

Bauphysik der Holz-Beton-Verbunddecken

Autor(en): **Diebold, Frank**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **112 (1994)**

Heft 37

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78508>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bauphysik der Holz-Beton-Verbunddecken

Der Beitrag behandelt die Ermittlung schallschutztechnischer Kennwerte von HBV-Decken und feuchtetechnische Problemstellungen, die bei den Aussenwand-Auflagern – vorallem bei Renovationen im Zusammenhang mit einer energietechnischen Sanierung – auftreten können.

Schallschutz – Rechnerische Dimensionierung

Da die Konstruktion eine Kombination aus Holz- und Massivdecke darstellt, ist das schalltechnische Verhalten ebenso eine Mischung aus beiden Konstruk-

VON FRANK DIEBOLD, FLÄSCH

tionsarten. Häufig wird die Frage gestellt, ob auch Leichtbeton eingesetzt werden kann. Aus statischer Sicht ist dies in vielen Fällen möglich, aus schalltechnischer Sicht wird das geringere Massengewicht von Leichtbeton bei der Konstruktionsbemessung zu berücksichtigen. Messtechnische Untersuchungen liegen diesbezüglich noch keine vor. Deshalb gelten die folgenden Ausführungen nur für den Einsatz von Normalbeton.

Luftschall

Bei der Berechnung des Luftschallschutzes kann analog wie bei Massivdecken vorgegangen werden, d.h. Ermittlung des Schalldämmmasses für einschalige, biegesteife Bauteile, in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse und unter Berücksichtigung der flankierenden Bauteile. Es gelten folgende Rechenwerte für die Rohdecke:

- 8 cm armierter Beton:
 $m' = 0.08 \times 2300 = 184 \text{ kg/m}^2$
 $R'_{w,R} = 44 \text{ dB}$
- 10 cm armierter Beton:
 $m' = 0.10 \times 2300 = 230 \text{ kg/m}^2$
 $R'_{w,R} = 46 \text{ dB}$

Die Rechenwerte sind massgebend für die Projektierung und beinhalten 2 dB Sicherheit (Vorhaltemass) um allfällige Unsicherheiten bei der Bauausführung sowie Alterungsprozesse zu berücksichtigen; Messwerte können deshalb durchaus 2 dB höher liegen. Die Ermittlung erfolgt nach DIN 4109, Ausgabe 1989, Beiblatt 1, Tabelle 1 gemäss Massenkurve von Gösele, gültig, für flankierende Bauteile mit einer mittleren, flächenbezogenen Masse von $m'_{L, \text{Mittel}} \approx 300 \text{ kg/m}^2$. Werden die Werte für die Rohdecke nach SIA 181, Abschnitt A2 4 ermittelt, ist zu berücksich-

tigen, dass die zu verwendende Rechengleichung «Kurve 2» ein Verhaltemass von 2,0 bis 3,5 dB aufweist und die in Figur A2 4 1 dargestellte Kurve 2 ein Verhaltemass von 4 dB.

Für Deckenkonstruktionen mit schwimmendem Unterlagsboden und/oder abgehängter Unterdecke können die in Tabelle 2 aufgeführten Rechenwerte aus DIN 4109, Ausgabe 1989,

Beiblatt 1, Tabelle 12 herangezogen werden.

Trittschall

Um die Berechnung mit ausreichend gesicherten empirischen Formeln durchführen zu können, liegen bisher zu wenige differenzierte Messwerte vor. Alle Messungen wurden an gebrauchsfertigen Decken durchgeführt und sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Unter Verwendung des rechnerischen Verfahrens für Massivdecken ist aber erkennbar, dass die «Grundschalldämmung» für die Rohdecke bei

$$L'_{n,w,0} = 65 \dots 68 \text{ dB bzw.}$$

$$TSM_{eq} = -2 \dots -5 \text{ dB}$$

liegt. Die entsprechenden Trittschallverbesserungsmasse ΔL_w bzw. VM für

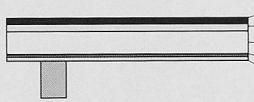
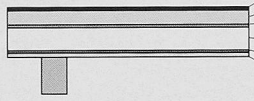
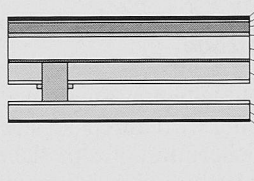
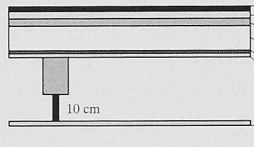
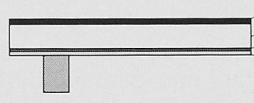
Deckenaufbau Gebäudeart	$L'_{n,T,w}$ [dB]	TSM [dB]	$D_{n,T,w}$ [dB]	R'_w [dB]
 Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	51	11	55	56
 Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	32	30	--	--
 Grand-Hotel, Altbausanierung, Aussenwände aus Bruchstein	30	32	57	58
 Grand-Hotel, Altbausanierung, Aussenwände aus Bruchstein	30	32	59	60
 Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	41	21	43	44

Tabelle 1. Vorliegende Messwerte verschiedener, gebrauchsfertiger HBV-Deckenkonstruktionen. Die Werte $L'_{n,T,w}$ und $D_{n,T,w}$ wurden aus den Messwerten TSM und R'_w errechnet. Sie gelten für übliche Wohnraumabmessungen (Grundfläche $4.0 \times 5.0 = 20 \text{ m}^2$, Raumhöhe 2,35 m). Gemäss SIA 181 «Schallschutz im Hochbau» resultieren daraus folgende Raumkorrekturen: $B = 1.0 \text{ dB}$, $C = 1.0 \text{ dB}$.

die Fussbodenaufbauten und abgehängten Decken sind in analoger Weise wie beim «Massivdecken-Verfahren» anzuwenden.

Wie aus den Ausführungen für Luft- und Trittschall ersichtlich wird, bedarf es zumindest zum momentanen Zeitpunkt, vorallem bei etwas unüblichen Bodenkonstruktionen, für die Vorausberechnung der Luft- und Trittschalldämmung, ein gewisses Mass an Erfahrung mit der Verhaltensweise dieser Verbund-Decken. Es empfiehlt sich deshalb, bei der Planung solcher Decken einen erfahrenen Bauphysiker beizuziehen.

Messtechnisch nachgewiesene Schalldämmung

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, wurden bisher, mit Ausnahme des Holzriemenbodens, keine harten Bodenbeläge gemessen. Deshalb müssen alle Trittschall-Messwerte unter Berücksichtigung dieser Tatsache beurteilt werden. Obwohl eine relativ geringe Anzahl von Messwerten vorliegt, lassen sich doch folgende Aussagen machen:

☐ Rohdecke mit direkt aufgeklebtem Belag, ohne Unterdecke:

Die Luftschalldämmung entspricht den Angaben in Tabelle 2, nach DIN 4109, Beiblatt 1, Tabelle 12, für Decken mit einer flächenbezogenen Masse $m' = 200 \text{ kg/m}^2$ (Zeile 7) mit $R'_w = 44 \text{ dB}$. Die Anforderungen an den Mindestschallschutz nach SIA 181 werden nicht erfüllt.

Die Trittschalldämmung ist sehr stark vom Bodenbelag abhängig. Soll die Konstruktion in Wohnbereichen eingesetzt werden, kommen nur weiche Beläge in Frage. Mit einem Teppich, der einen entsprechenden Schaumstoffrücken aufweist, können sogar erhöhte Schallschutzanforderungen eingehalten werden.

Die Ausführung dieser Konstruktion ist allgemein nur im eigenen Wohnbereich oder bei untergeordneten Räumen empfehlenswert.

☐ Rohdecke mit schwimmendem Bodenaufbau, ohne Unterdecke:

Die Luftschalldämmung ist anhand der vorliegenden Messwerte schwer zu beurteilen. Konstruktionen wie Holzriemen zeigen in vollem Masse ihre Vorsatzschalen-Wirkung und können dadurch sehr gute Schalldämmungen hervorrufen. Für schwimmende Zement-Unterlagsböden liegen keine Messwerte vor. Die Angaben in Tabelle 2, nach DIN 4109, Beiblatt 1, Tabelle 12, lassen vermuten, dass der Mindestschallschutz nach SIA 181 von $D_{nT,w} = 52 \text{ dB}$ in der Praxis nur sehr knapp, aber doch erreicht werden kann. Wichtig ist dabei

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Flächenbezogene Masse der Decke ³⁾ [kg/m ²]	$R'_{w,R} [\text{dB}]$ ²⁾			
		Einschalige Massivdecke, Unterlagsboden und Gehbelag unmittelbar aufgebracht	Einschalige Massivdecke mit schwimmendem Unterlagsboden ⁴⁾	Massivdecke mit Unterdecke ⁵⁾ Unterlagsboden und Gehbelag unmittelbar aufgebracht	Massivdecke mit schwimmendem Unterlagsboden und Unterdecke ⁵⁾
1	500	55	59	59	62
2	450	54	58	58	61
3	400	53	57	57	60
4	350	51	56	56	59
5	300	49	55	55	58
6	250	47	53	53	56
7	200	44	51	51	54
8	150	41	49	49	52

¹⁾ Zwischenwerte sind linear zu interpolieren

²⁾ Die angegebenen Werte setzen voraus:

- Mittlere flächenbezogene Masse $m'_{L,Mittel}$ der biegesteifen, flankierenden Bauteile von etwa 300 kg/m^2 ; bei der Ermittlung der flächenbezogenen Masse werden Öffnungen (Fenster, Türen) nicht berücksichtigt.
- Biegesteife Anbindung der flankierenden Bauteile an das trennende Bauteil, sofern dessen flächenbezogene Masse mehr als 150 kg/m^2 beträgt.
- von einem Raum zum anderen Raum durchlaufende flankierende Bauteile.
- dichte Anschlüsse des trennenden Bauteils an die flankierenden Bauteile.

³⁾ Die Masse von im Verbund oder auf Trennschicht aufgetragenen Unterlagsböden und vom unterseitigen Putz ist zu berücksichtigen.

⁴⁾ Und andere schwimmend verlegte Deckenaufbauten, z.B. schwimmend verlegte Holzfußböden, sofern sie ein Trittschallverbesserungsmass $\Delta L_w \text{ (VM)} \geq 24 \text{ dB}$ haben.

⁵⁾ Biege weiche Unterdecke

Tabelle 2. Bewertes Schalldämmmass $R'_{w,R}$ von Massivdecken ¹⁾ (Rechenwerte) nach DIN 4109, Ausgabe 1989, Beiblatt 1, Tabelle 12

nicht nur eine einwandfreie Bauausführung und eine ausreichende Dimensionierung des Bodenaufbaues, sondern bereits bei der Planung die Berücksichtigung der vorliegenden Flächenverhältnisse und Nebenwegübertragungen. Der Beizug eines Bauphysikers wird hierzu sehr empfohlen.

An der Trittschalldämmung ist auch hier der Bodenbelag massgeblich beteiligt. Aber auch mit harten Bodenbelägen lassen sich die Mindestanforderungen nach SIA 181 einhalten.

Bezüglich der praktischen Anwendung dieser Konstruktion muss von Fall zu Fall entschieden werden. Für die Entscheidung ist hier die Luftschalldämmung von ausschlaggebender Bedeutung. Die Mindestanforderungen nach SIA 181 können eingehalten werden. Für den Einsatz bei Wohnbauten ist aber zu berücksichtigen, dass die Mindestanforderungen nach SIA 181 nur den «erforderlichen Schallschutz zur Verhinderung erheblicher Störungen zwischen Nutzungseinheiten» gewährleisten. Störungen können deshalb auch beim Einhalten der Mindestanforderungen auftreten, was die praktische Erfahrung bei Wohnbauten immer wieder anhand von Bewohnerklagen bestätigt. Deshalb ist zu empfehlen, bei Wohnungstrenndecken mindestens die erhöhten Anforderungen einzuhalten.

Rechnerisch könnte also der Mindestschallschutz eingehalten werden, hinsichtlich des in der Praxis wünschenswerten Schallschutzes erscheint diese Konstruktion hingegen als ungeeignet.

☐ Rohdecke mit schwimmendem Bodenaufbau und geschlossener Unterdecke:

Bezüglich Luft- und Trittschalldämmung werden hohe Werte erreicht, die auch gehobenen Ansprüchen genügen. Die Konstruktion ist sehr gut für den Einsatz als Wohnungstrenndecke geeignet.

Berücksichtigung von Nebenwegübertragungen

Schall wird von Raum zu Raum nicht nur über das trennende Bauteil, z.B. Decke, übertragen, sondern auch über Nebenwege, wie längs angrenzende Bauteile, Schächte, Kanäle, Hohlräume etc.. Durch die Nebenwege wird zusätzlich Schallenergie in den Empfangsraum eingestrahlt. Dadurch wird, je nach Mass der Nebenwegübertragung die maximale Schalldämmung auf einen bestimmten Wert begrenzt.

Für die Berücksichtigung der Nebenwegübertragungen bei Gebäuden in Massivbauart ist in DIN 4109 eine einfache Methode für den Fall der Luft-

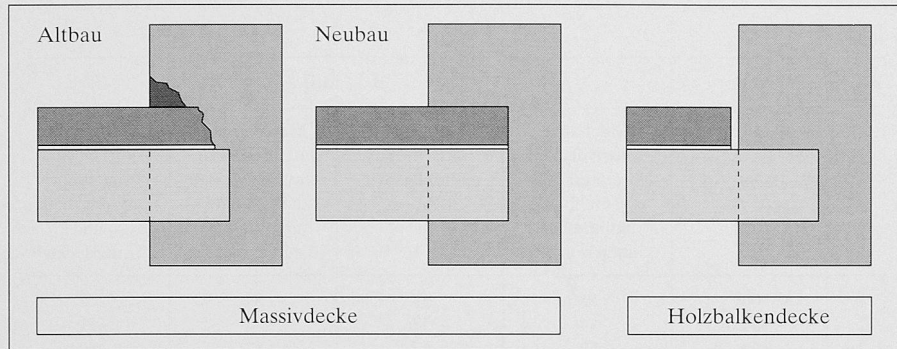


Bild 1. Unterschiedliche Ausführungstypen von Randanschlüssen bei HBV-Decken und ihre Auswirkung auf die rechnerische Erfassung der Schallübertragung über Nebenwege.

schallanregung angegeben. Es werden Korrekturwerte $K_{L,1}$ in Abhängigkeit der mittleren, flächenbezogenen Masse der flankierenden bzw. angrenzenden Bauteile ermittelt und zum Schalldämmmass R'_w des trennenden Bauteiles addiert. Es wird dabei zwischen biegesteifen und biegeweichen Trennbauteilen unterschieden, was bei Trenndecken eine getrennte Betrachtung von Massivdecken und Holzbalkendecken nach sich zieht. Verkleidete Wände und Leichtbauwände werden bei trennenden Bauteilen mit biegeweicher Vorsatzschale – also bei Trenndecken mit schwimmendem Unterlagsboden und/oder abgehängter, geschlossener Unterdecke – zusätzlich mit einem Korrekturfaktor $K_{L,2}$ berücksichtigt.

Die Frage, wann bei Holz-Beton-Verbunddecken die $K_{L,1}$ -Werte für Massivdecken und wann für Holzbalkendecken anzuwenden sind, ist abhängig von der Auflagersituation. Je nach dem, ob die Betonschicht der Verbunddecken in direkter Verbindung mit den umlaufenden Massivwänden steht, ist von einer Massivdecke oder einer Holzbalkendecke auszugehen. Die unterschiedlichen Auflagersituationen sind mit ihren Zuordnungen in Bild 1 dargestellt.

Feuchteschutz

Im allgemeinen werden bei der Planung von Trenndecken in üblichen Wohnbauten, mit Ausnahme von Nass- und Feuchträumen, keine feuchtetechnischen Problemstellungen beachtet. Bei der Erstellung von Neubauten sind in

der Regel auch keine besonderen Problemstellungen vorhanden. Bei der Sanierung von Altbauten stellt sich aber eine andere Situation – vor allem in Verbindung mit dem Einbau neuer Fenster und/oder dem innenseitigen Wärmedämmen der Aussenwände. Den häufig anzutreffenden Holzbalkendecken ist dann besonders Beachtung zu schenken – genauer gesagt, den Balkenköpfen, die in der Aussenwand aufgelagert sind.

In den meisten Fällen ist davon auszugehen, dass sich nach Einbau neuer Fenster das Lüftungsverhalten der Bewohner nicht wesentlich ändern wird. Die bisher vorhandene gebäudebedingte natürliche Lüftung wird durch den Einbau neuer Fenster wegfallen. Dadurch erfolgt ein geringerer Luftaustausch mit der Aussenluft, was eine Beeinflussung des Raumklimas in Form einer Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit zur Folge hat. Ausserdem weisen die neu eingebauten Verglasungen aus energietechnischen Gründen höhere Wärmedämmeigenschaften auf, als die Einfachverglasung der alten Kastenfenster, an denen häufig in der kalten Jahreszeit Kondensation oder «Eisblumen» beobachtet werden konnten. Diese Entfeuchterfunktion fällt bei neuen Fenstern weg. Wärmebrücken und sonstige Schwachstellen in der Gebäudehülle sind bereits schon deshalb in der kalten Jahreszeit stärker kondensationsgefährdet, als vor dem Einbau neuer Fenster.

Weiter wird nach Einbau einer Innenwärmedämmung die bestehende Aussenwandkonstruktion tiefere Tempera-

Literaturverzeichnis

- [1] SIA 181 «Schallschutz im Hochbau», Ausgabe 1988
- [2] DIN 4109 «Schallschutz im Hochbau», Ausgabe 1989
- [3] Gösele, K., Schüle, W.: Schall Wärme Feuchte, Grundlagen – Erfahrungen und prakt. Hinweise für den Hochbau, Bauverlag, 1985
- [4] Lutz, P., weitere Mitverfasser: Lehrbuch der Bauphysik – Schall, Wärme, Feuchte, Licht, Brand, Teubner Verlag, 1985

turen aufweisen als dies zuvor der Fall war, da durch diese Massnahme die Wärmezufuhr von innen stark gemindert und die vorherrschende Aussen-temperatur zur massgeblichen Grösse wird. Orte, an denen keine durchgehende Dampfsperre verlegt werden kann, weisen ein potentielles Risiko für Kondensationsschäden infolge Dampfdiffusion auf.

Eine solche Situation tritt insbesondere bei den Anschlüssen an Holzbalkendecken auf. Auch wenn die Innendämmung und die Dampfsperre bis an die Unterdecke herangeführt werden, steht für die Wasserdampfdiffusion immer noch der Weg über den Gefachbereich oder den Blindboden zu den Balkenköpfen offen. Wie Erfahrungen aus der Praxis sowie mehrdimensionale Diffusionsberechnungen zeigen, sind unter Umständen die anfallenden Kondensatmengen grösser als die Trocknungsmengen. Es besteht somit die Gefahr einer Feuchteanreicherung und eines langsamen Verrottens der Balkenköpfe. Da jeder Sanierungsfall spezielle Randbedingungen vorgibt, können an dieser Stelle keine allgemeingültigen Aussagen zur Lösung dieser Problematik gemacht werden. Es empfiehlt sich sehr, in solchen Fällen einen erfahrenen Bauphysiker beizuziehen.

Adresse des Verfassers: F. Diebold, Dipl.-Ing. (FH) Bauphysiker, Wieland Engineering AG, 7304 Maienfeld