

Flachdächer und Dachterrassen im Holzbau

Andreas Rabold
Technische Hochschule Rosenheim
und ift Rosenheim
Rosenheim, Deutschland



Camille Châteauevieux-Hellwig
Technische Hochschule Rosenheim
und ift Rosenheim
Rosenheim, Deutschland



Stefan Bacher
ift Rosenheim
Rosenheim, Deutschland



Flachdächer und Dachterrassen im Holzbau

1. Einleitung

Bei der Planung von modernen Büro- und Wohngebäuden ist vor allem im Bereich der mehrgeschossigen Bauweise i.d.R. ein Flachdach oder ein flachgeneigtes Dach mit ausgebautem Dachgeschoß vorgesehen. Um den Ansprüchen aus Wärmeschutz, Statik, Brandschutz und Schallschutz gerecht zu werden, müssen diese Dachkonstruktionen einer ganzen Reihe von Kriterien entsprechen. Auch im Bereich des Schallschutzes variieren die Ansprüche je nach Ausführung und Nutzung des Dachelementes als reines Dachelement oder als begehbare Dachterrasse.

Planungsdaten, insbesondere für Konstruktionen in Holzbauweise, die den bauakustischen Ansprüchen entsprechen, sind nur sehr bedingt verfügbar. So wurden auch in der neuen DIN 4109 [1] nur drei Aufbauten für leichte Flachdächer berücksichtigt. Geeignete Aufbauten für Dachterrassen und Loggien, sowie Konstruktionen mit Massivholzelementen fehlen ganz.

Neben den statischen und bauphysikalischen Anforderungen werden im Bereich von Dachterrassen (wie auch für Loggien) häufig zusätzliche Vorgaben, wie Lattenroste oder Betonplatten als Gehbelag gemacht, die nur eine geringe Entkopplung ermöglichen. Auch die Zielsetzung einer möglichst niedrigen Stufe zwischen Wohnbereich und Dachterrasse im Zuge einer barrierefreien Ausführung stellt eine zusätzliche Herausforderung dar.

In einem aktuellen Projekt [2] wurden deshalb Untersuchungen an praxisnahen Dachaufbauten durchgeführt, um die Einflussgrößen auf die Schalldämmung von Flachdächern und leicht geneigten Dächern beschreiben und Planungsunterlagen gut geeigneter Konstruktionen zur Verfügung stellen zu können.

2. Konstruktive Einflüsse

Zur Untersuchung der konstruktiven Einflüsse wurden zunächst die gängigsten Dachkonstruktionen mit Ihren Varianten in den Bauteilkomponenten erfasst. Darauf aufbauend wurde in enger Abstimmung mit den Projektpartnern eine Prüfmatrix erstellt, die folgende Bauteilvarianten berücksichtigt:

- Dachtypen: Flachdächer, Dachterrassen, leicht geneigte Dächer
- Elementtypen: Balken/Sparrenelemente, Massivholz Flächen-, Rippen- oder Kastenelemente
- Dämmweise: Aufsparrendämmung, Zwischensparrendämmung
- Dämmungstyp: EPS, PUR, Holzfaser, Vakuumpaneele
- Eindeckung / Belag: Blechdach, Gründach, Kiesdach, Betonplatten, Lattenrost

Durch vergleichende Messungen konnten für die verschiedenen Aufbauten die Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch die einzelnen Maßnahmen ermittelt werden. Nachfolgend werden diese für die Grundkonstruktion, zusätzliche Unterdecken, und unterschiedliche Dachaufbauten gezeigt.

2.1. Dachkonstruktionen

Sichtbare Tragkonstruktionen können mit Sichtsparrendächern, Dachelementen aus Massivholzelementen (Brettsperrholz-, Brettschichtholz-, Brettstapelelemente) oder Rippen- und Kastenelementen realisiert werden. Diese einschaligen Bauweisen der Grundkonstruktionen erfordern für schalltechnisch hochwertige Ausführungen Zusatzmassen in Form einer Beschwerung in oder auf dem Element. Alternativ kann durch eine (entkoppelte) Unterdecke die Luft- und Trittschalldämmung verbessert werden. Konstruktions- und Ausführungsvarianten sind in Abbildung 1 dargestellt.

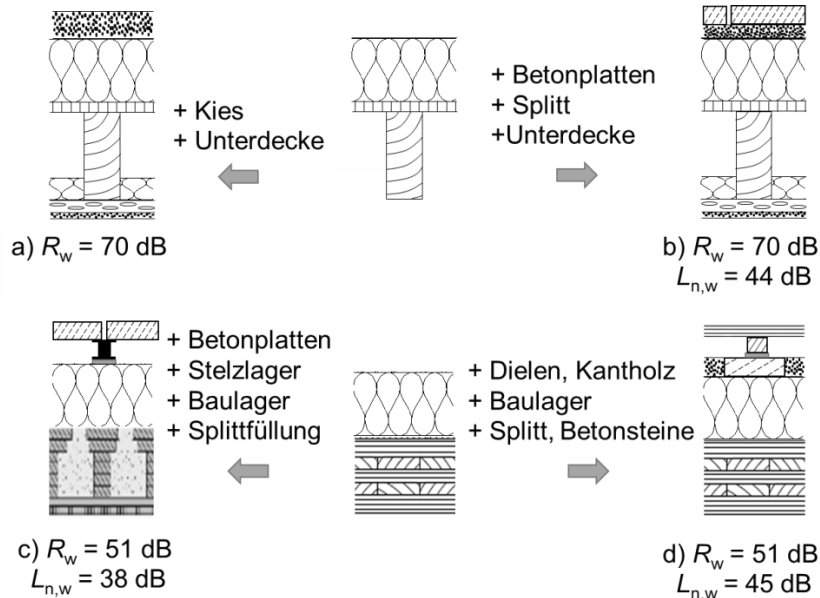


Abbildung 1: Flachdächer aus Sparren- oder Massivholzelementen mit unterschiedlichen Aufbauten:

- a) 50 mm Kies, Unterdecke mit Federschielen, 12,5 mm GKF und 40 mm Faserdämmstoff
 b) 40 mm Betonplatten, 30 mm Splitt, Unterdecke mit Federschielen, 12,5 mm GKF und 40 mm Faserdämmstoff
 c) 40 mm Betonplatten, > 40 mm Stelzlager, 12 mm Baulager, Splittfüllung im Element
 d) 26 mm Dielen, 44 mm Kantholz, 12 mm Baulager, 40 mm Splitt und Betonplatte (unter Baulager)

Massivholzelemente werden auch als Akustikelemente eingesetzt. Um zu überprüfen, inwieweit die Akustiklochung einen Einfluss auf die Schalldämmung des Dachelementes hat, wurde ein direkter Vergleich bei sonst gleichem Aufbau durchgeführt (siehe Abbildung 2). Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung.

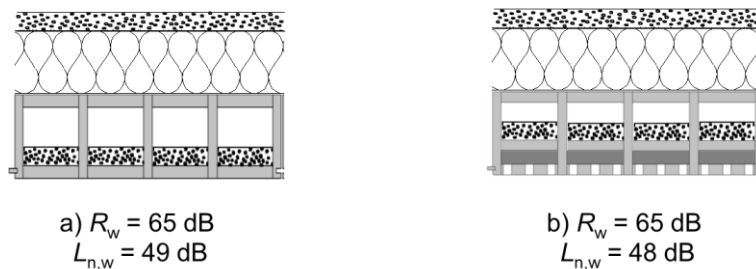


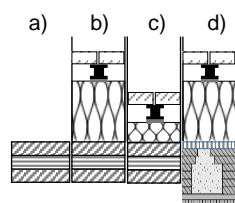
Abbildung 2: Flachdächer aus Massivholz-Kastenelementen, EPS Aufdachdämmung, Dachabdichtung, Bekiesung:

- a) Kastenelement mit 50 kg/m² Splittfüllung
 b) Akustikelement mit 50 kg/m² Splittfüllung

2.2. Dämmung

Nicht druckbelastete Dämmstoffe zwischen den Sparren und in der Unterdecke wirken schallabsorbierend, indem Schallenergie durch Reibung an und zwischen den Dämmstofffasern in Wärmeenergie umgewandelt wird. Hierzu ist eine offenzellige Struktur des Dämmstoffes erforderlich, die der Schallwechseldruckwelle einerseits ein Eindringen ermöglicht und andererseits einen genügend großen Widerstand entgegensetzt. Eine gute schallabsorbierende Wirkung wird mit Dämmstoffen erreicht, deren längenbezogener Strömungswiderstand r zwischen 5 kPa s/m² und 50 kPa s/m² liegt [1]. Dies kann sowohl mit Faserdämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen als auch mit konventionellen Dämmstoffen erreicht werden. Geschlossenzellige Dämmstoffplatten (z.B. Hartschaumplatten) sind nicht geeignet.

Druckbelastete Aufdachdämmungen haben neben der absorbierenden Wirkung auch die Aufgabe der Entkopplung. Bei Steildächern werden hierzu bei Dachkonstruktionen mit Schallschutzanforderungen häufig Faserdämmplatten eingesetzt. Dies ist auch bei flach geneigten Dächern mit Blecheindeckung möglich. Bei Flachdächern werden auf Grund der höheren Belastung meist Hartschaumdämmplatten verwendet. Diese verhalten sich auf Grund ihrer hohen Steifigkeit, der geringen Rohdichte und der fehlenden Absorption zunächst ungünstig. Wie Abbildung 3 zeigt, unterscheidet sich das bewertete Schalldämm-Maß R_w des Aufbaus b) mit 200 mm EPS-Aufdachdämmung ($R_w = 38$ dB) kaum vom Grundelement (Aufbau a) mit $R_w = 37$ dB. Die EPS-Aufdachdämmung hat also keine verbessernde Wirkung auf den Einzahlwert. Auch frequenzabhängig erkennt man erst ab 500 Hz eine Verbesserung gegenüber dem Grundelement. Dies kommt hier besonders deutlich zum Vorschein, da auch die Betonplatten auf Stelzlagern durch die Verlege-Fuge keinen Beitrag zur Luftschalldämmung leisten. Gleiches gilt für die Ausführung mit Vakuum-Paneelen, die gerne für barrierefreie Übergänge zur Dachterrasse eingesetzt werden. Eine deutliche Verbesserung wird erst durch eine Beschwerung des Dachelementes erreicht, wie dies in Aufbau d) durch eine Splittfüllung des Massivholz-Rippenelementes erfolgte. Durch die Beschwerung wird das Element bedämpft und die Resonanz der Dämmplatten zu tieferen Frequenzen verschoben (von 250 Hz auf 125 Hz).



- a) 140 mm Brettsperrholzelement,
 $m' = 68 \text{ kg/m}^2$
- b) Betonplatten auf Stelzlager
200 mm EPS Aufdachdämmung
140 mm Brettsperrholzelement
- c) Betonplatten auf Stelzlager
58 mm Vakuum-Dämmplatte
140 mm Brettsperrholzelement
- d) Betonplatten auf Stelzlager
200 mm EPS Aufdachdämmung
196 mm Rippenelement mit Splitt,
 $m' = 145 \text{ kg/m}^2$

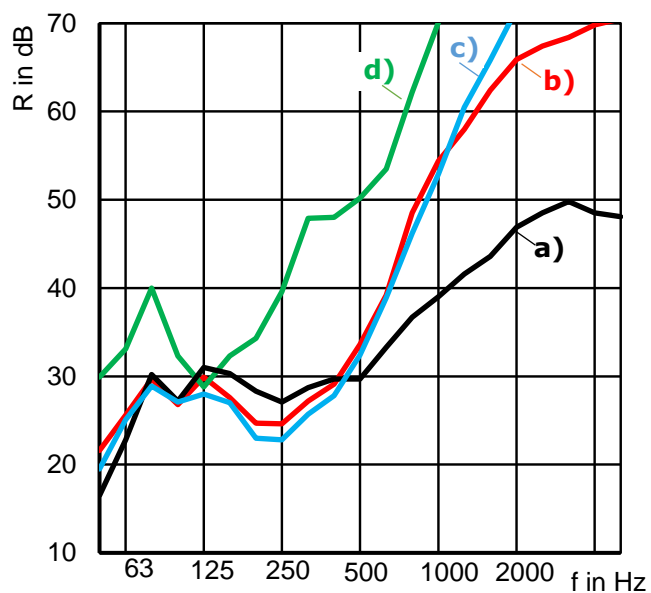


Abbildung 3: Einfluss der Aufdachdämmung auf das Schalldämm-Maß von Flachdachaufbauten. Der Aufbau oberhalb der Dämmplatte (hier: 40 mm Betonplatten, Stelzlager, Baulager, Dachabdichtung) ist für die Luftschallübertragung auf Grund der Fugen zwischen den Betonplatten nicht maßgebend.

a) Dachelement ohne Aufbau, $R_w = 37$ dB

b) Dachelement mit 200 mm EPS und Betonplatten auf Stelzlager, $R_w = 38$ dB

c) Dachelement mit 58 mm Vakuum Paneel und Betonplatten auf Stelzlager, $R_w = 37$ dB

d) Dachelement mit Splitt-Beschwerung im Element, 200 mm EPS und Betonplatten auf Stelzlager, $R_w = 51$ dB

Ein Dämmstoffvergleich zwischen EPS – und PUR-Aufdachdämmplatten wird in Abbildung 4 für die Trittschallübertragung dargestellt. Auch hier ist der Einfluss der Hartschaum-dämmplatte gering. Die etwas weichere EPS-Platte ergibt geringfügig bessere Werte.

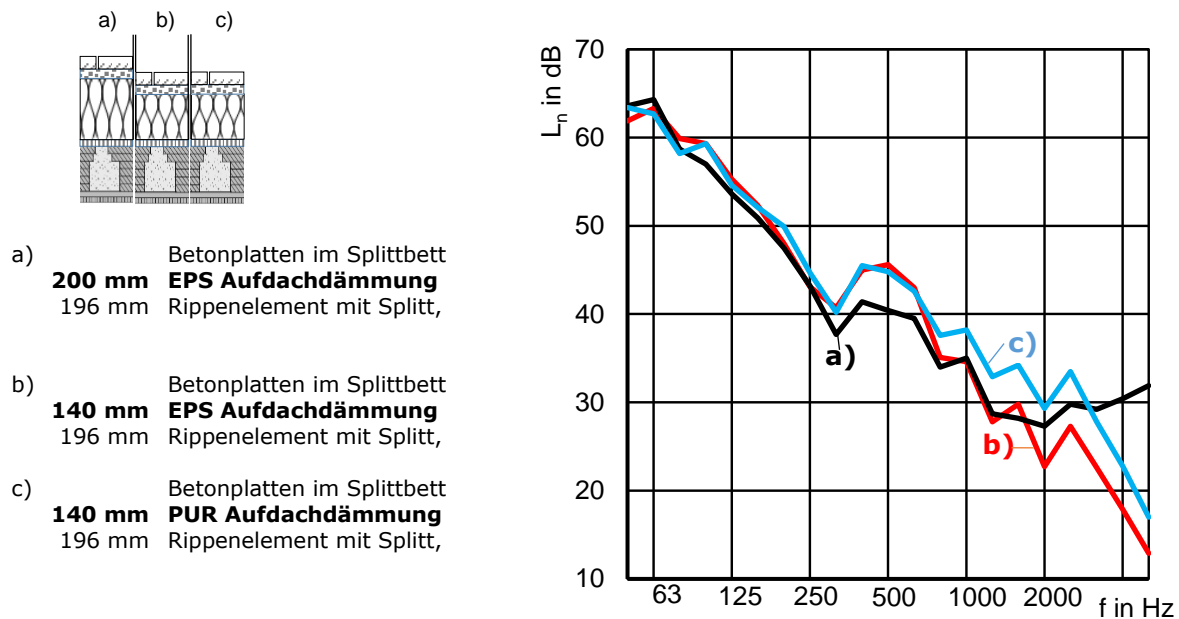


Abbildung 4: Einfluss der Aufdachdämmung auf das Schalldämm-Maß von Flachdachaufbauten

- a) Dachelement mit 200 mm EPS, Dachabdichtung, Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 44$ dB
- b) Dachelement mit 140 mm EPS, Dachabdichtung, Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 45$ dB
- c) Dachelement mit 140 mm PUR, Dachabdichtung, Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 46$ dB

2.3. Abdichtung, Dachdeckung und Gehbelag

Der Aufbau oberhalb der Dämmstoffebene wird nutzungsabhängig variiert.

Für nicht begehbare Flachdächer werden Kiesschüttungen, extensive Begrünungen oder Dachabdichtungsbahnen verwendet. Die Ausführung mit Dachabdichtungsbahnen ohne weitere Zusatzmassen ergibt erwartungsgemäß geringere Schalldämm-Maße (siehe Abbildung 5c). Bisherige Vergleichsmessungen ergaben jedoch auch für Dachaufbauten mit extensiver Dachbegrünungen deutlich geringere Schalldämm-Maße als für Dachaufbauten mit Kiesauflagen gleicher flächenbezogener Masse (siehe Abbildung 5a). Als Ursache kann hier der Einfluss der Dränschicht in Kombination mit einer Speichermatte genannt werden, die im Frequenzbereich von 125 Hz bis 2000 Hz eine Reduzierung der Schalldämmung bewirkt. Abbildung 6 zeigt hierzu einen direkten Vergleich für einen Dachterrassenaufbau mit und ohne Speichermatte (hier als Schutzvlies eingesetzt). Während im Trittschalldurchgang die zusätzliche Entkopplung eine Verbesserung ($\Delta L = L_{n,ohne\ Vlies} - L_{n,mit\ Vlies}$) bewirkt, zeichnet sich für die Luftschalldämmung die gleiche Verschlechterung ($\Delta R = R_{mit\ Vlies} - R_{ohne\ Vlies}$) ab. Hier besteht in Bezug auf die bauakustische Auswirkung üblicher Drän-, Speicher- und Schutzschichten noch Untersuchungsbedarf.

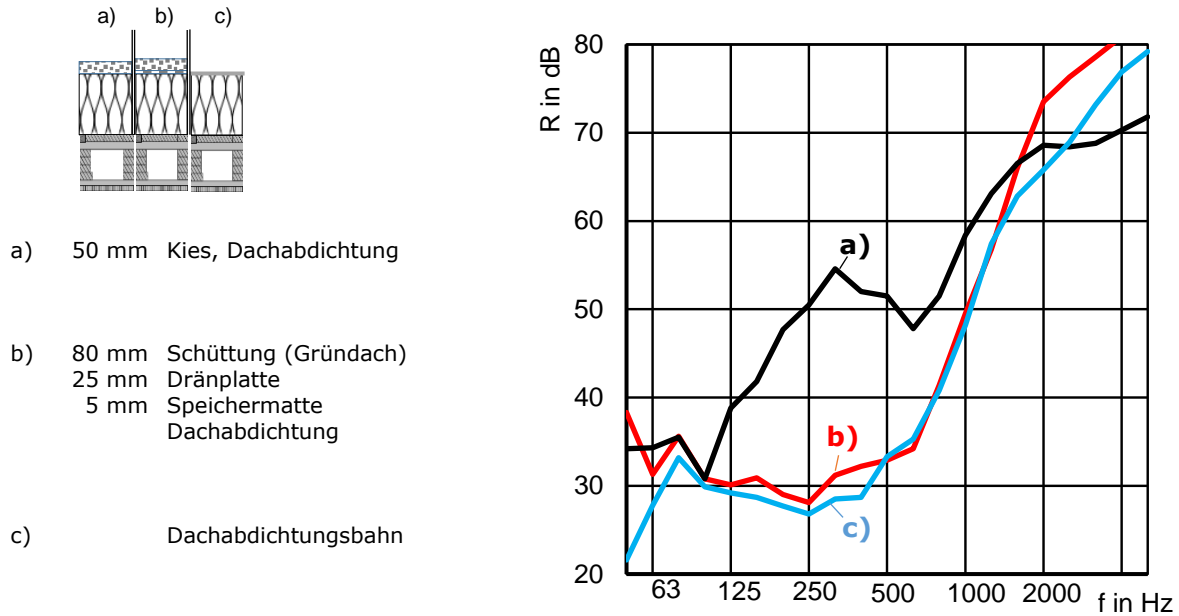


Abbildung 5: Vergleich der Aufbauten: Kiesdach, Gründach und einfache Dachabdichtungsbahn auf einem Brettsperrholz – Kastenelement mit 200 mm EPS Aufdachdämmung

- a) Kiesdach, $R_w = 55$ dB
- b) Gründach, $R_w = 39$ dB
- c) Dachabdichtung, $R_w = 38$ dB

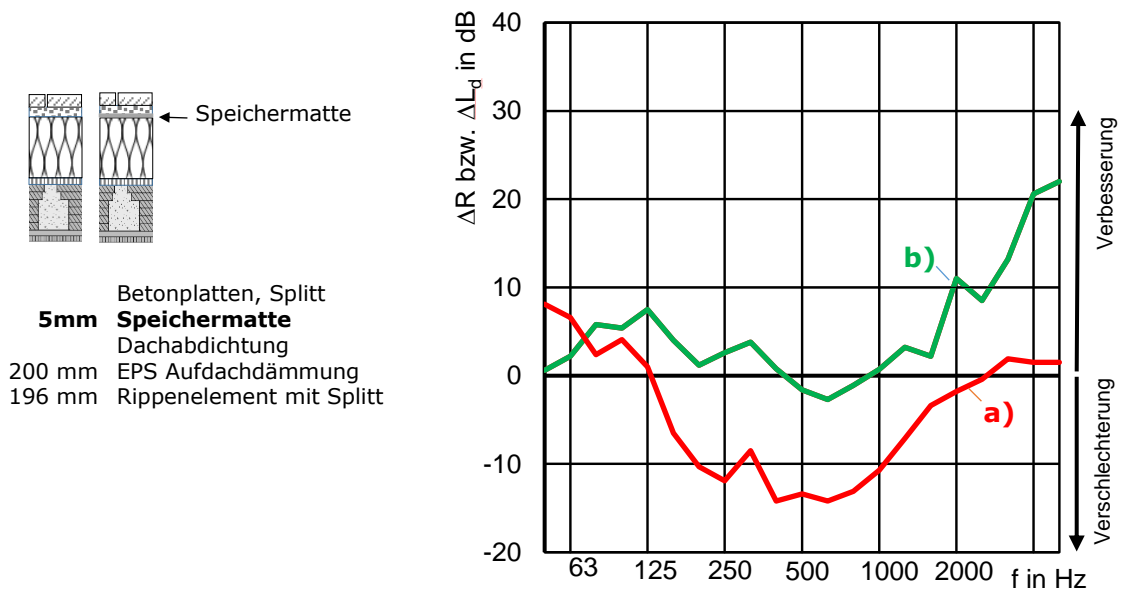
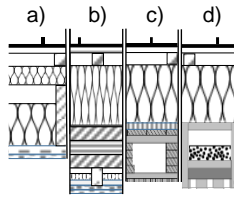


Abbildung 6: Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch Speichermatte aus der direkten Vergleichsmessung mit und ohne Speichermatte

- a) Differenz Luftschalldämmung ΔR mit und ohne Speichermatte
- b) Trittschallminderung ΔL durch die Speichermatte

Für leicht geneigte Dächer kommen Metalldachdeckungen zum Einsatz. Leichte Dachabdichtungen und Metalldachdeckungen verhalten sich insgesamt ungünstiger als schwere, mehrlagig aufgebrachte Abdichtungsbahnen. Bei Metalleindeckungen können jedoch Holzfaserdämmplatten eingesetzt werden, die eine deutliche Verbesserung gegenüber Hartschaumdämmplatten ergeben. Zusätzlich wurde zur Bedämpfung der Metalleindeckung eine Bitumen-Unterdachbahn eingebaut, um die Geräuschentwicklung bei Starkregen zu reduzieren. Abbildung 7 zeigt Schalldämm-Maße für die verschiedenen Dachtypen mit Metalleindeckung.



Dacheindeckung:

- 0,5 mm Metalleindeckung
- 3 mm Bitumen Unterdachbahn
- 24 mm Schalung
- 80 mm Lattung, $e = 625$ mm
- 60-200 mm Holzfaserdämmplatte

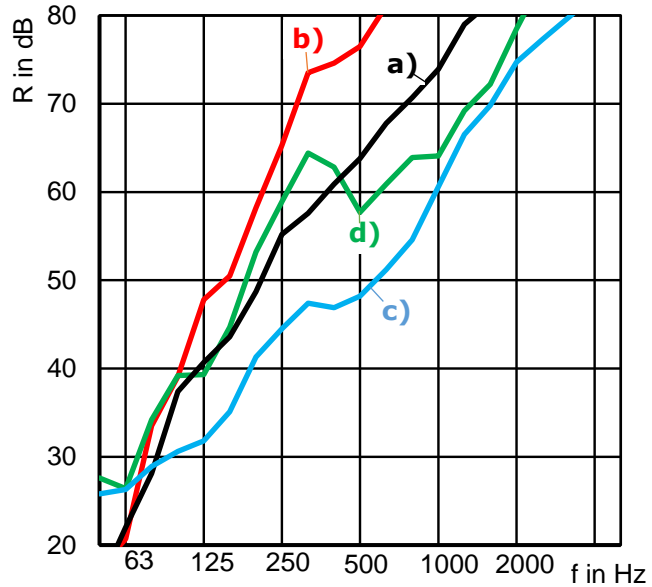
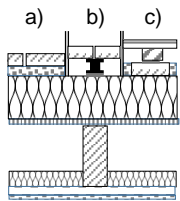


Abbildung 7: Schalldämmung flachgeneigter Dächer mit Metalleindeckung

- a) Sparrendach, Unterdecke mit Federschiene, $R_w = 63$ dB
- b) Brettsperrholzelement mit abgehängter Unterdecke, $R_w = 71$ dB
- c) Brettsperrholz-Rippenelement ohne Zusatzmaßnahmen, $R_w = 53$ dB
- d) Kastenelement als Akustikelement mit 50 kg/m^2 Splittfüllung, $R_w = 63$ dB

Begehbare Dächer die als Dachterrassen genutzt werden, können mit Betonplatten im Splittbett, Platten auf Stelzlager oder einem Holzrost (Holzdielen auf Lagerhölzern) ausgeführt werden. Während die Betonplatten im Splittbett durch ihre flächenbezogene Masse wirksam sind, kann bei Stelzlager und Holzrosten eine zusätzliche Reduzierung der Übertragung durch Entkopplungsmaßnahmen (elastische Lagerung auf Baulagern) erreicht werden. Hierzu wird das Entkopplungsmaterial vom Hersteller auf eine geeignete Eigenfrequenz des Aufbaus ausgelegt. Eine gute Entkopplung ist für Eigenfrequenzen $f_0 = 20$ bis 30 Hz zu erwarten. Um eine möglichst geringe Einfederung zu erreichen, wurde bei dem geprüften Aufbau die Eigenfrequenz auf $f_0 < 60$ Hz ausgelegt.



- a) 40 mm Betonplatten
30 mm Splitt
- b) 40 mm Betonplatten
40 mm Stelzlager
12,5 mm Baulager
- c) 26 mm Dielen
44 mm Lattenrost
12,5 mm Baulager
40 mm Splitt und Betonplatten
(unter dem Baulager)

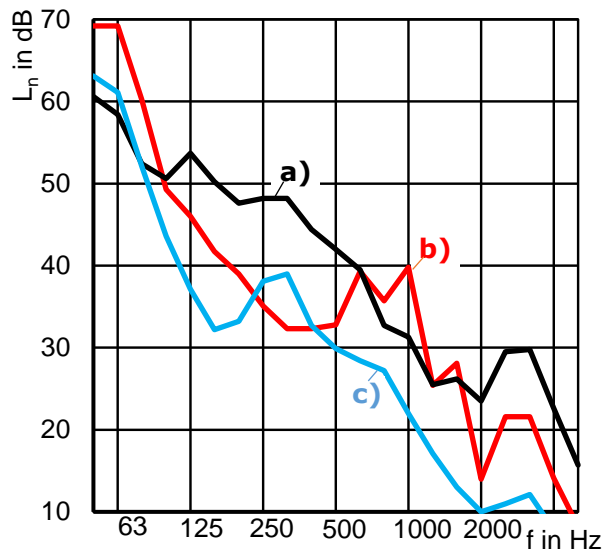


Abbildung 8: Norm-Trittschallpegel unterschiedlicher Aufbauten auf einem Sparren-/Balkenelement mit abgehängter Unterdecke und 140 mm EPS-Aufdachdämmplatten

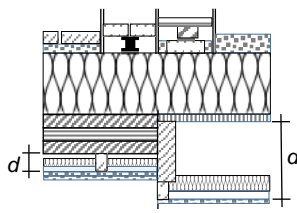
- a) Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 44$ dB
- b) Betonplatten auf Stelzlager, Entkopplung durch Baulager, $L_{n,w} = 38$ dB
- c) Dielen auf Lattenrost, Entkopplung durch Baulager, Zusatzmasse durch Splitt, $L_{n,w} = 31$ dB

2.4. Unterdecke und raumseitige Bekleidung

Die Bekleidung der Unterdecke erfolgt in der Regel mit Plattenmaterialien. Vorteilhaft ist eine große flächenbezogene Masse bei geringer Biegesteifigkeit der Plattenmaterialien. Anstelle einer dicken sollten deshalb besser mehrere dünne Lagen aufgebracht werden. Mit geschlossenen Gipsbauplatten lassen sich gegenüber Nut-und-Feder-Schalungen auf Grund des geringeren Fugenanteils und der höheren flächenbezogenen Masse deutlich bessere Schalldämm-Maße erreichen.

Unterdecken wirken nach dem „Masse-Feder-Masse-System“, das erst oberhalb seiner Eigenfrequenz f_0 eine deutliche Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung aufweist. Um eine möglichst große Verbesserung zu erzielen ist es deshalb sinnvoll f_0 zu tiefen Frequenzen hin zu verschieben. Dies kann durch die o.g. hohe flächenbezogene Masse der Plattenmaterialien sowie einer entkoppelten Montage der Unterdecke durch geeignete Abhänger erfolgen. Um eine gute Entkopplung zu gewährleisten, sollte nicht mehr als die konstruktiv erforderliche Anzahl an Abhängepunkten ausgeführt werden.

Parallel zum Abhänger wirkt auch das durch die schwingende Unterdecke eingeschlossene und komprimierte Luftvolumen als Feder. Die Steifigkeit dieser Luftschicht hängt vom Volumen bzw. der Luftschichtdicke d ab. Je größer d gewählt wird, umso weicher ist die Feder. Eine abgehängte Unterdecke wirkt deshalb unter einem Sparrendach deutlich besser als unter einem flächigen Massivholzelement (siehe Abbildung 9). Während die Unterdecke am Massivholzelement mit einer Masse-Feder-Masse Resonanz $f_0 \approx 50$ Hz zwar eine deutliche Verbesserung im bewerteten Schalldämm-Maß und im bewerteten Norm-Trittschallpegel ergibt, wird die Übertragung im Frequenzbereich von 50 Hz – 80 Hz durch die Resonanz verstärkt. Eine zum Vergleich eingezeichnete Unterdecke gleicher Bauart unterhalb einer Holzbalkendecke ergibt durch die günstigere Resonanzfrequenz $f_0 \approx 25$ Hz schon ab 50 Hz deutlich bessere Werte. Die Eigenfrequenz des Unterdeckenabhängers betrug in beiden Fällen $f_0 < 30$ Hz.



Unterdeckenaufbau:

65 - 90 mm Direktswingabhänger
2 x 12,5 mm GKF, $m' = 2 \times 10 \text{ kg/m}^2$

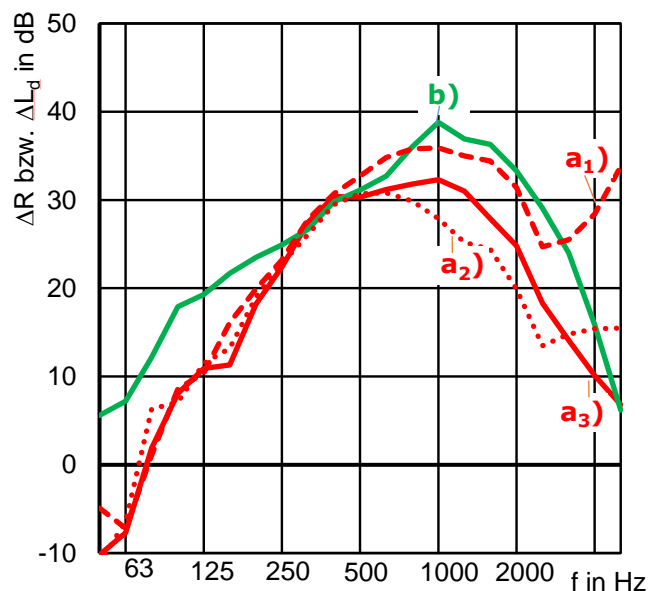


Abbildung 9: Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch Unterdecken mit unterschiedlich großen schalltechnisch wirksamen Luftschichtdicken d zwischen 90mm und 285 mm. Die Eigenfrequenz des Unterdeckenabhängers betrug in beiden Fällen $f_0 < 30$ Hz

a) Unterdecke unter Massivholzelement, $d = 90$ mm, Masse-Feder-Masse-Resonanz $f_0 \approx 50$ Hz

a₁: Verbesserung der Luftschalldämmung ΔR , gemessen am Grundelement

a₂: Verbesserung der Luftschalldämmung ΔR , gemessen am vollständigen Dachaufbau

a₃: Trittschallminderung ΔL_d , gemessen am vollständigen Dachaufbau

b) Unterdecke unter Balkenelement, $d = 285$ mm, Masse-Feder-Masse-Resonanz $f_0 \approx 25$ Hz aus [3]

3. Planungsdaten für den Schallschutznachweis

Flachdächer und flachgeneigte Dächer werden in Bezug auf die Luftschallanforderungen wie Außenbauteile behandelt. An Dachterrassen und Loggien werden zusätzlich Trittschallanforderungen gestellt, sofern Sie ein Trennbauteil zu fremden Wohn- und Arbeitsräumen bilden.

Der Nachweis der erforderlichen Luftschalldämmung am Bau erf. $R'_{w,ges}$ kann nach dem in DIN 4109-2 beschriebenen Verfahren für Außenbauteile erfolgen. Für die Anwendung im Holzbau siehe z.B. [6]. Für den Nachweis des zulässigen Norm-Trittschallpegels am Bau zul. $L'_{n,w}$ wurde bislang kein Verfahren zur Berücksichtigung der Flankenübertragung festgelegt. Da die Ausführung der tragenden Dachelemente und deren Wandaufleger gut mit der Ausführung von Deckenelementen vergleichbar ist, bietet sich die Anwendung des Verfahrens für Holzdecken nach DIN 4109-2 an. Die Ausführung der hier gezeigten Dachterrassenaufbauten sowie erste Vergleiche mit Bauergebnissen lassen vermuten, dass der Übertragungsweg Dff hierbei unberücksichtigt bleiben kann. Somit ergibt sich für die Prognose:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 \quad (1)$$

Bis zur Berücksichtigung einer Vorgehensweise in der Norm kann der Nachweis im Sinne der DIN 4109 nur durch eine Baumessung erfolgen.

Planungsdaten für Flachdächer und flachgeneigte Dächer werden im Anhang, Tabelle 1 und Tabelle 2 als Übersicht angegeben. Eine vollständige Beschreibung der Konstruktionen für die bauakustische Planung und Vorbemessung ist in [4], [5] enthalten. Korrektursummand K_1 für Übertragungsweg Df siehe [1].

Zusammenfassung

Die vorgestellten bauakustischen Untersuchungen an Flachdächern und flachgeneigten Dächern ergaben Planungsdaten für die verschiedenen Element- und Aufbaukombinationen, die für die Prognose und Nachweisführung verwendet werden können. Die Ergebnisse ermöglichen auch sehr hochwertige Ausführungen und schließen damit Planungslücken, die vor allem in der bauakustischen Planung von Dachterrassen und Loggien auftraten.

Weiterer Untersuchungsbedarf besteht noch in der bauakustischen Auswirkung unterschiedlicher Drän-, Speicher- und Schutzschichten im Dachaufbau, sowie in der Berücksichtigung der Flankenübertragung beim Trittschallnachweis.

Danksagung

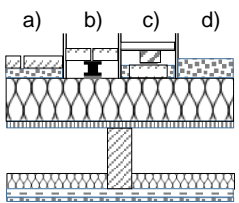
Die Autoren bedanken sich für die sehr hilfreichen Diskussionen und die planerische Unterstützung durch die Arbeitsgruppe: Kirchmayr, H. (Prefa), Hanf, H. (Prefa), Kumer, N. (Stora Enso), Löcherbach, J. (Alwitra), Müller, M. (BDF), Rupprecht, M. (Lignotrend), Schläpfer, R. (Lignatur AG), Schmidt-Hieber, F. (Holzbau Deutschland), Sebold, S. (Regnauer), Wiederin, S. (Getzner), sowie für die finanzielle Unterstützung durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

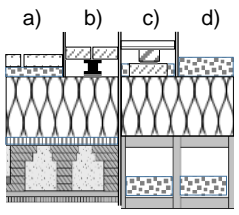
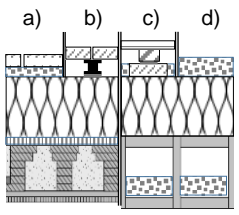
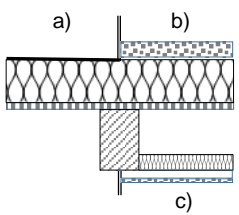
Literatur

- [1] DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau
Teil 1: Mindestanforderungen
Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
DIN 4109-33:2016-07 Schallschutz im Hochbau
Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau
- [2] Châteaueux-Hellwig C., Bacher, S., Rabold, A., Schallschutz von Flachdächern in Holzbauweise - Luft- und Trittschalldämmung von Flachdächern und Dachterrassen, Forschungsprojekt ift Rosenheim, in Bearbeitung
- [3] Rabold, A., Mecking, S., Huber, A., Kohrmann, M., Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Teilbereich Bauakustik, Forschungsprojekt Technische Hochschule Rosenheim, in Bearbeitung
- [4] Ecker, T., Erarbeitung eines Bauteilkatalogs für den Schallschutz von Flachdächern zur Verwendung in der Fachliteratur u. Normung mit wirtschaftlichem Vergleich in Form einer Nutzwert-Kosten-Analyse, Bachelorarbeit TH Rosenheim, 2019
- [5] Blödt, A., Rabold, A., Halstenberg, M., Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vor-bemessung, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 1, Holzbau Deutschland 2019
- [6] Rabold, A., Hessinger, J., Schallschutz von Außenbauteilen, Vorgehensweise nach der neuen DIN 4109, Tagungsband Holz[Bau]Physik-Kongress, Leipzig 2018

Anhang:

Tabelle 1: Schalldämm-Maße R_w und Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ von Flachdächern in Holzbauweise [2]

Zeile	Bauteil	Dicke Grundbauteil d in mm	Dicke Aufbau d in mm	Schalldämm- Maß Norm-Trittschall- pegel
1		Schutzlage und Dachdichtbahn ≥ 140 Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitabdichtung ≥ 22 Holzwerkstoffplatte ≥ 200 Sparren, $e \geq 625$ mm mit ≥ 50 mm Faserdämmstoff, $r \geq 5$ kPa s/m ² 27 Federschiene, $e \geq 500$ mm 12,5 GKF, $m' \geq 10$ kg/m ²	a) 40 Betonplatten 30 Splitt, $m' \geq 40$ kg/m ² b) 40 Betonplatten ≥ 40 Stelzlager 12 Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 70$ Hz c) 26 Dielen 44 Kantholz, $e \geq 520$ mm 12 Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 60$ Hz 40 Betonplatten u. Kies d) 50 Kies, $m' \geq 80$ kg/m ²	$R_w = 70$ dB $L_{n,w} = 44$ dB $R_w = 52$ dB $L_{n,w} = 38$ dB $R_w = 64$ dB $L_{n,w} = 31$ dB $R_w = 70$ dB
		Schutzlage und Dachdichtbahn ≥ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitabdichtung ≥ 140 Massivholzelement (Brettsperrholz, Brettschichtholz, Brettstapel), $m' \geq 63$ kg/m ² Zusätzliche Unterdecke: 90 Abhänger ²⁾ + CD-Profil, $e \geq 500$ mm mit ≥ 50 mm Faserdämmstoff, $r \geq 5$ kPa s/m ² 2 x 12,5 GKF, $m' \geq 2 \times 10$ kg/m ²	a) 40 Betonplatten 30 Splitt, $m' \geq 40$ kg/m ² b) 40 Betonplatten ≥ 40 Stelzlager 12 Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 70$ Hz c) 26 Dielen 44 Kantholz, $e \geq 520$ mm 12 Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 60$ Hz 40 Betonplatten u. Kies d) wie Aufbau c) +Unterdecke	$R_w = 53$ dB $L_{n,w} = 58$ dB $R_w = 38$ dB $L_{n,w} = 52$ dB $R_w = 51$ dB $L_{n,w} = 45$ dB $R_w = 72$ dB $L_{n,w} = 31$ dB

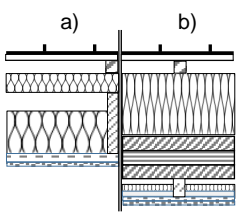
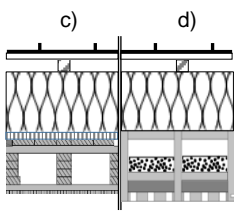
3		Schutzlage und Dachdichtbahn ≥ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitabdichtung	a)	40 Betonplatten 30 Splitt, $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 66 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 44 \text{ dB}$
		≥ 22 Holzwerkstoffplatte ≥ 196 Brettsperrholz-Rippenelement gefüllt mit Splitt $m'_{\text{ges}} \geq 145 \text{ kg/m}^2$ (Lignotrend Rippe Q3)	b)	40 Betonplatten ≥ 40 Stelzlager 12 Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 70 \text{ Hz}$	$R_w = 51 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 38 \text{ dB}$
3		Schutzlage und Dachdichtbahn ≥ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitabdichtung	c)	26 Dielen 44 Kantholz, $e \geq 520 \text{ mm}$ 12 Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 60 \text{ Hz}$ 40 Betonplatten u. Kies	$R_w = 60 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 37 \text{ dB}$
		≥ 240 Kastenelement gefüllt mit 40 mm Splitt $m'_{\text{ges}} \geq 92 \text{ kg/m}^2$ (Lignatur Flächenelement)	d)	50 Kies, $m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 64 \text{ dB}$
4		Bitumenbahn, $m'_{\text{ges}} \geq 5 \text{ kg/m}^2$ ≥ 24 Holzwerkstoffplatte oder Nut- und Federschalung ≥ 200 Sparren, $e \geq 625 \text{ mm}$	a)	Dachabdichtung ≥ 180 Aufdachdämmung Typ DAA (MW, WF)	$R_w = 45 \text{ dB}^{(3)}$
		<i>Zusätzliche Unterdecke:</i> 24 Lattung, $e \geq 400 \text{ mm}$ mit ≥ 50 mm Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ 12,5 GKF, $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$	b)	50 Kies, $m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$ Schutzlage und Dachdichtbahn ≥ 140 Aufdachdämmung Typ DAA (EPS)	$R_w \geq 40 \text{ dB}^{(3)}$
			c)	wie Aufbau b) +Unterdecke	$R_w \geq 57 \text{ dB}^{(3)}$

¹⁾ Baulager als elastische Lagerung (Getzner Sylomer), vom Hersteller ausgelegt auf die angegebene Eigenfrequenz f_0

²⁾ Abhänger, schallentkoppelt, Raster 750 mm x 500 mm, Eigenfrequenz $f_0 \leq 30 \text{ Hz}$

³⁾ Nach DIN 4109-33 (Aufbau a) bzw. aus Messdaten berechnet (Aufbau b und c)

Tabelle 2: Schalldämm-Maße R_w von flach geneigten Dächern in Holzbauweise [2]

Zeile	Bauteil	Dicke Grundbauteil d (mm)	Dicke Aufbau d (mm)	Schalldämm-Maß
1		60 Aufdachdämmung Typ DAA (WF) ≥ 200 Sparren, $e \geq 625 \text{ mm}$ mit ≥ 140 mm Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ 27 Federschiene, $e \geq 500 \text{ mm}$ 2 x 12,5 GKF, $m' \geq 2 \times 10 \text{ kg/m}^2$	a)	Metalleindeckung ¹⁾ , $R_w = 63 \text{ dB}$ 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$
		Luft- und Bauzeitabdichtung Massivholzelement; $m' \geq 63 \text{ kg/m}^2$ 90 Abhänger ²⁾ + CD-Profil, $e \geq 500 \text{ mm}$ mit ≥ 50 mm Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ 2 x 12,5 GKF, $m' \geq 2 \times 10 \text{ kg/m}^2$	b)	Metalleindeckung ¹⁾ , $R_w = 71 \text{ dB}$ 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (WF)
3		Luft- und Bauzeitabdichtung Holzwerkstoffplatte ≥ 22 Brettsperrholz-Kastenelement $m'_{\text{ges}} \geq 63 \text{ kg/m}^2$ (Lignotrend Block Q3 Akustik)	c)	Metalleindeckung ¹⁾ , $R_w = 53 \text{ dB}$ 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (WF)
		Luft- und Bauzeitabdichtung Kastenelement gefüllt mit 40 mm Splitt $m'_{\text{ges}} \geq 92 \text{ kg/m}^2$ (Lignatur Flächenelement LFE Akustik)	d)	Metalleindeckung ¹⁾ , $R_w = 63 \text{ dB}$ 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (WF)

¹⁾ Metalleindeckung, Doppelstehfalzblech, $m' \geq 2 \text{ kg/m}^2$

²⁾ Abhänger, schallentkoppelt, Raster 750 mm x 500 mm, Eigenfrequenz $f_0 \leq 30 \text{ Hz}$