

# Messung der Schall-Längsdämmung von Deckenverkleidungen und Doppelböden am Bau

VON PROF. DR.-ING. HABIL. K. GÖSELE, LEINFELDEN-ECHTERDINGEN UND B. KÜHN, UNTERAEGERI/SCHWEIZ

## 1. Einleitung

Bei den heute für Verwaltungs- und Universitätsbauten, Schulen und Krankenhäusern meist angewandten Skelettbauarten werden in großem Umfang abgehängte Deckenverkleidungen verwendet. Diese beeinflussen durch sog. Schall-Längsleitung die Schalldämmung zwischen nebeneinanderliegenden Räumen, so daß bei der Planung die Schall-Längsdämmung dieser Deckenverkleidungen – gleiches gilt auch für sog. Doppelböden – berücksichtigt werden muß. Sie muß auch bei der Ausschreibung zahlenmäßig festgelegt werden, wenn es nicht später zu unliebsamen Überraschungen kommen soll. Wird am fertigen Bau die angestrebte Schalldämmung zwischen den Räumen nicht erreicht, dann muß nachgeprüft werden, woran dies liegt. Ist die Trennwand, die Deckenverkleidung, die Fassade oder der Fußboden schalltechnisch nicht in Ordnung?

Derartige Nachprüfungen sind zur Zeit noch sehr aufwendig und auch häufig nicht immer genau. Sie bestehen darin, daß man alle anderen Bauteile mit Ausnahme des zu überprüfenden provisorisch jeweils mit einer Vorsatzschale versieht, so daß die Übertragung nur noch über den zu untersuchenden Bauteil, z. B. die Deckenverkleidung, erfolgt. Neben dem großen baulichen Aufwand gibt es auch noch verschiedene meßtechnische Probleme bei diesem Verfahren.

Im folgenden werden deshalb für Deckenverkleidungen und für Doppelböden zwei alternative Verfahren I und II besprochen, bei denen ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen die Schall-Längsdämmung relativ schnell und genau am Bau gemessen werden kann. Der Einfachheit halber wird im folgenden meist nur von Deckenverkleidungen gesprochen werden, obwohl die Ausführungen auch für Doppelböden gelten.

## 2. Zur Definition des Schall-Längsdämm-Maßes

Das Schall-Längsdämm-Maß von flankierenden Bauteilen ist in DIN 52 217 [1] definiert. Es ist dort mit „ $R_2$ “ bezeichnet. Da in Zukunft geplant ist, dafür die Bezeichnung „ $R_L$ “ bzw. „ $R'_L$ “ zu verwenden, wird im folgenden diese Benennung benutzt. Es gilt dann sinngemäß [1]:

$$R_L = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S_{Tr}}{A_2}$$

dabei bedeuten:

$R_L$ : Schall-Längsdämm-Maß eines Bauteils

$L_1$ : Schallpegel im Senderaum

$L_2$ : Schallpegel im Empfangsraum, wenn nur über das betrachtete Längsbauteil Schall übertragen wird

$S_{Tr}$ : Fläche der Trennwand

$A_2$ : äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum.

Das Längsdämm-Maß  $R_L$  hängt unter anderem etwas von den Raumabmessungen ab. Man unterscheidet deshalb zwischen dem Dämm-Maß unter den vorgegebenen Verhältnissen am jeweiligen Bau ( $R'_L$ ) und dem auf bestimmte Normbedingungen im Laboratorium umgerechneten Wert ( $R_L$ ). Die Unterschiede zwischen beiden Werten sind in der Regel gering und können bei Deckenverkleidungen und Doppelböden meist vernachlässigt werden.

## 3. Verfahren I

### 3.1 Meßprinzip

Dieses Verfahren beruht darauf, daß man den Schallpegel  $L_{H 1,2}$  im Deckenhohlraum und den im Senderaum ( $L_1$ ) mißt, siehe Bild 1. Daraus läßt sich dann  $R_L$  in folgender Weise näherungsweise berechnen

$$R_L = 2(L_1 - L_{H 1,2}) + 10 \lg \frac{h_{Tr}}{h_D} - 6 \text{ dB}$$

wobei bedeuten:

$h_{Tr}$ : Höhe der Trennwand

$h_D$ : Höhe des Deckenhohlraumes

Dieser einfache Zusammenhang ergibt sich unter der Annahme, daß sich das Schall-Längsdämm-Maß  $R_L$  auf Grund des Reziprozitätsgesetzes aus zwei gleich großen Anteilen zusammensetzt, nämlich

der Übertragung durch die Deckenverkleidung im Senderaum und der Ausbreitung im Deckenhohlraum bis zur Höhe der Trennwand

und zum Zweiten

die Übertragung im Hohlraum von der Höhe der Trennwand entlang der Fläche der Verkleidung und durch diese hindurch in den Empfangsraum.

### 3.2 Überprüfung

Im Laboratorium sind die Ergebnisse des Verfahrens I an einem Prüfstand für die Bestimmung des Längsdämm-Maßes von Deckenverkleidungen – näherer Aufbau siehe [2] – mit dem unmittelbaren, der Norm DIN 52 210 [3] entsprechenden Verfahren nach Abschnitt 2 verglichen worden<sup>1)</sup>. In Bild 2 sind vier Beispiele dargestellt, wobei  $R_L$  in Abhängigkeit von der Frequenz nach dem Norm-Verfahren (Kurve a) und dem Verfahren I (Kurve b) eingetragen ist.

Dabei sind stark unterschiedliche Deckenverkleidungen verwendet worden. Es ist daraus zu entnehmen, daß die Übereinstimmung befriedigend ist. Bei hohen Frequenzen traten bei den unteren beiden Beispielen c und d in Bild 2 Abweichungen auf, die auf die begrenzte Dämmung des Prüfstandes zurückzuführen sind (zu geringe Maximaldämmung des Prüfstandes).

In Bild 3 sind in einem Diagramm die Werte des bewerteten Schalldämm-Maßes  $R_{Lw}$  für das Normverfahren und das Verfahren I für zahlreiche verschiedene Deckenverkleidungen einander gegenübergestellt. Die Übereinstimmung ist auch hier einigermaßen befriedigend.

### Grenzen des Verfahrens

Bei Deckenverkleidungen, die oberseitig durch aufgelagerte Matten stark absorbierend ausgebildet sind, ist der Schallpegel im Hohlraum von der Höhe des Meßorts abhängig. Dadurch sind mehrere Meßhöhen nötig, was das Verfahren etwas umständlicher macht.

## 4. Verfahren II

### 4.1 Meßprinzip

Es ist im Bild 4 dargestellt. Dabei wird ebenfalls der Schallpegel ( $L_{H2}$ ) im Hohlraum gemessen, wenn im Senderaum Schall erzeugt wird, allerdings in diesem Fall über dem Empfangsraum, siehe Bild 4. Anschließend wird in einem zweiten Versuch mit einem oder zwei Lautsprechern im Deckenhohlraum über dem Senderaum Schall erzeugt und an der gleichen Stelle im Hohlraum wie bei der ersten Messung der Schallpegel  $L'_{H2}$  gemessen, außerdem der zugehörige Pegel  $L'_2$  im Empfangsraum. Daraus errechnet sich  $R_L$  zu

$$R_L = L_1 - L_{H2} + (L'_{H2} - L'_2) + 10 \lg S_{Tr}/A_2$$

Dabei wird davon ausgegangen, daß die vom Senderaum her angeregte, in dem Hohlraum auftretende Schallpegelverteilung ( $L_{H2}$ ) durch Lautsprecher im Hohlraum ausreichend nachgebildet werden könne ( $L'_{H2}$ ). Der Sinn des Verfahrens ist, die Übertragung über den Hohlraum hinweg gegenüber den anderen Übertragungswegen so zu verstärken, daß diese Übertragung gegenüber den anderen Wegen weit überwiegt. Um eine gleichmäßige Schallfeldverteilung zu bekommen, wird der (oder die) Lautsprecher genügend weit weg von dem Hohlraum über dem Empfangsraum angeordnet.

<sup>1)</sup> Die Messungen sind im Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, vorgenommen worden

## 4.2 Meßbeispiele

In den Bildern 5 und 6 sind zwei Meßbeispiele für verschiedene Deckenverkleidungen, einmal mit leerem Hohlraum und zum anderen mit 100 mm Mineralwolle-Auflage dargestellt. Dabei waren für die unmittelbare Messung von  $R'_L$  zwischen den Räumen die Trennwand und die Fassade mit Vorsatzschalen versehen (Kurve a). Die Werte der Kurven b sind mit dem Verfahren II bestimmt worden. Abweichungen oberhalb 1000 Hz in Bild 6 sind bei Kurve a auf andere, nicht völlig unterdrückte Nebenwege zurückzuführen, d. h. das zum Vergleich herangezogene Meßergebnis a ist bei hohen Frequenzen verfälscht. Schließlich sind in Bild 7 entsprechende Vergleichswerte für einen Doppelboden dargestellt. Dabei war die Trennwand von vornherein so gut, daß deren Übertragung gegenüber der Übertragung über den Doppelboden vernachlässigt werden konnte.

## 4.3 Einfluß des Mikrofonorts im Hohlraum

Bei sehr großen Hohlraumhöhen und hoher Absorption der Auflage auf der Verkleidung ist der Schallpegel im Hohlraum abhängig von der Höhe des Mikrofonorts im Hohlraum. In Bild 8, oberes Diagramm ist der Unterschied des Schallpegels zwischen der Höhe 0 (Aufliegen auf Rasterschiene) und der Höhe „1 m“ bei einem 2 m hohen Hohlraum dargestellt. Die Werte können im Extremfall je nach Frequenz um etwa  $\pm 7$  dB verschieden sein. Trotz dieser Unterschiede ergab sich jedoch im Meßbeispiel für die beiden Mikrofonhöhen etwa dieselbe Längsdämmung nach dem Verfahren II. Voraussetzung dazu ist, daß bei den beiden Messungen nach Bild 8 die Schallpegel  $L_{H2}$  bzw.  $L'_{H2}$  im Hohlraum bei derselben Mikrofonstellung bestimmt werden. Das Verfahren ist somit ziemlich unempfindlich gegen den Ort des Mikrofons im Hohlraum.

## 4.4 Bestimmung des Schalldämm-Maßes der Deckenverkleidung

Das Verfahren II gibt außer dem Wert von  $R_L$  noch zusätzliche Informationen über den Übertragungsvorgang bei der speziell untersuchten Deckenverkleidung. Zunächst kann aus der Messung  $L'_{H2}$  und  $L'_2$  das Schalldämm-Maß  $R$  der Deckenverkleidung bei „einfachem Durchgang“ ermittelt werden, wenn das Mikrofon unmittelbar über der Deckenverkleidung angebracht wird. Dann gilt <sup>2)</sup>

$$R = (L_{H2} - 3) - L_2 + 10 \lg \frac{S_D}{A_2}$$

$S_D$  stellt die Deckenfläche im Empfangsraum dar. Dabei muß allerdings bei stark absorbierendem Hohlraum  $L_{H2}$  an mehreren Stellen entlang der Schallausbreitungsrichtung gemessen und die Werte  $L_{H2}$  – notfalls energetisch – gemittelt werden. Das Schalldämm-Maß  $R$  bezieht sich dabei auf die Verkleidung einschließlich von Fugenundichtheiten und einschließlich einer etwaigen schallabsorbierenden Auflage, z. B. aus Mineralfaserplatten. Eine solche Messung kann wertvolle Aussagen über die Größe der vorliegenden Fugenundichtheiten ergeben. In Bild 9 sind als Beispiele die Werte des so bestimmten Schalldämm-Maßes  $R$  für zwei Deckenverkleidungen dargestellt. Das Schalldämm-Maß beider Verkleidungen hätte bei völlig dichten Fugen wesentlich höher als die Meßwerte liegen müssen. Schließlich gibt der Schallpegel  $L_2$  bei bekannter Schallleistung des Lautsprechers im Hohlraum wichtige quantitative Hinweise über den Einfluß der Hohlraumhöhe und der Wirksamkeit der absorbierenden Auflage auf der Deckenverkleidung.

## 5. Praktische Anwendung

Die beiden Verfahren ermöglichen erstmals die Überprüfung der Längsleitung von Deckenverkleidungen und von Doppelböden unmittelbar am Bau. Einmal wird dadurch die „akustische“ Fehlersuche wesentlich erleichtert, zum anderen können gegebene Garantieverpflichtungen für die genannten Bauteile relativ einfach nachgeprüft werden. Darüber hinaus können die Hersteller von Deckenverkleidungen und Doppelböden sowie auch größere Verleger eigene Erfahrungen über verschiedene Ausführungen sammeln. Schließlich sind Entwicklungsarbeiten ohne gesonderte Längsleitungsprüfstände für die genannten Gruppen möglich.

<sup>2)</sup> Der Zahlenwert „-3“ berücksichtigt, daß der Schallpegel vor einer Wand bei diffus einfallendem Schallfeld um 3 dB höher ist als der entsprechende Schallpegel im Raum

Die Grenzen in der Anwendung der geschilderten Verfahren liegen dort, wo die Schall-Längsleitung im wesentlichen nicht mehr über den Decken- bzw. Fußbodenhohlraum, sondern durch Körperschall-Leitung erfolgt, da diese Körperschall-Übertragung bei beiden Verfahren nicht erfaßt wird. Dies tritt bei Deckenverkleidungen in der Regel bei  $R_{Lw}$ -Werten oberhalb von etwa 50 bis 55 dB, bei Doppelböden von etwa 50 dB ein.

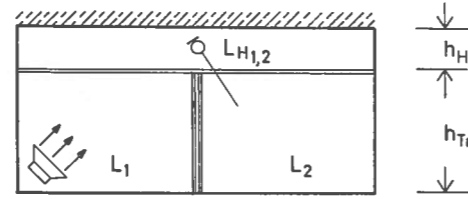


Bild 1: Verfahren I zur Bestimmung des Schalldämm-Maßes  $R_L$  von Deckenverkleidungen (Messung der Schallpegel  $L_1$  und  $L_{H1,2}$ )

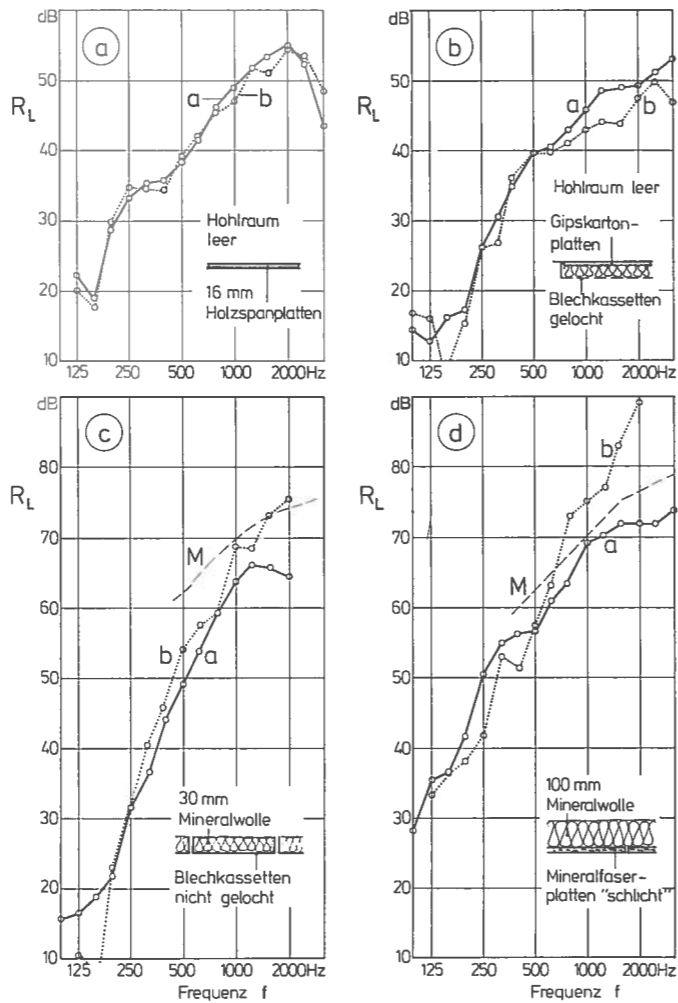


Bild 2: Vergleich von Meßergebnissen des Längsdämm-Maßes  $R_L$  verschiedener Deckenverkleidungen bei der Messung im Laboratorium

a. Messung nach Normverfahren nach DIN 52210 bzw. DIN 52217  
b. Messung nach Verfahren I  
M: Maximaldämmung des Prüfstandes

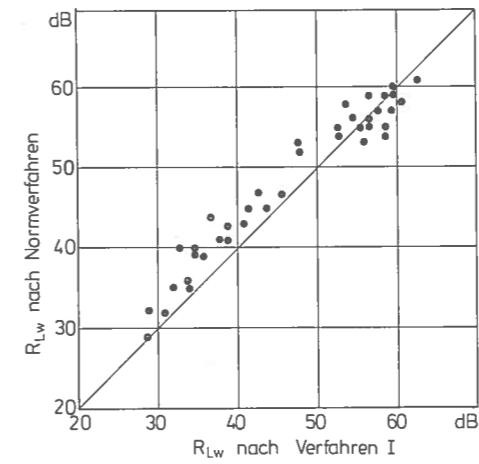


Bild 3: Vergleich der Werte des bewerteten Schalldämm-Maßes  $R_{Lw}$  von verschiedenen Deckenverkleidungen, die nach dem Normverfahren, entsprechend DIN 52217 bzw. nach dem Verfahren I bestimmt worden sind

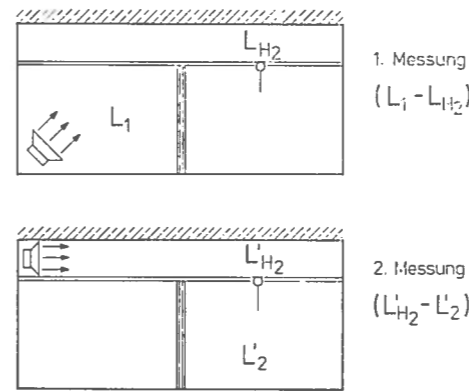


Bild 4: Verfahren II zur Bestimmung des Schalldämm-Maßes  $R_L$  von Deckenverkleidungen (gemessen werden die Pegeldifferenzen  $(L_1 - L_{H2})$  und  $(L'_{H2} - L'_2)$ )

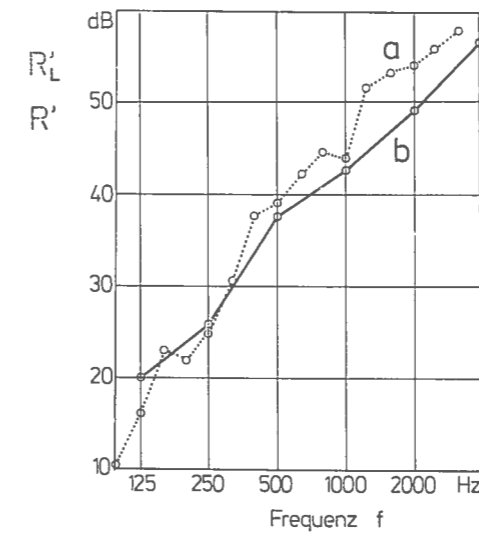


Bild 5: Vergleich des Längsdämm-Maßes  $R'_L$  einer Deckenverkleidung (Blechkassetten, Hohlraum leer,  $h_D = 0,7$  m) nach Verfahren II mit der unmittelbar gemessenen Dämmung bei verkleideter Trennwand  
a: nach dem Normverfahren  
b: nach Verfahren II

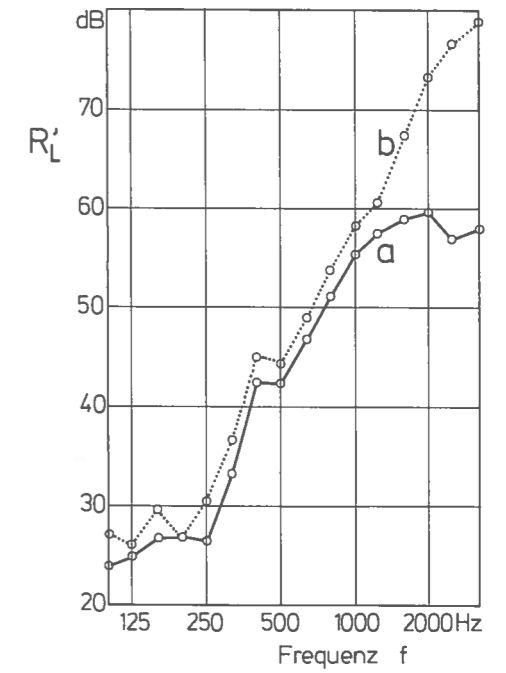


Bild 6: Vergleich des Längsdämm-Maßes  $R'_L$  einer Deckenverkleidung (Blechkassetten,  $h_D = 2$  m, 100 mm Mineralwolle-Auflage) in einem Bau  
a: Norm-Verfahren  
b: nach Verfahren II  
Abweichungen bei hohen Frequenzen sind auf nicht völlige Unterdrückung anderer Nebenwege beim Norm-Verfahren zurückzuführen.

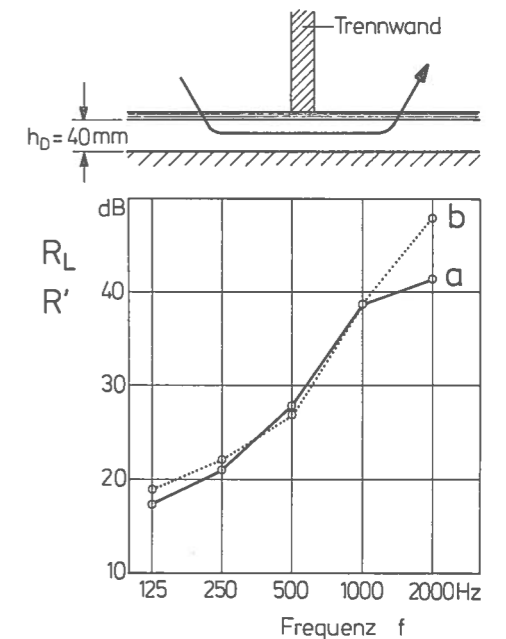
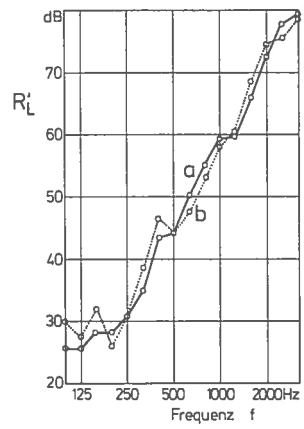
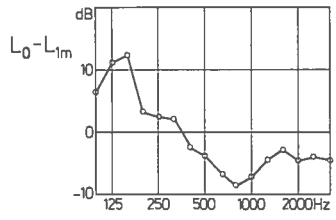
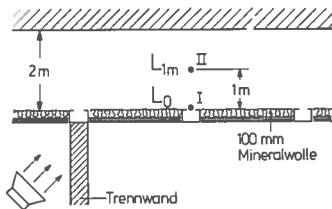


Bild 7: Vergleich des Längsdämm-Maßes  $R'_L$  eines Doppelbodens, gemessen nach Verfahren II mit dem unmittelbar gemessenen Schalldämm-Maß  $R'$  zwischen den beiden Räumen  
Kurve a:  $R'_L$   
Kurve b:  $R'$   
Beide Kurven stimmen bis 1000 Hz nahezu überein, weil die Trennwand-Übertragung weit geringer ist als die Längsleitung entlang des Doppelbodens



a: 0 m Mikrofonhöhe  
b: 1 m Mikrofonhöhe

Bild 8: Schall-Längsdämm-Maß  $R_L$ , bestimmt nach Verfahren II, siehe Bild 4, für eine Deckenverkleidung im Bau mit hohem Lufthohlraum (2 m) mit zwei Mikrofonorten I + II

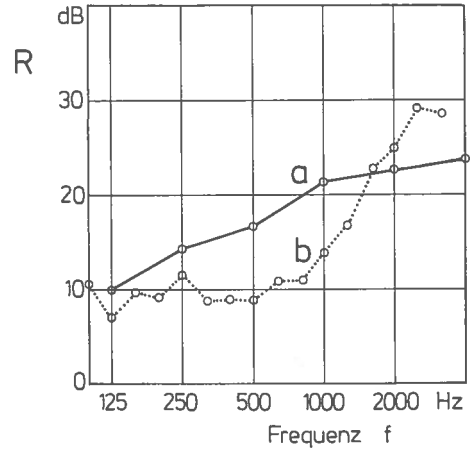


Bild 9: Beispiel für das nach dem Verfahren II bestimmte Schalldämm-Maß  $R$  von zwei Deckenverkleidungen (bei „einfachem Schalldurchgang“) aus Stahlblechkassetten  
a: sehr dichte Fugen (Verkleidung ohne Mineralwolleauflage)

**Schrifttumnachweis**

- [1] DIN 52 217, Bauakustische Prüfungen. Flankenübertragung, Begriffe, 1971, Beuth-Vertrieb, Köln
- [2] Gösele, K., Kühn, B., Stumm, F. „Schall-Längsdämmung von untergehängten Deckenverkleidungen“, Bundesbaublatt, 1976, S. 132
- [3] DIN 52 210, Teil 1 „Luft- und Trittschalldämmung, Meßverfahren“, 1975