 2: Die Berechnungsergebnisse nach beiden Verfahren sowie Messergebnisse für Wände

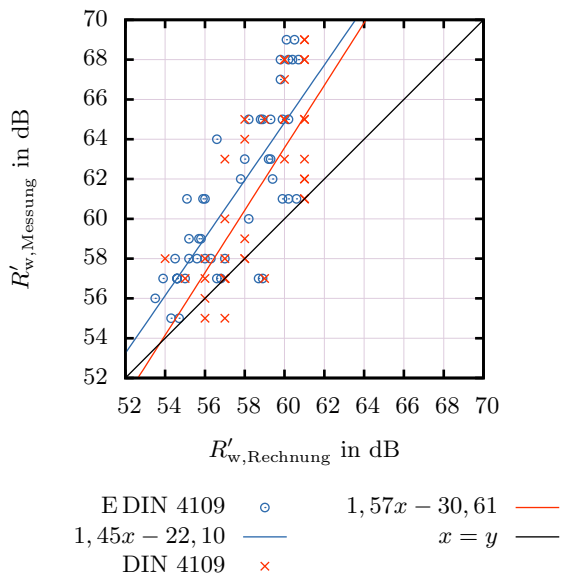


Abbildung 3: Die Berechnungsergebnisse nach beiden Verfahren sowie Messergebnisse für Decken

Im Fall von Trennwänden kommt es bei der Messung zu einer deutlich größeren Streuung der Ergebnisse als bei der Berechnung. Zwar liegen die Messergebnisse wie gefordert meist über den Rechenergebnissen, jedoch sagt die Berechnung wenig über das erzielte Messergebnis aus. Dies wird auch durch die Regressionsgeraden gezeigt, da sie nicht realistisch erscheinen, weswegen eine gestrichelte Darstellung gewählt wurde. Da das neue Berechnungsverfahren differenziertere Ergebnisse liefert und die Flanken stärker berücksichtigt, ergeben sich dennoch realistischere Bau-Schalldämm-Maße. Statistische Untersuchungen des neuen Berechnungsverfahrens zeigen, dass das berechnete Ergebnis mit einer Wahrscheinlichkeit von

97 % bei der Messung überschritten wird. Das gemessene Ergebnis liegt im Mittel 4,4dB über dem berechneten. Ungünstige Abweichungen können durch unsachgemäße Bauausführungen erklärt werden, die trotz hoher Anforderungen an die Auswahl (Baubehörungen) nicht ganz ausgeschlossen werden können.

Trenndecken werden durch die Berechnungsverfahren besser abgebildet. Die Streuung der Messergebnisse ist dennoch doppelt so groß. Die Berechnungsergebnisse sind nach beiden Verfahren ähnlich, wobei durch die etwas schlechtere Bewertung des neuen Verfahrens die Sicherheit, dass das berechnete Bau-Schalldämm-Maß am Bau erreicht wird, steigt. Insgesamt werden Decken mit höherem Bau-Schalldämm-Maß schlechter bewertet, wodurch sich eine Steigung der Regressionsgeraden größer eins ergibt. Beide Regressionsgeraden schneiden somit die Winkelhalbierende. Liegt die Regressionsgerade unter der Winkelhalbierenden, so liegt das gemessene Ergebnis im Mittel unter dem berechneten. Da der Schnittpunkt unterhalb der Mindestanforderung der DIN 4109 liegt, ist dies jedoch nur wichtig, wenn das Bauteil genau auf die Mindestanforderung ausgelegt wird. Nach dem neuen Verfahren ist dies weniger riskant, da der Schnittpunkt deutlich unter der Mindestanforderung liegt. Statistische Untersuchungen des neuen Berechnungsverfahrens zeigen, dass das berechnete Bau-Schalldämm-Maß mit einer Wahrscheinlichkeit von 91 % bei der Messung überschritten wird. Diese Überschreitung beträgt im Mittel 3,7dB. Auch hier können die ungünstigen Abweichungen durch unsachgemäße Bauausführungen erklärt werden.

Bei dem neuen Berechnungsverfahren konnte keine Abhängigkeit von der Trennbauteildicke, d. h. der Masse des Bauteils, zum resultierenden Bau-Schalldämm-Maß gefunden werden (siehe Abbildung 4). Der Einfluss der flankierenden Bauteile überwiegt dem der Trennbauteildicke. Die flankierenden Bauteile haben besonders bei Decken einen großen Einfluss.

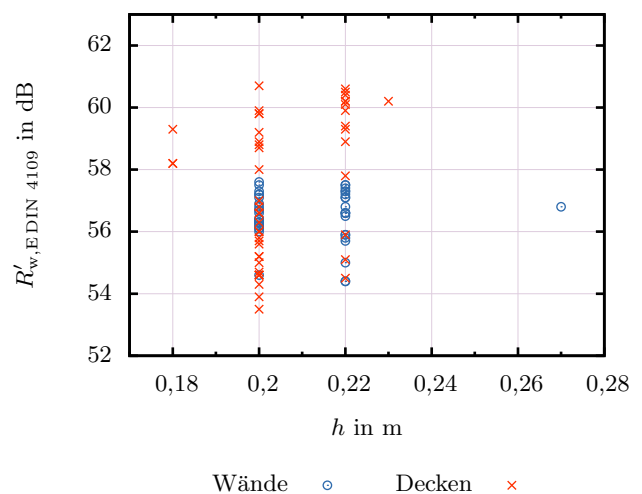


Abbildung 4: Abhängigkeit des nach neuem Verfahren berechneten Bau-Schalldämm-Maßes von der Trennbauteildicke

Die Trennfläche geht nach dem neuen Verfahren in die Be-

rechnung der Flankenschalldämm-Maße ein. Aus diesem Grund wurde ihr Einfluss auf das Endergebnis geprüft. Auch das Messergebnis wurde auf eine Abhängigkeit untersucht. Die Trennfläche wurde auf mindestens 8 m^2 begrenzt. Bei Decken (siehe Abbildung 5) streuen die Ergebnisse unabhängig von der Trennfläche sehr stark. Weder für das Berechnungsverfahren, noch für die Messung konnte ein Zusammenhang festgestellt werden. Für Trennwände (siehe Abbildung 6) nehmen die Berechnungsergebnisse mit größerer Trennfläche leicht zu. Die Messergebnisse weisen allerdings einen gegenteiligen Effekt auf, wobei hier die Streuung etwas größer ist. Dies könnte darin begründet sein, dass bei größer werdender Trennfläche der Einfluss des Trennbauteils auf das Bau-Schalldämm-Maß steigt.

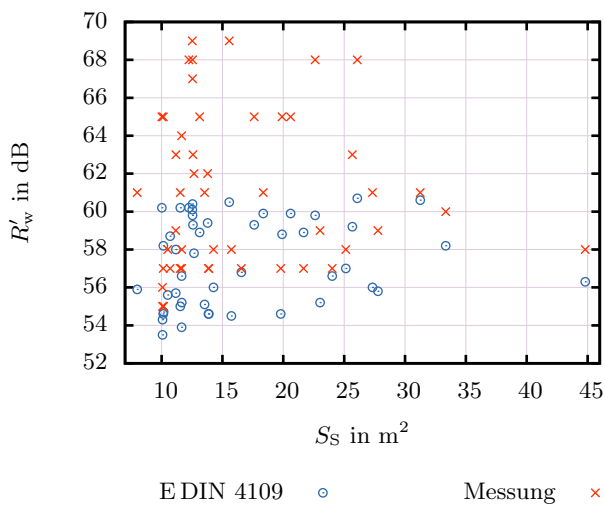


Abbildung 5: Trennflächenabhängigkeit des gemessenen und nach neuem Verfahren berechneten Bau-Schalldämm-Maßes für Decken

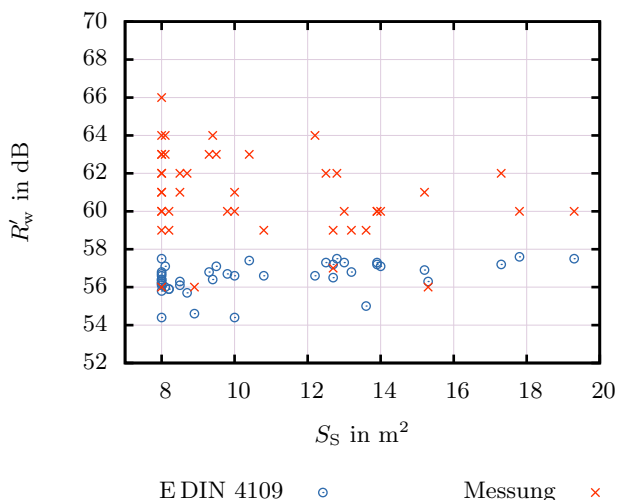


Abbildung 6: Trennflächenabhängigkeit des gemessenen und nach neuem Verfahren berechneten Bau-Schalldämm-Maßes für Wände

Zusammenfassung

Das neue Berechnungsverfahren ist zur Prognose der Luftschalldämmung im Massivbau prinzipiell geeignet. Elementare Defizite des alten Berechnungsverfahrens, das die flankierenden Bauteile lediglich mit einer mittleren flächenbezogenen Masse berücksichtigt, werden beseitigt. Die Stärke des neuen Rechenverfahrens zeigt sich insbesondere bei Decken mit schwimmenden Estrichen, bei denen die Schallübertragung maßgebend durch die Ausbildung der flankierenden Bauteile bestimmt wird.

Im Detail zeigt sich bei der Anwendung im Vergleich zu den Messergebnissen von Güteprüfungen in qualitätsüberwachten Bauten, dass für Decken im Mittel $3,7\text{ dB}$ niedrigere Werte gegenüber Messungen berechnet werden. Die Streubreite der Baumessungen wird ansatzweise abgebildet. Für höhere Schalldämm-Maße tritt jedoch zunehmend eine Abweichung zwischen Messung und Berechnung auf.

Für Wände werden durch Messungen am Bau gegenüber den Rechenergebnissen ebenfalls überwiegend deutlich höhere Werte erreicht. Auffällig ist, dass weiterhin die Tendenz der Messergebnisse nicht ausreichend abgebildet wird.

Handlungsbedarf besteht insbesondere in folgenden Punkten:

- Optimierung des Berechnungsverfahrens für Trennwände, um Schalldämm-Maße am Bau mit erhöhter Genauigkeit abzubilden.
- Optimierung des Rechenverfahrens, um die durch Messungen in ausgeführten Bauvorhaben vorgefundenen Ergebnisse im Bereich der höheren Schalldämm-Maße auch durch eine Berechnung nachzuweisen.

Gerade für den letztgenannten Punkt wären weitere Güteprüfungen in Gebäuden mit Mauerwerkswänden zu untersuchen, um die hier dargestellten Feststellungen zu überprüfen. Aufgrund umfangreicher Voruntersuchungen ist davon auszugehen, dass die angewendeten Massekurven der Baustoffe ausreichend abgesichert sind. Ein Ansatzpunkt besteht in der Überprüfung der angewendeten Rechenregel für die Stoßstellenübertragung und für die Schallausbreitung auf flankierende Bauteile.

So ist das Berechnungsergebnis derzeit nicht abhängig von der Größe bzw. Länge der flankierenden Bauteile. Es muss überprüft werden, ob bei der Übertragung der Theorie auf ein handhabbares Berechnungsverfahren zu starke Vereinfachungen gemacht wurden, die in der Praxis nicht zutreffend sind. Außerdem treten am Bau möglicherweise regelmäßig günstigere Bedingungen, d. h. höhere Stoßstellendämm-Maße, auf, die noch nicht ausreichend abgebildet werden.

Die Bachelorarbeit wird auf Wunsch in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Bitte wenden Sie sich bei Interesse an Maïke Wehmeyer.

Literatur

- [1] Wehmeyer, M.: Untersuchung des Berechnungsverfahrens nach dem aktuellen Entwurf der DIN 4109 für die Luftschalldämmung im Massivbau. Bachelorarbeit (2014)
- [2] Fischer, H.-M.: Neufassung der DIN 4109 auf der Basis europäischer Regelwerke des baulichen Schallschutzes. Bauphysikkalender (2014)
- [3] Schallschutz im Hochbau. Entwurf DIN 4109, 2013
- [4] Schallschutz im Hochbau. DIN 4109, 1989