



**G E B R A**

Gesellschaft für Bau- & Raumakustik m.b.H.

1194

Bz. Nr. F 2357

## Kurzfassung

### Kostenoptimierte Verbesserung des Trittschallschutzes im industriellen Wohnungsbau, Teil 2

93,9%

Förderkennzeichen: BS 34 -80 01 97 - 8

Dipl.-Ing. E. Küstner, Dr.-Ing. E. Sonntag, Dr.-Ing. J. Scholze

#### 1. Zielsetzung

Im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau erfolgten 1993/94 „Untersuchungen zur Sicherung des Trittschallschutzes in Gebäuden ohne schwimmenden Estrich“ [1]. Diese Untersuchungen wurden 1998/99 in einem zur Sanierung vorgesehenen Wohngebäude in Plattenbauweise fortgeführt. Ziel der Untersuchungen war es, kostenoptimierte Fußbodenaufbauten für Plattenbauten in den neuen Bundesländern zu finden, die im Zusammenwirken mit den in diesen Gebäuden üblichen 14 bzw. 15 cm dicken Vollbetondecken die Anforderungen der DIN 4109 [2] an das bewertete Schalldämm-Maß  $R'_w = 54$  dB und an den bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 53$  dB erfüllen. Diese Anforderungen sind im Vergleich zur seinerzeit in der DDR gültigen Norm TGL 10687/03 [3] hinsichtlich der Luftschalldämmung um 3 dB und hinsichtlich der Trittschalldämmung um 10 dB schärfer.

Außerdem sollten die Fußböden minimale Aufbauhöhen haben, damit der Anschluß an die vorhandenen Konstruktionen problemlos möglich ist.

#### 2. Durchführung

Aufbauend auf den Untersuchungen nach [1] wurden 10 schwimmend verlegte Fußböden eingebaut und meßtechnisch untersucht. Es handelte sich dabei um acht Trockenestriche (Estrichmaterial: Gipskartonplatten, Gipsfaserplatten, zementgebundene Bauplatten), einen Gußasphalt- und einen Anhydritestrich.

Aufgrund der bereits vorliegenden Untersuchungsergebnisse wurden Mineralfaserdämmplatten als Dämmstoff vorgesehen, da mit ihnen gegenüber Polystyrol ein günstigeres Verhältnis zwischen Materialdicke und dynamischer Steifigkeit erreichbar ist.

Die Untersuchungen wurden in einem viergeschossigen Wohngebäude Typ Blockbauart 1,1 t in Potsdam durchgeführt. Das Gebäude hatte 14 cm dicke Normalbetondecken; flankierende Bauteile waren die Außenlängswand aus Leichtzuschlagstoffbeton  $d = 29$  cm ( $\rho = 1,1$  kg/dm<sup>3</sup>) sowie Wände aus Normalbeton mit 6 bzw. 15 cm Dicke. Jede Fußbodenvariante wurde dreimal (auf drei Decken) gemessen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Schalltechnische Ergebnisse

Die Messungen der Fußbodenaufbauten erfolgten auf Rohdecken mit folgenden schalltechnischen Parametern

(Mittelwert mit Vertrauensgrenzen bei einem Vertrauensniveau von 68,28 %):

- bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_w = 50,4 \text{ dB} \pm 0,55 \text{ dB}$
- bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 77,1 \text{ dB} \pm 0,33 \text{ dB}$
- äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w,o,eq} = 76,0 \text{ dB} \pm 0,33 \text{ dB}$ .

Für die untersuchten Fußbodenaufbauten wurden Ergebnisse nach Tab. 1 sowie den Bildern 1-3 ermittelt.

Die Ergebnisse werden wie folgt beurteilt:

##### *Bewertetes Schalldämm-Maß:*

Die höchste Luftschalldämmung mit einem Mittelwert  $R'_w = 56,4 \text{ dB}$  erreichte Variante 4 aufgrund der großen Masse des Trockenestrichs mit einem Aufbau von 25 mm Gipskarton kombiniert mit einer weiteren Gipskartonplatte 12,5 mm (flächenbezogene Gesamtmasse des schwimmenden Trockenestrichs  $m' = 37,5 \text{ kg/m}^2$ ) auf einer Trittschalldämmplatte  $s'_{\text{Meßwert}} = 31 \text{ MN/m}^3$ .

Die Meßwerte liegen dabei bereits im Bereich der Grenzschalldämmung derartiger Gebäude, die bei  $R'_w = 57 \text{ dB}$  liegt.

Etwa um 1 dB niedriger liegen die Varianten 3, 5, 6, 8, 9, 10. Sie sind akustisch als gleichwertig einzustufen.

Um weitere 2 dB niedriger liegen die Meßergebnisse für die untersuchten monolithischen Estriche. Sie liegen bei  $R'_w = 53,9 \text{ dB}$  für Variante 2, Gußasphaltestrich ( $m'_{\text{Mittel}} = 63 \text{ kg/m}^2$ ) auf Dämmplatte  $s'_{\text{Meßwert}} = 31 \text{ MN/m}^3$  und bei  $R'_w = 53,4 \text{ dB}$  für Variante 1, Anhydrit-Fließestrich ( $m' = 60 \text{ kg/m}^2$ ) auf Dämmplatte  $s'_{\text{Meßwert}} = 89 \text{ MN/m}^3$ .

Es ist davon auszugehen, daß bei Anhydritestrich die geforderten  $R'_w = 54 \text{ dB}$  in der Praxis nicht mit Sicherheit erreicht werden. Bei Gußasphalt wird bei guter Verlegung eine Einhaltung der Forderungen erwartet.

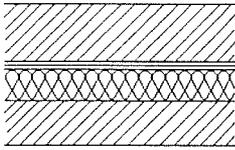
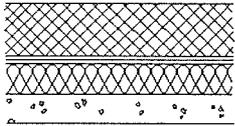
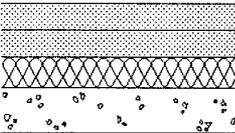
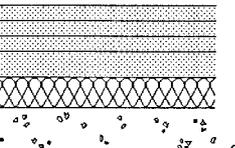
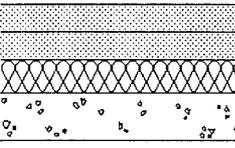
##### *Bewerteter Norm-Trittschallpegel:*

Neben der höchsten Luftschalldämmung erreichte Variante 4 auch die höchste Trittschalldämmung mit einem Mittelwert von  $L'_{n,w} = 47,4 \text{ dB}$ . Eine nur geringfügig niedrigere Trittschalldämmung ergab sich bei Variante 2, Gußasphaltestrich mit  $L'_{n,w} = 47,7 \text{ dB}$ . Trotzdem werden die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz [2] auch bei diesen günstigsten Varianten noch nicht erfüllt.

Als weiterer sehr guter trittschalldämmender Fußbodenaufbau ist Variante 8 mit einem Aufbau von 2 x 12,5 mm Gipskarton ( $m' = 25 \text{ kg/m}^2$ ) auf einer 15 mm dicken HWL-Platte und einer Mineralfaserdämmschicht ( $s'_{\text{Meßwert}} = 36 \text{ MN/m}^3$ ) zu nennen.

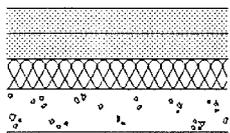
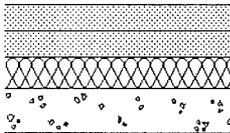
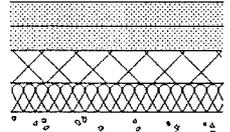
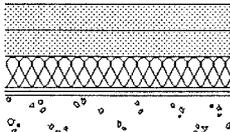
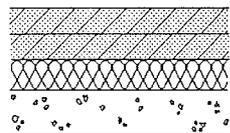
Der ungünstigste Wert wurde für Variante 1, Anhydritfließestrich mit  $L'_{n,w} = 53,1 \text{ dB}$  ermittelt, d.h. die Anforderungen können nicht mit Sicherheit erfüllt werden.

Die anderen untersuchten Varianten liegen zwischen 48,8 dB und 51,2 dB in einem mittleren Bereich.

Var.-Nr.	Fußboden-Varianten	Mittelwert der kennzeichnenden Größe in dB
1	 <p style="text-align: center;">d = 50 - 70 mm</p> <p>30 mm Anhydrit-Fließestrich, Dichte 2000 kg/m<sup>3</sup>  1 Lage Abdeckung  11/10 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 70  10-30 mm Ausgleichsestrich, Dichte 450 kg/m<sup>3</sup>  PE-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 53,4$ $L'_{n,w} = 53,1$ $\Delta L'_w = 23,3$
2	 <p style="text-align: center;">d = 46 - 71 mm</p> <p>25-30 mm Gußasphaltestrich GE 10  1 Lage kaschiertes Wellpapier  12/11 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 40  10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup>  Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 53,9$ $L'_{n,w} = 47,7$ $\Delta L'_w = 27,7$
3	 <p style="text-align: center;">d = 46 - 66 mm</p> <p>25 mm 2x12,5 mm Gipskartonplatten, auf Baustelle verklebt,  12/11 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 40  10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup>  Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 55,6$ $L'_{n,w} = 49,5$ $\Delta L'_w = 26,0$
4	 <p style="text-align: center;">d = 58,5 - 78,5 mm</p> <p>25 mm 3 Lagen Gipskartonplatten, vorverklebt  12,5 mm Gipskartonplatte  12/11 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 40  10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup>  Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 56,4$ $L'_{n,w} = 47,4$ $\Delta L'_w = 28,3$
5	 <p style="text-align: center;">d = 46 - 66 mm</p> <p>25 mm 2x12,5 mm Gipsfaserplatten, auf Baustelle verklebt,  12/11 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 40  10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup>  Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 55,8$ $L'_{n,w} = 49,0$ $\Delta L'_w = 26,3$

Tab. 1 Ergebnisse der bauakustischen Messungen der untersuchten Fußbodenvarianten

24 7

Var.-Nr.	Fußboden-Varianten	Mittelwert der kennzeichnenden Größe in dB
6	 <p><math>d = 45 - 65 \text{ mm}</math></p> <p>25 mm 2x12,5 mm Gipskartonplatten auf Baustelle verklebt 11/10 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte Steifigkeitsgruppe 70 10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup> Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 55,8$  $L'_{n,w} = 50,8$  $\Delta L'_w = 24,7$
7	 <p><math>d = 45 - 65 \text{ mm}</math></p> <p>25 mm 2x12,5 mm Gipskartonplatten, auf Baustelle verklebt 12/10 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte Steifigkeitsgruppe 40 10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup> Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 54,5$  $L'_{n,w} = 51,2$  $\Delta L'_w = 24,7$
8	 <p><math>d = 60 - 80 \text{ mm}</math></p> <p>25 mm 2x12,5 mm Gipskartonplatten auf Baustelle verklebt 15 mm HWL-Platte 12/10 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte Steifigkeitsgruppe 40 10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup> Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 55,4$  $L'_{n,w} = 48,1$  $\Delta L'_w = 27,7$
9	 <p><math>d = 46 - 66 \text{ mm}</math></p> <p>25 mm 2x12,5 mm Gipskartonplatten, auf Baustelle verklebt 12/11 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 40 1 Lage Krepp-Papier 10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 490 kg/m<sup>3</sup> Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 55,7$  $L'_{n,w} = 48,8$  $\Delta L'_w = 27,0$
10	 <p><math>d = 46 - 66 \text{ mm}</math></p> <p>25 mm 2x12,5 mm zementgebundene Bauplatten, vorverklebt 12/11 mm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte, Steifigkeitsgruppe 40 10-30 mm Ausgleichs-Trockenschüttung, Schüttdichte 140 kg/m<sup>3</sup> Mineralwolle-Randdämmstreifen</p>	$R'_w = 55,9$  $L'_{n,w} = 49,8$  $\Delta L'_w = 25,7$

Fortsetzung Tab. 1 Ergebnisse der bauakustischen Messungen der untersuchten Fußbodenvarianten

8/6 9/10

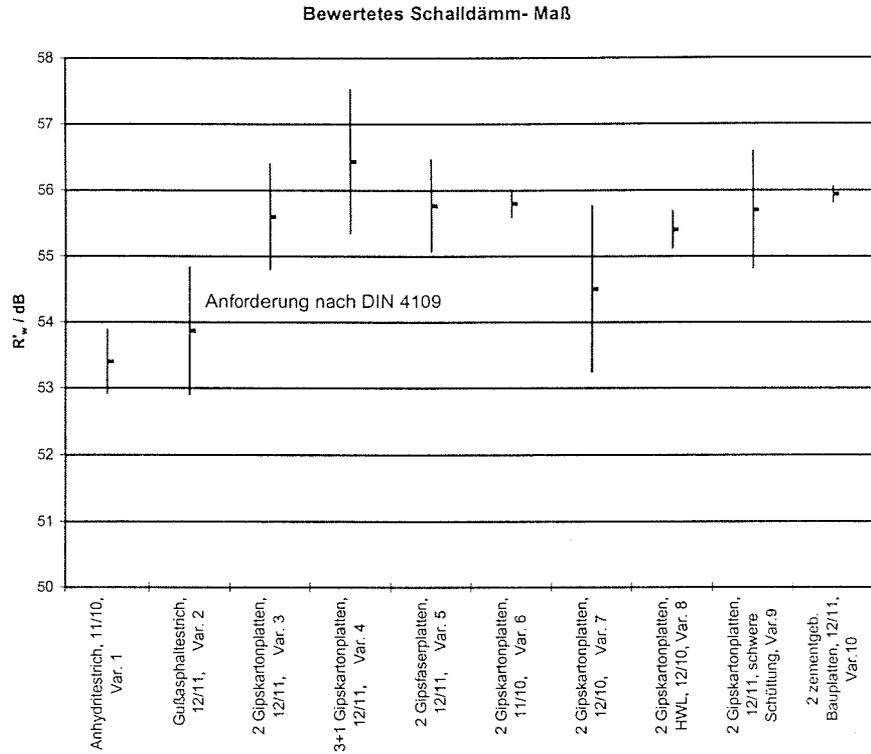


Bild 1  
Darstellung der bewerteten Schalldämm-Maße  $R'_w$  der untersuchten Fußbodenvarianten als Mittelwerte mit Vertrauensbereich bei einem Erwartungswert von 68,28 %

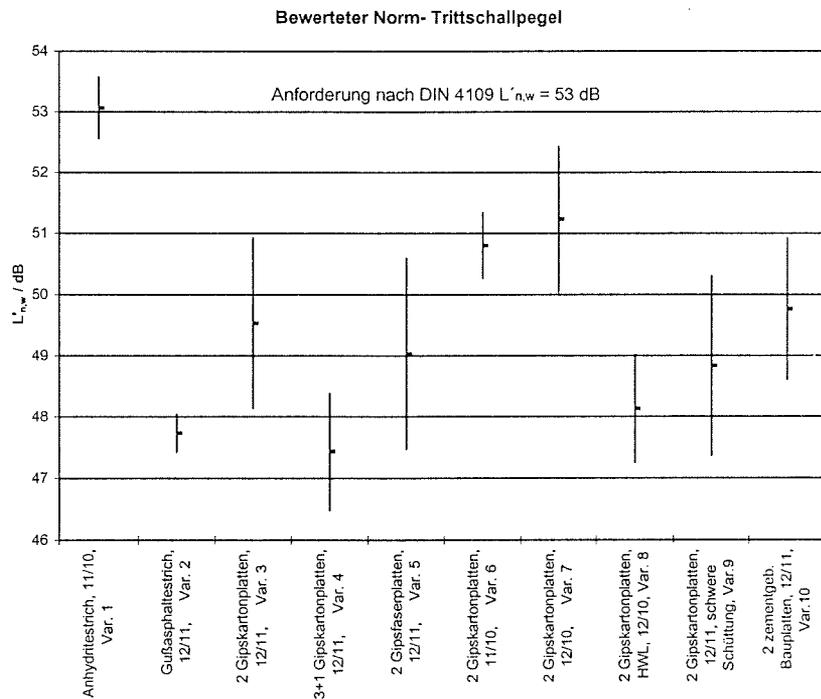


Bild 2  
Darstellung des bewerteten Norm-Trittschallpegels  $L'_{n,w}$  der untersuchten Fußbodenvarianten als Mittelwerte mit Vertrauensbereich bei einem Erwartungswert von 68,28 %

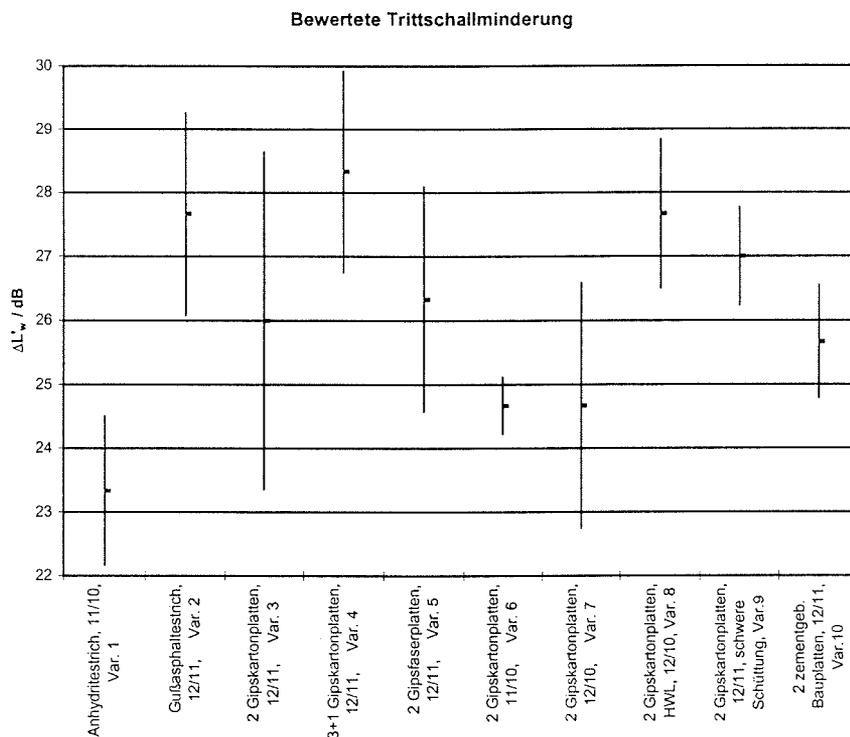


Bild 3

Darstellung der bewerteten Trittschallminderung  $\Delta L'_w$  der untersuchten Fußbodenvarianten als Mittelwerte mit Vertrauensbereich bei einem Erwartungswert von 68,28 %

#### *Bewertete Trittschallminderung:*

Vergleichbar in der Reihenfolge liegen die Ergebnisse für die bewertete Trittschallminderung:

Für Variante 4 und 2 ergeben sich  $\Delta L'_w = 28,3$  dB bzw.  $27,7$  dB als beste Werte und für Variante 1  $\Delta L_w = 23,3$  dB als ungünstigster Wert.

Die gewonnenen Meßergebnisse sind als verallgemeinerbar für Plattenbauten in den neuen Bundesländern anzusehen, da bestimmte Grundlagen der Gebäudekonstruktion - 15 cm Vollbetondecken, 15 cm tragende Innenwände, selbsttragende Außenwände mit innenliegender Stahlbetonvollplatte, 6 cm Beton- oder 7 cm Gipsinnenwände - und damit die vorgefundenen Flankenwegbedingungen und Knotenpunktausbildungen nicht wesentlich voneinander abweichen.

### 3.2 Fußbodenhöhen

Bei der Auswahl der Experimentalfußböden wurden minimale Fußbodenhöhen angestrebt.

Dabei ergibt sich der grundsätzliche Widerspruch, daß die Schalldämmung durch schwere Estrichplatten und Trittschalldämmplatten geringer dynamischer Steifigkeit verbessert werden kann und für beide Anforderungen größere Materialstärken von Vorteil sind.

Es muß daher zwischen notwendiger Dicke dieser Materialien und der erforderlichen Schalldämmung ein Optimum gefunden werden.

Dieses Optimum wurde bezüglich der untersuchten Fußböden mit der Trockenestrich-Variante 3 (und den Variationen zu ihr, den Varianten 6, 7, und 9) sowie den Varianten

5 und 10 erreicht. Als minimale Aufbauhöhe ergaben sich 55 mm (35 mm Fußbodenaufbau und 20 mm (mittlere Höhe) Ausgleichs-Trockenschüttung).

Als nahezu gleichwertig kann außerdem, hinsichtlich der Fußbodenhöhe, Variante 2, Gußasphaltestrich (35 - 40 mm Fußbodenaufbau und 20 mm (mittlere Höhe) Ausgleichs-Trockenschüttung) angesehen werden.

Die Varianten 4 und 8 erreichen günstigere Schalldämmwerte, haben dafür aber gegenüber Variante 3 einen um 12,5 mm bzw. 15 mm höheren Aufbau. Bei Variante 4 wurde der schwimmende Trockenestrich dicker und damit schwerer ausgebildet. Bei Variante 8 wurde durch eine HWL-Platte die dynamische Steifigkeit verbessert.

### 3.3 Kosten

Um zu verallgemeinerbaren Kostenvergleichen der Fußbodenvarianten zu kommen, wurde eine Auswertung aufgrund der Angaben der Hersteller und der Ausführungsfirmen durchgeführt.

Bei den Angaben ist von der Verlegung größerer Flächen von 200 - 500 m<sup>2</sup> ausgegangen worden. Dabei ergibt sich im Vergleich von Herstellerangaben / Verarbeitungsfirmen eine Schwankungsbreite der Kosten von  $\pm 10\%$  i.M.

In den aufgeführten Materialkosten sind enthalten: Estrichplatten, Dämmschichten, Abdeckmaterialien, Kleber, Befestigungsschrauben, Klammern, Kleber, Randdämmstreifen und Verschnitt.

Bei den Verarbeitungs- und Montagekosten wurde von einem Stundensatz von 60,00 DM (neue Bundesländer) ausgegangen.

Es wurden Kosten nach Tab. 8 ermittelt.

Var.- Nr.	Fußboden-Varianten Aufbau (Kurzbeschreibung)	Montage-/ Einbaukosten je m <sup>2</sup> in DM (ca. 1,00 DM je Minute)	Materialkosten je m <sup>2</sup> in DM <sup>1)</sup>	Gesamtkosten je m <sup>2</sup> in DM
1	Anhydritestrich, 11/10	11,00	39,00	50,00
2	Gußasphaltestrich, 12/11	26,00	39,00	65,00
3	2 Gipskartonplatten, 12/11	28,00	37,00	65,00
4	3+1 Gipskartonplatten, 12/11	31,00	47,00	78,00
5	2 Gipsfaserplatten, 12/11	28,00	41,00	69,00
6	2 Gipskartonplatten, 11/10	28,00	37,00	65,00
7	2 Gipskartonplatten, 12/10	28,00	37,00	65,00
8	2 Gipskartonplatten, HWL, 12/10	31,00	48,00	79,00
9	2 Gipskartonplatten, 12/11, schw. Schüttung	28,00	37,00	65,00
10	2 zementgebundene Bau- platten, 12/11	20,00	60,00	80,00

1) Angenommene Schütthöhe der Ausgleichs-Trockenschüttung: 20 mm

Tab. 8 Kosten der Fußbodenvarianten (Angaben als mittlere Nettokosten)

Für die Gesamtkosten, die bei einer Verbesserung des Schallschutzes von Decken auf das Anforderungsniveau der DIN 4109 entstehen, sind neben den Kosten für die Fußbodenaufbauten außerdem Kosten von ca. 98,00 DM für Entfernung des vorhandenen Fußbodenaufbaus, Sanierung von Rissen und Aufbringen eines neuen Fußbodenbelags zu berücksichtigen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

- Luftschalldämmung: Alle Trockenestrichvarianten erfüllten die Anforderung  $R'_w = 54$  dB der DIN 4109. Bei Anhydritfließestrich und bei Gußasphaltestrich erfüllte jeweils eine Decke die Anforderungen nicht.
- Trittschalldämmung: Alle Trockenestrichvarianten und Gußasphaltestrich erfüllen die Anforderung  $L'_{nw} = 53$  dB der DIN 4109 sicher. Anhydritestrich erfüllte die Anforderung im Mittelwert aus drei Messungen nicht.
- Fußbodenhöhe: Als minimal mögliche Fußbodenhöhe ergaben sich 55 mm (35 mm Fußbodenaufbau, 20 mm (mittlere Höhe) Ausgleichstrockenschüttung) für die Trockenestrichvarianten 3, 5, 6, 7, 9, 10 sowie für Gußasphaltestrich.
- Kosten: Für die Gipskarton-Trockenestrichvarianten 3, 6, 7, 9 und für die Variante Gußasphaltestrich wurden Kosten von 65,00 DM je m<sup>2</sup>, für Anhydritestrich 50,00 DM sowie für die Trockenestrichvarianten 4, 5, 8, 10 Kosten zwischen 69,00 und 80,00 DM je m<sup>2</sup> ermittelt. Für einen Fußboden mit minimaler Höhe von 55 mm, der die Anforderungen der DIN 4109 mit Sicherheit erfüllt, ergeben sich dann unter Berücksichtigung der Nebenleistungskosten von 98,00 DM Gesamtkosten von  $\geq 163,00$  DM.

### Literatur:

- [1] Scholze, J., Sonntag, E., Küstner, E.  
Sicherung des Trittschallschutzes in Gebäuden ohne schwimmenden Estrich, Abschlußbericht BI 5 - 800193-5, Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn, 1994
- [2] DIN 4109, Ausg. 89-11: Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise; mit Beiblättern 1-3
- [3] TGL 10687/03: Schallschutz, Schalldämmung von Bauwerksteilen (erschienene Ausgaben: 63-10, 70-12, 82-01, 86-09)