

INSTITUT FÜR SCHALL- UND WÄRMESCHUTZ

Dipl.-Math. und Phys. Henning Kröger, Beratender Ingenieur VBI

45276 ESSEN · KREKELERWEG 48 · TELEFON (0201) 503471 UND 503466 · TELEFAX (0201) 503901

Essen, den 26. August 1996

Kr/E - 18.202 -

Schallschutz von Spannbeton-Hohlplattendecken

Gutachtliche Untersuchung

im Auftrag des
Bundesverbandes Spannbeton - Hohlplatten e.V.
Grunerstraße 33, Düsseldorf

1. Situation und Aufgabe

Auf der Grundlage von meßtechnischen Untersuchungen in bauakustischen Prüfständen sowie in ausgeführten Bauten hatten wir im Jahre 1990 Rechenwerte für die Schalldämmung von Spannbeton-Hohlplattendecken angegeben. Inzwischen werden solche Platten mit sehr unterschiedlichen Querschnitten hergestellt. Es war aufgrund einer erweiterten Zahl von Meßergebnissen zu prüfen, ob es vertretbar erscheint, unabhängig vom Querschnitt mit einheitlichen Rechenwerten zu arbeiten, und ob solche Werte gegebenenfalls als ausreichend gesichert angesehen werden können.

- 2 -

2. Zum Untersuchungsverfahren

Vom Bundesverband ist uns eine Liste mit insgesamt 76 Ergebnissen von Prüfungen auf Luftschalldämmung und 66 Ergebnissen von Prüfungen auf Trittschalldämmung vorgelegt worden, dazu teilweise die Prüfberichte. Wir haben diejenigen Ergebnisse ausgesondert, die auf rechnerischem Wege ermittelt worden sind. Die Meßergebnisse, die aus Deutschland, Norwegen und Finnland stammen, sind unterschiedlich gut dokumentiert. Allgemein angegeben sind die Dicke der Decke und die flächenbezogene Masse, ferner das bewertete Schalldämm-Maß R_w und der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$, nicht jedoch allgemein der äquivalente bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w,eq}$ der Rohdecken. Soweit dies möglich war, haben wir diesen Wert aus den Kurvenverläufen der Norm-Trittschallpegelkurve berechnet.

Die Meßergebnisse wurden zunächst allgemein als gleich wahrscheinlich angesehen und statistisch ausgewertet. Spezielle Einzelwerte bedurften allerdings kritischer Würdigung.

Im Beiblatt 1 zu DIN 4109 sind mit den Tabellen 1 und 16 Rechenwerte für das bewertete Schalldämm-Maß und den bewerteten äquivalenten Norm-Trittschallpegel festgelegt. Bei rechnerischen Nachweisen nach dieser Norm sind in Deutschland Abweichungen von den Rechenwerten nur dann zulässig, wenn die Ergebnisse durch Eignungsprüfungen belegt sind.

3. Ergebnisse

3.1 Luftschalldämmung

Die auswertbaren Meßergebnisse sind im Diagramm auf Anlage 1 dargestellt. Es handelt sich um insgesamt 44 Ergebnisse, von denen etwa ein Drittel aus unserem Institut stammt. Einzelne der angegebenen Punkte sind wegen Übereinstimmung der Messungen mehrfach

besetzt. Außer den Rohdecken wurden bei der Auswertung auch Decken mit schwimmendem Estrich berücksichtigt. Der Einfluß des Estrichs auf die Luftschalldämmung wurde rechnerisch unter Anwendung von DIN 4109, Beiblatt 1, Tabelle 12, eliminiert.

Die Darstellung mit der eingetragenen Regressionsgeraden bestätigt die theoretisch zu erwartende Linearität der Abhängigkeit zwischen bewertetem Schalldämm-Maß und flächenbezogener Masse. Einzelne Werte, die ungewöhnlich weit streuen, haben wir speziell gekennzeichnet. Bei einem von ihnen, der nach unten, also im ungünstigen Sinne abweicht, ließ sich feststellen, daß hier die Schalldämmung durch Undichtigkeiten im Bereich der vorgehängten Fassade gemindert war, das Ergebnis also nicht als typisch für die Decke angesehen werden kann. Bei dem weit nach oben abweichenden Wert ist zu vermuten, daß hier speziell die Luftschalldämmung steigernde Maßnahmen getroffen worden sind. Die Regressionsgerade wurde aus sämtlichen Werten bestimmt, also auch unter Berücksichtigung der "Ausreißer". Nachprüfung zeigte jedoch, daß sich die Gerade nur ganz unwesentlich ändert, wenn man diese Werte unberücksichtigt läßt.

Mit eingetragen in das Diagramm ist außer der Regressionsgeraden als dem wahrscheinlichsten Wert derjenige Bereich, in dem mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % das Meßergebnis liegt. Zusätzlich angegeben ist der Rechenwert nach Beiblatt 1 zu DIN 4109, Tabelle 1. Man erkennt, daß er nahezu mit der unteren Grenze des 95 %-Vertrauensbereiches zusammenfällt.

Vergleicht man die Regressionsgerade mit den von uns im Jahre 1990 angegebenen Rechenwerten des bewerteten Schalldämm-Maßes, so ergibt sich nahezu vollständige Übereinstimmung.

Die zur Verfügung stehenden Daten lassen leider nur in sehr beschränktem Umfang die baulichen Randbedingungen erkennen, speziell also die flächenbezogene Masse der flankierenden Bauteile. Nach Tabelle 13 im Beiblatt 1 zu DIN 4109 ist bei einer von 300 kg/m^2 abweichenden mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile mit einer Streubreite von -4 dB bis $+2 \text{ dB}$ zu rechnen. Dies entspricht etwa der Breite des 95 %-Vertrauensbereiches, so daß die Annahme plausibel erscheint, daß ein wesentlicher Teil der sich in den Meßergebnissen ausdrückenden Streuung auf solche Einflüsse zurückzuführen ist.

Die Regressionsgerade folgt der Zahlenwertgleichung

$$(1) \quad R_w = 44 + 20 \cdot \lg(m/100)$$

mit m als flächenbezogener Masse der Rohdecke in kg/m^2 .

Will man bei der Prognose der Schalldämmung der Spannbeton-Hohlplattendecke sichergehen, so ist nach dem Untersuchungsergebnis die untere Grenze des Vertrauensbereiches zu wählen. Sie läßt sich nach der Zahlenwertgleichung

$$(2) \quad R_w = 40,5 + 20 \cdot \lg(m/100)$$

berechnen.

Bei einem Nachweis für DIN 4109 ist in der Regel der Rechenwert aus Tabelle 1 im Beiblatt 1 zu DIN 4109 zu verwenden. Bei den hier vorkommenden flächenbezogenen Massen zwischen etwa 190 kg/m² und 600 kg/m² läßt er sich durch die Zahlenwertgleichung

$$(3) \quad R_w = 36,5 + 26,67 \cdot \lg(m/100)$$

bestimmen.

3.2 Trittschallschutz

Bei der Auswertung konnten nur diejenigen Messungen berücksichtigt werden, bei denen kein trittschallmindernder Gehbelag oder schwimmender Estrich vorhanden gewesen ist, weil eine Rückrechnung auf den ohne Gehbelag oder Estrich vorhandenen Trittschallschutz nicht mit ausreichender Genauigkeit möglich ist. Die Anzahl der auswertbaren Messungen reduzierte sich deshalb auf 26. Sie sind im Diagramm auf Anlage 2 dargestellt. Auch hier ist die zu erwartende lineare Abhängigkeit des bewerteten Norm-Trittschallpegels von der flächenbezogenen Masse erkennbar, wenn man von zwei sicher als Ausreißer zu betrachtenden Meßergebnissen absieht. Die Regressionsgerade, die in das Diagramm eingetragen ist, wird auch hier durch die stark abweichenden Werte nicht nennenswert beeinflusst. Mit angegeben ist der Bereich, innerhalb dessen die Meßwerte mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 95 % liegen. Die Gerade läßt sich in guter Näherung durch

$$(4) \quad L_{n,w} = 89 - 20 \cdot \lg(m/100)$$

beschreiben.

Für die praktische Anwendung ist nicht der bewertete Norm-Trittschallpegel, sondern der bewertete äquivalente Norm-Trittschallpegel der Rohdecke von Bedeutung, aus dem sich der bewertete Norm-Trittschallpegel der fertigen Decke unter Berücksichtigung des Trittschall-Verbesserungsmaßes der Deckenauflage (Gehbelag oder schwimmender Estrich) berechnen läßt. Der bewertete äquivalente Norm-Trittschallpegel ist nur bei wenigen der vorliegenden Meßergebnisse mit angegeben. Für insgesamt elf Decken, die allerdings nicht den gesamten Bereich, in dem sich die flächenbezogene Masse bewegt, abdeckten, war eine nachträgliche Berechnung möglich.

Diese Werte gehen aus dem Diagramm auf Anlage 3 hervor. Für eine statistische Behandlung reichen sie im Grunde genommen nicht aus. Es ist aber bekannt, daß der äquivalente Norm-Trittschallpegel bei solchen Decken im Mittel etwa 4 dB unter dem bewerteten Norm-Trittschallpegel liegt, bei einer Abweichung von etwa ± 2 dB. Man erkennt außerdem aus dem Vergleich der Ergebnisse auf den Anlagen 3 und 2, daß eine ähnliche Struktur in der Streuung der Ergebnisse vorliegt. Wertet man die Ergebnisse ungeachtet gewisser Bedenken aus, so ergibt sich die in Anlage 3 dargestellte Regressionsgerade. Sie ist annähernd parallel verschoben zu der Darstellung im Diagramm auf Anlage 2, allerdings verläuft die Gerade hier geringfügig steiler. Sie läßt sich mit guter Genauigkeit beschreiben durch

$$(5) \quad L_{n,w,eq} = 85,5 - 25 \cdot \lg(m/100).$$

Der Vergleich mit dem Rechenwert des äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegels nach Tabelle 16 aus Beiblatt 1 zu DIN 4109 zeigt, daß dieser bei leichten bis mittelschweren Decken etwa der oberen Grenze des 95 %-Vertrauensbereiches entspricht, während er sich bei schwereren Decken dem wahrscheinlichsten Wert annähert. Die von uns in der Arbeit aus dem Jahr 1990 angegebenen Rechenwerte liegen bei leichten Decken knapp oberhalb des wahrscheinlichsten Wertes und nähern sich bei einer flächenbezogenen Masse von 400 kg/m^2 der oberen Grenze des Vertrauensbereiches. Will man auf der sicheren Seite bleiben, wird man in diesem Fall die obere Grenze des Vertrauensbereiches ansetzen und dementsprechend die Zahlenwertgleichung

$$(6) \quad L_{n,w,eq} = 88,5 - 25 \cdot \lg(m/100).$$

Für rechnerische Nachweise für DIN 4109 ist die im Diagramm auf Anlage 3 gestrichelt eingetragene Gerade zu verwenden, die sich durch die Zahlenwertgleichung

$$(7) \quad L_{n,w} = 93 - 33,3 \cdot \lg(m/100)$$

beschreiben läßt.

4. Zusammenfassung

Die Untersuchungsergebnisse bestätigen den linearen Zusammenhang zwischen flächenbezogener Masse der Rohdecke und deren bewertetem Schalldämm-Maß sowie dem bewerteten Norm-Trittschallpegel unabhängig von der Querschnitt-Geometrie. Welchen Wert man Berechnungen zugrundelegt, hängt von Anwendungszweck und dem gewünschten Grad der Sicherheit der Aussage ab. Die wahrscheinlichsten

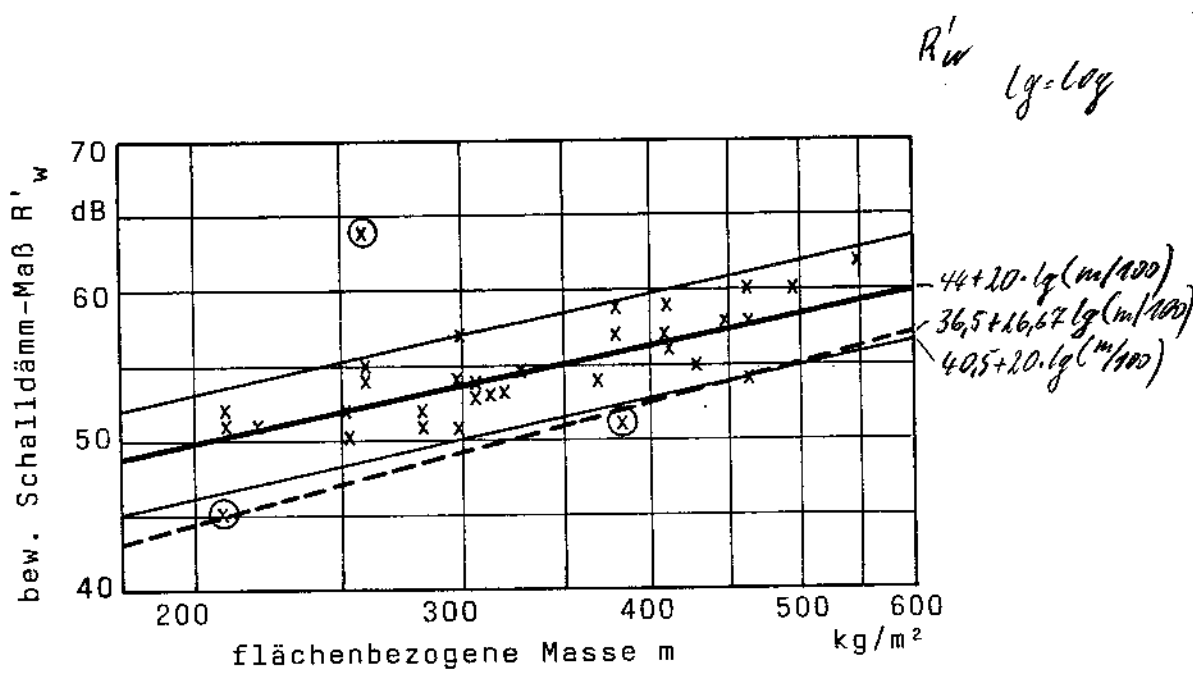
Werte ergeben sich aus den Zahlenwertgleichungen (1) und (5) (hier mit gewissen Einschränkungen), als sichere Werte können die gemäß den Zahlenwertgleichungen (2) und (6) bestimmten Ergebnisse dienen. Beim Nachweis für DIN 4109 ist in der Regel von den in der Norm enthaltenen Tabellenwerten auszugehen, entsprechend den Zahlenwertgleichungen (3) und (7).

Institut für Schall- und Wärmeschutz
Amtl. anerkt. Anstalt für Eignungs- und Güteprüfung
Helmuth Kröger
(Dipl.-Math. u. Phys. Kröger)

Luftschalldämmung von Spannbeton-Hohlplattendecken

Bewertetes Schalldämm-Maß in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Rohdecke

Auswertung von 44 Einzelmessungen

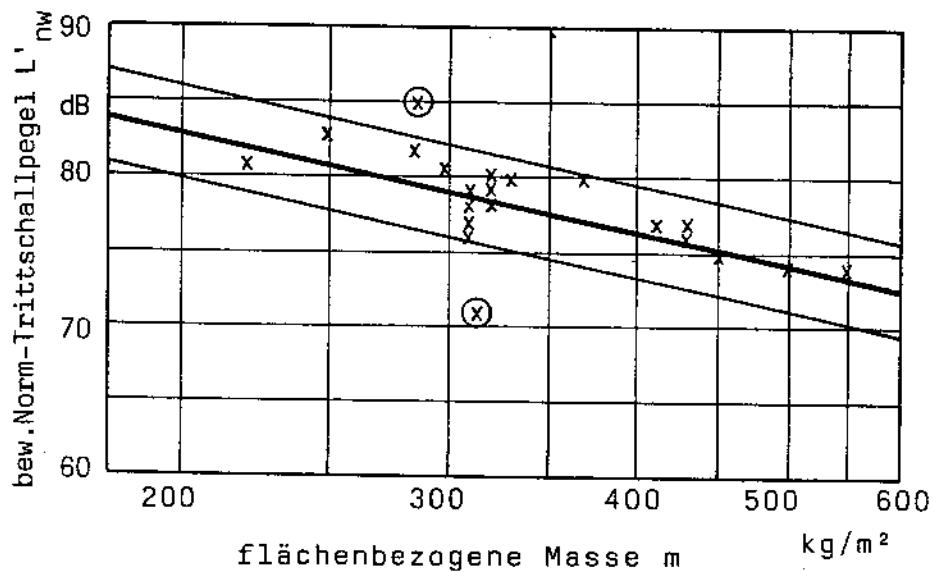


- Regressionsgerade aus 44 Meßwerten mit 95 %-Vertrauensbereich
- - - Rechenwerte nach DIN 4109, Beiblatt 1, Tabelle 1
- x Meßwerte
- (x) stark abweichende Ergebnisse

Trittschallschutz von Spannbeton-Hohlplattendecken

Bewerteter Norm-Trittschallpegel in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Rohdecke

Auswertung von 26 Einzelmessungen

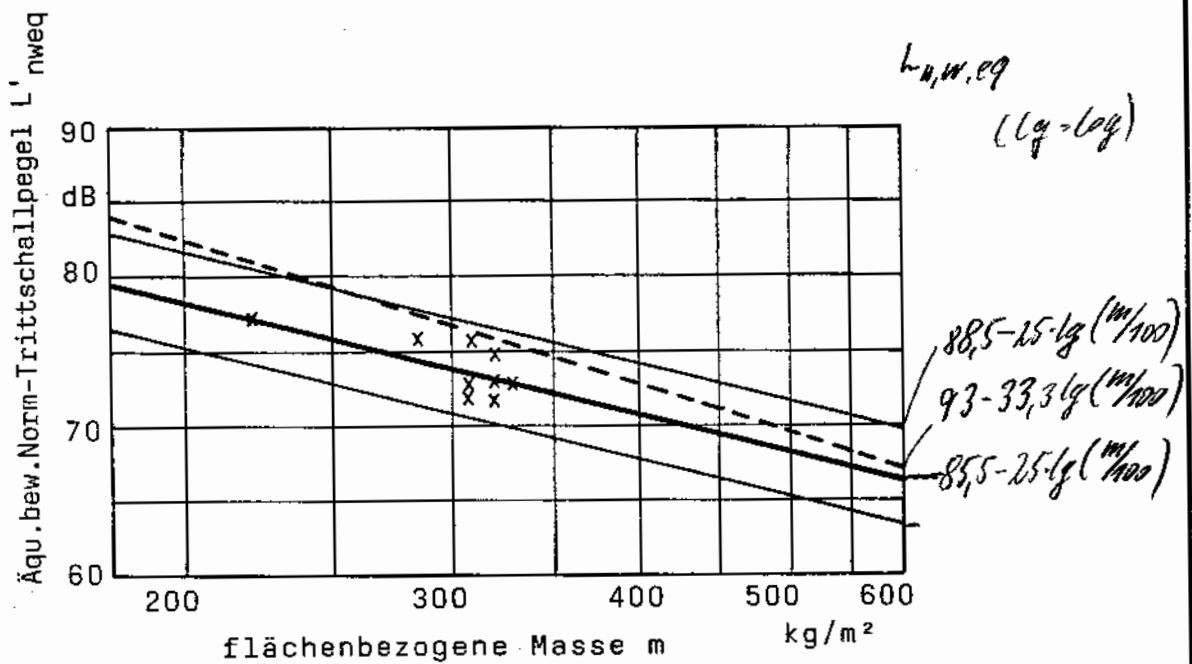


- Regressionsgerade aus 26 Meßwerten mit 95 %-Vertrauensbereich
- x Meßwerte
- ⊗ stark abweichende Ergebnisse

Trittschallschutz von Spannbeton-Hohlplattendecken

Äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Rohdecke

Auswertung von 11 Einzelmessungen



- Regressionsgerade aus Meßwerten mit 95 %-Vertrauensbereich (vgl. auch Anlage 2)
- - - Rechenwerte nach DIN 4109, Beiblatt 1, Tabelle 16
- x Meßwerte