

# 1 Zusammenfassung

Die Vorgaben der europäischen Normung führen zu gravierenden Eingriffen in das bestehende deutsche Normungskonzept des baulichen Schallschutzes. Vom zuständigen NABau-Arbeitsausschuss zu DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) [9] wurde deshalb die komplette Überarbeitung der DIN 4109 mit seinen Ausführungsbeispielen und den Vorgaben für den schalltechnischen Nachweis in die Wege geleitet. Der Schallschutznachweis in Deutschland soll künftig nach dem vereinfachten Verfahren der DIN EN 12354-2 [10] geführt werden. Das vorliegende Vorhaben soll die Vorgaben zur Berechnung des Trittschallschutzes im Massivbau der europäischen Normung überprüfen und die dafür vorgesehenen informativ vorgeschlagenen Eingangsdaten mit Prüfwerten (Laborwerten) absichern.

Dazu wurden umfangreiche Messungen in ausgeführten massiven Bauten aus Kalksandstein, Leichtbeton, Porenbeton und Ziegelmauerwerk mit massiven Stahlbetondecken und schwimmend verlegten Estrichen durchgeführt. Neben dem resultierenden Norm-Trittschallpegel wurde auch an einigen Bauten der Anteil der flankierenden Übertragung durch Körperschallmessungen ermittelt.

Der Trittschallschutz zwischen übereinanderliegenden Wohnungen im mehrgeschossigen Wohnungsbau wird neben der akustischen Qualität der trennenden Decke und des schwimmenden Estrichs wesentlich durch die akustischen Eigenschaften der flankierenden Bauteile bestimmt. Der Einfluss der flankierenden Übertragung wurde detailliert untersucht.

Eingangsdaten in den Anhängen der DIN EN 12354 Teil 2 [10] sind informativ vorgeschlagen und wurden mit Laborwerten (Prüfwerte) abgeglichen. Der Abgleich des äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegels  $L_{n,w,eq}$  von massiven Decken fand mit dem  $L_{n,w,eq}$  von Normdecken aus schalltechnischen Prüfinstituten statt; das Trittschallverbesserungsmaß  $\Delta L_w$  von schwimmend verlegten Estrichen mit Prüfwerten von Herstellern gängig verwendeter Trittschalldämmstoffe. Unterdecken werden bislang im vereinfachten CEN-Rechenverfahren nicht berücksichtigt. Eingangsdaten werden neu vorgeschlagen.

Der Trittschallschutz der messtechnisch untersuchten Objekte wurde rechnerisch überprüft.

Der nach Anhang B der DIN EN 12354-2 prognostizierte äquivalente bewertete Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w,eq}$  entspricht im wesentlichen dem bislang als Rechenwert in DIN 4109, Beiblatt 1 verwendeten Wert  $L_{n,w,eq,R}$ . Messwerte des äquivalenten bewerteten Normtrittschallpegels auf Rohdecken in Prüfständen ohne Nebenwege zeigen ebenfalls eine gute Übereinstimmung zu dem im Anhang B der DIN EN 12354-2 berechneten Wert. Die Berechnung des

4  
scannen  
P10

(1599) → 1599-1. dic  
-2  
-3  
-4

äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w,eq}$  sollte für den zukünftigen Nachweis des Trittschallschutzes von Massivdecken deshalb gemäß Anhang B aus der flächenbezogenen Masse erfolgen. Für Prüfungen sollte analog zur derzeit gültigen DIN 4109 [9] beim äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegel gemäß Anhang B.2 kein Abschlag (Abschnitt 6.4.1 der DIN 4109) vorgesehen werden.

Die Rechenwerte für das bewertete Trittschallverbesserungsmaß  $\Delta L_w$  von bauüblichen schwimmend verlegten Estrichen errechnen sich nach DIN 4109 Beiblatt 1 und DIN EN 12354-2 Anhang C in der gleichen Größenordnung mit nur sehr geringen Abweichungen. Dies gilt für schwimmend verlegte Zement- und Calciumsulfatestriche sowie auch für schwimmend verlegte Gussasphalt- und Trockenestrichen wenn für die Berechnung nach DIN EN 12354-2 von heute üblichen Massen der Estrichplatten ausgegangen wird. DIN 4109 dagegen rechnet für eine minimale Last, da bei den Werten in Tabelle 17 von Estrichplatten mit  $m' = 70 \text{ kg/m}^2$  (Zement- und Calciumsulfatestriche) bzw.  $45 \text{ kg/m}^2$  (Gussasphaltstriche) ausgegangen wird.

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurde das bewertete Trittschallverbesserungsmaß  $\Delta L_w$  von schwimmend verlegten Estrichen gemäß Anhang C.2 der DIN EN 12354-2 [2] mit Prüfzeugnissen namhafter Hersteller verglichen. Dabei wird für schwimmend verlegte Zement- und Calciumsulfatestriche ein um 2 dB niedrigeres  $\Delta L_w$  prognostiziert. Bei Gussasphalt- und Trockenestrichen ergibt sich gemäß Anhang C ein um 4 dB niedriges prognostiziertes  $\Delta L_w$ . Werden bei der Umrechnung in Rechenwerte auch zukünftig die ermittelten Laborwerten um 2 dB vermindert, so entsprechen die Rechenwerten für Zement- und Calciumsulfatestriche aus dem Labor den Werten gemäß den Werten aus Bild C.1 der DIN EN 12354-2 [2]. Aufgrund der größeren Streuung bei den Gussasphalt- und Trockenestrichen, die Standardabweichung zwischen Rechenwert und Messwert beträgt hier 2.7 dB, gegenüber einer Standardabweichung bei Zement- und Calciumsulfatestrichen von 1.2 dB, ist diese um 2 dB erhöhte Sicherheit durchaus sinnvoll.

Werden Prüfwerte aus dem Labor verwendet, so sind diese Prüfwerte gemäß Abschnitt 6.4.1 der derzeit gültigen DIN 4109 um 2 dB abzumindern, um sie als Rechenwerte anzuwenden.

Die Verbesserung des Trittschallschutzes durch biegeeweiche Unterdecken am trennenden Bauteil wird im vereinfachten Berechnungsverfahren der DIN EN 12354-2 bislang nicht berücksichtigt. Dies sollte künftig im vereinfachten Berechnungsverfahren nach DIN EN 12354-2 [10] berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung von Unterdecken kann dabei innerhalb der Korrektur zur flankierenden Übertragung erfolgen. Werte für eine Korrektur  $K_{FL+UD}$  für flankierende Übertragung mit biegeweichen Unterdecken in Abhängigkeit von der

flächenbezogenen Masse des trennenden Bauteils und der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile wurde ermittelt.

Wird für übliche Grundrisse und Bauweisen der Anteil der flankierenden Übertragung mittels einer detaillierten Untersuchung ermittelt, konnte der Korrekturfaktor  $K$  in Abhängigkeit des Verhältnisses der flächenbezogenen Masse des trennenden und der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile nachgewiesen werden. Die Werte in Tabelle 1 in Abschnitt 4.3.1 der DIN EN 12354-2 [10] sollte für die Berechnung künftig verwendet werden.

Zur einfacheren Handhabung der Tabellenwerte in Computerprogrammen sollten Gleichungen für das Trittschallverbesserungsmaß (Anhang C) sowie für die Korrekturwerte  $K$  für die flankierende Übertragung (Abschnitt 4.3.1 normativer Teil) nach DIN EN 12354-2 angegeben werden.

Die messtechnische Untersuchung zeigt, dass Messwerte einen breiteren Streubereich aufweisen als Rechenwerte nach DIN EN 12354-2 und DIN 4109 Beiblatt 1. Dies ist vermutlich auf die Qualität der handwerklichen Ausführung der Estrichkonstruktion zurück zu führen.

Die flankierende Übertragung beeinflusst den Trittschallpegel erheblich. Die Schallübertragung erfolgt bei den mittels Körperschallmesstechnik untersuchten sieben Übertragungssituationen zu 65 % über die flankierenden Bauteile. Berechnet man den Anteil der flankierenden Übertragung für diese untersuchten Übertragungssituationen ergibt sich nach dem vereinfachten Verfahren der DIN EN 12354-2 ein Anteil der flankierenden Übertragung von 30%. Diese Differenz entspricht einem Pegelunterschied von ca. 3 dB.

Das detaillierte Berechnungsverfahren DIN EN 1254-2 errechnet gegenüber dem vereinfachten Verfahren einen um 5.5 dB höheren Norm-Trittschallpegel. Beide Berechnungsverfahren prognostizieren gegenüber den Messwerten eine zu hohe Direktschallübertragung und eine zu geringe die flankierende Übertragung. Diese ‚gegensätzliche‘ Prognosen kompensieren sich bei der Berechnung des Gesamt-Norm-Trittschallpegels weitgehend.

Das vereinfachte Modell des CEN-Rechenverfahrens liefert eine gute Übereinstimmung mit in-situ Messwerten, sodass die Verwendung des zeitaufwendigen detaillierten Modell nicht sinnvoll erscheint. Im Mittel wird gegenüber den am Bau ermittelten Werte ein um 1.4 dB niedrigerer Trittschallpegel mit einer Standardabweichung von 4 dB prognostiziert. Obwohl das Berechnungsmodell der DIN 4109 Bl.1 (1989) die flankierende Übertragung nicht explizit berücksichtigt (flankierende Übertragung ist bereits in den Bauteilkenndaten enthalten), kann diese Berechnungsmethode für den typisch deutschen Mehrgeschosswohnungsbau (mit nicht zu leichten Flanken)

angewendet werden. Hierbei liegen die berechneten Werte gegenüber den Messwerten um 0.4 dB niedriger, wobei die Standardabweichung 3.9 dB beträgt.

Das Trittschallverbesserungsmaß  $\Delta L_w$  für Deckenauflagen wird beim vereinfachten Modell zu gering bewertet, als bei sachgemäßer Ausführung am Bau vorhanden ist. Die Genauigkeit der Prognose ist dabei einerseits abhängig von den Angaben zum Konstruktionsaufbau des schwimmenden Estrichs, andererseits von der Qualität der handwerklichen Ausführung. An ausgeführten Bauten treten durch unsachgemäße Verlegung des Estrichs Schallbrücken und Randschallbrücken auf, sodass häufig der zu erwartende Trittschallschutz vermindert wird.

Die durchgeführten messtechnischen und rechnerischen Untersuchungen haben gezeigt, dass der Trittschallschutznachweis mit den Einzulangaben aus den Anhängen der DIN EN 12354-2 geführt werden kann. Das vereinfachte CEN-Rechenmodell kann, durch die separate Berücksichtigung der flankierenden Übertragung, den Trittschallschutz unter Berücksichtigung leichter Flanken nachbilden. Um Kontinuität mit dem derzeit gültigen Sicherheitsniveau im Trittschallschutz in massiven Mehrgeschoss-Wohnungsbauten zu schaffen, sollte ein Sicherheitsabschlag von 3 dB zwischen Rechenwert und Anforderung in die neue DIN 4109 eingeführt werden.

Die Umsetzung des vereinfachten CEN-Rechenverfahren für den Trittschallschutz ist somit gewährleistet.