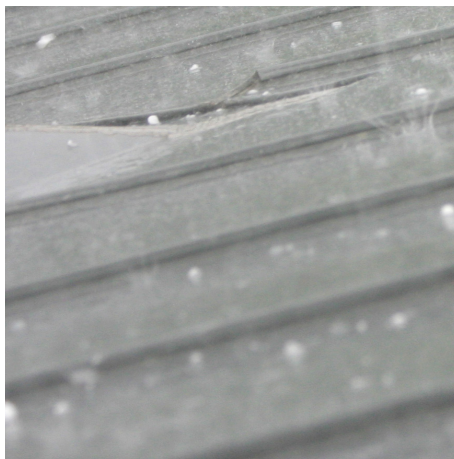


AUFDACHGEDÄMMTE DÄCHER IN HOLZBAUWEISE

Bauakustische Einflüsse und Konstruktionsempfehlungen



Aufdachgedämmte Dächer in Holzbauweise

Bauakustische Einflüsse
und Konstruktionsempfehlungen

Autoren

Dr. Bernd Nusser, Dr. Christian Lux, DI Alexander Stenitzer (HFA)
Mag. Herbert Müllner (TGM)

Projektmitarbeiter

Johannes Reiter; Gregor Soukup (HFA)
Harald Himmelbauer (TGM)

Fördergeber/Beteiligte Firmen

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)
Fachverband der Holzindustrie Österreich
Austrotherm GmbH
Bautechnik Eberl GmbH
Holzwerk Gebr. SCHNEIDER GmbH
Ing. Werner Linhart
Saint-Gobain ISOVER Austria GmbH
Schallfresser GmbH
Steinbacher Dämmstoff GmbH

Wien, März 2023

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	5
2	Schalldämmung von Dächern.....	5
2.1	Luftschalldämmung.....	6
2.2	Regenschalldämmung	7
3	Einflussfaktoren	9
3.1	Einfluss des Dachtyps	10
3.2	Einfluss des Aufdachdämmstoffs	11
3.3	Einfluss der Dacheindeckung.....	13
3.4	Einfluss der Tragstruktur	14
3.5	Einfluss einer Beschwerung.....	15
3.6	Einfluss einer Strukturmatte.....	16
3.7	Einfluss der Verschraubung	17
3.8	Übersicht der Einflussfaktoren.....	18
4	Konstruktionsempfehlungen	20
4.1	Sichtsparrendach mit $R_w \geq 43$ dB	21
4.2	BSP-Dach mit $R_w \geq 43$ dB	22
4.3	Sichtsparrendach mit $R_w \geq 48$ dB	23
4.4	BSP-Dach mit $R_w \geq 48$ dB	24

4.5	Spezialprodukte	24
5	Zusammenfassung.....	25
6	Literaturangaben.....	26

1 Einleitung

Im Holzbau können Dachkonstruktionen im Wesentlichen in

- zwischensparrengedämmte und
- aufdachgedämmte

Konstruktionen eingeteilt werden. Aufdachgedämmte Dächer stellen aus wärme- und feuchteschutztechnischer Sicht robuste Aufbauten dar, da die Tragstruktur stets im warmen Bereich liegt und somit vor Tauwasserausfall geschützt ist. Auch aus gestalterischen oder traditionellen Gesichtspunkten werden u. a. im stark holzbaugeprägten Westen Österreichs oftmals Sichtsparrendächer mit Aufdachdämmung realisiert.

Aus bauakustischer Sicht weisen aufdachgedämmte Dächer jedoch deutliche Nachteile im Vergleich zu zwischensparrengedämmten Dächern auf. Bei gleichen Wärmedämmeigenschaften ist die Luftschalldämmung von aufdachgedämmten Dächern teils deutlich schlechter (vgl. www.dataholz.eu). Auch wenn es um die Regenschalldämmung von solchen Dächern geht, berichteten Planer:innen und Ausführende von Beschwerden.

Die Holzforschung Austria (HFA) bearbeitete deshalb zusammen mit dem Technologischen Gewerbemuseum (TGM) und Partnern aus dem Handwerk und der Industrie von 2019 bis 2022 das Forschungsprojekt „Schutz.aufs.Dach“, in welchem die Luft- und Regenschalldämmung von aufdachgedämmten Dächern näher untersucht wurden [1]. Nachfolgend werden die baupraktischen, bauakustischen Erkenntnisse aus dem Projekt zusammenfassend dargestellt und Konstruktionsempfehlungen für Sichtsparren und BSP-Dächer ausgesprochen.

2 Schalldämmung von Dächern

Geht es um die Schalldämmung von Dächern, wird die Luft- und bei genutzten Dächern zusätzlich die Trittschalldämmung der Konstruktionen betrachtet. Die Regenschalldämmung von Dachaufbauten wird in den meisten Fällen hingegen vernachlässigt. Planer:innen und Ausführenden sind Beschwerden aufgrund zu hoher Lärmbelastigung bei Regen jedoch nicht unbekannt. Vor allem Sichtsparrendächer mit Aufdachdämmung werden in diesem Zusammenhang häufig genannt. Im folgenden Abschnitt werden die Anforderungen und Kennwerte zur Beschreibung der Luft- und Regenschalldämmung von Dächern diskutiert.

2.1 Luftschalldämmung

Die gesetzlichen Anforderungen an die Luftschalldämmung von Dächern entsprechen im Wesentlichen jenen der Außenwände (Achtung, bei Fluglärmelastigung ggf. gesonderte Anforderungen), wobei auch hier Einbauten wie Dachflächenfenster zu berücksichtigen sind. Während die Mindestanforderung an das opake Außenbauteil ohne Einbauten in Österreich sehr konkret in der OIB-Richtlinie 5 (Empfehlung für die Bautechnikverordnungen der Bundesländer) definiert ist ($R_w \geq 43$ dB, höhere Anforderung je nach Außenlärmpegel möglich) wird dieses in Deutschland generell standort- und objektspezifisch abgeleitet. Als Mindestanforderung an das gesamte Bauteil, d.h. inkl. aller Einbauten gilt in Österreich $R'_{res,w} \geq 33$ dB und in Deutschland generell $R'_{w,ges} \geq 30$ dB. Die deutsche Mindestanforderung an das gesamte Bauteil liegt somit um 3 dB unter der Anforderung in Österreich.

In den Grafiken in Abschnitt 3 werden neben dem R_w -Wert auch die Einzelkennwerte inkl. den Spektrum-Anpassungswerten für den erweiterten Frequenzbereich $R_w + C_{50-5000}$ und $R_w + C_{tr,50-5000}$ gezeigt. Die Spektrum-Anpassungswerte dienen dazu, das vorhandene Lärmspektrum und das tieffrequente Verhalten der Bauteile stärker zu berücksichtigen, sowie eine bessere Korrelation zwischen Einzelkennwert und subjektivem Empfinden abzubilden.

Die Luftschalldämmung von Dächern wurde schon häufiger in holzbauspezifischen Fachzeitschriften diskutiert z.B. [2 bis 4]. Bei Dächern, welche über Trennwände hinweg durchlaufen, kann es zu gravierenden Flankenübertragungen über die Dachkonstruktion kommen. In [5, 6] wird dieses wichtige Thema aufgegriffen und verdeutlicht, wie der schalltechnisch korrekte Anschluss zwischen Dach und Trennwand ausgeführt werden kann. Abbildung 1 zeigt eine beispielhafte Lösung für einen Anschluss eines aufsparrengedämmten Daches an die Trennwand.

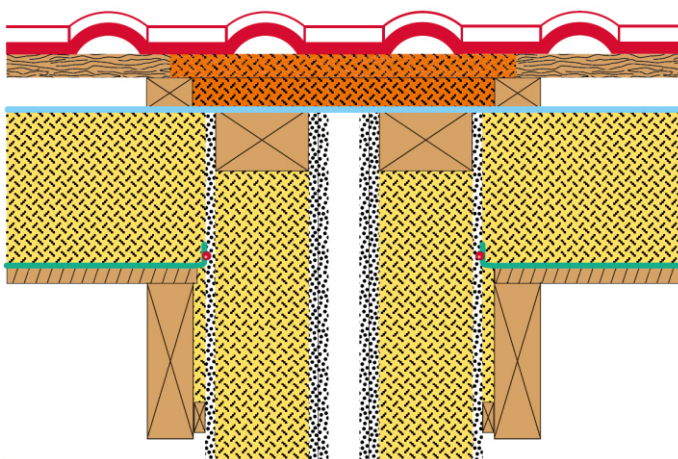


Abbildung 1: Anschluss eines aufsparrengedämmten Daches an die Trennwand. Die Trennwand läuft bis unter die Lattungsebene durch, der Bereich der Konter- und Traglattung ist gedämmt, der erste Sparren wird jeweils mit Abstand zur Trennwand montiert. [5]

2.2 Regenschalldämmung

Zur Regenschalldämmung von Bauteilen gibt es keine definierten Mindestanforderungen, wie etwa bei der Luftschalldämmung. Die Regenschallprüfung dient vielmehr dazu (gem. ISO 10140-1:2021 [7])

- a) die Geräusche im Raum unter dem Prüfkörper zu beurteilen.
- b) Bauteile für eine angemessene Regenschalldämmung auszulegen.
- c) das Regenschall-Dämmvermögen von Bauteilen zu vergleichen.

Abbildung 2 zeigt den Regenschallprüfstand im Akustik Center Austria, an welchem normative Regenschallprüfungen durchgeführt werden. Links ist der Senderaum des Regenschallprüfstandes mit eingebautem, betonsteingedecktem Dach zu sehen. An der Decke des Prüfstandes ist die, über dem Dach verschiebbare Beregnungswanne sichtbar (Wannenfläche 1,63 m²). Die rechte Abbildung zeigt den Empfangsraum mit der Untersicht eines Sichtsparrendaches.

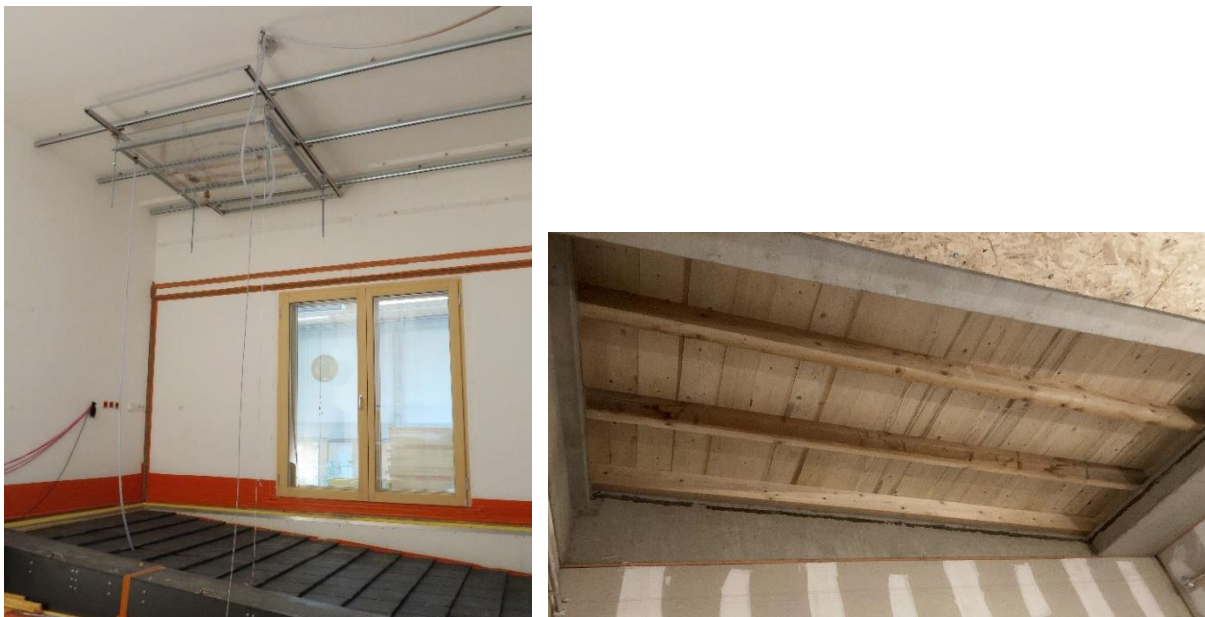


Abbildung 2: Links: Senderaum des Regenschallprüfstandes im Akustik Center Austria mit betonsteingedecktem Dach und der darüber angebrachten, beweglichen Beregnungseinheit, rechts: Sichtsparrendach im Empfangsraum

Für den Vergleich von Bauteilen muss gemäß Prüfnorm die Regenart „schwer“ verwendet werden. Diese zeichnet sich durch eine Niederschlagsmenge von 40 mm/h, einem Tropfendurchmesser von 5 mm und einer Fallgeschwindigkeit von 7 m/s aus. Der Deutsche Wetterdienst definiert solche Niederschlagsmenge als „extrem heftiger Starkregen“ [8]. In der Realität tritt dieser im deutschsprachigen Raum jedoch äußerst selten auf [9, 10]. Aufgrund der aktuellen Klimaentwicklung werden für Mitteleuropa zukünftig jedoch vermehrte

Starkregenereignisse erwartet [11] und wurden für Österreich beispielsweise bereits nachgewiesen [12].

Zur Auswertung der Regenschallprüfungen sind die Schallintensitätspegel im Empfangsraum zu verwenden. Die Schallintensität bezeichnet dabei die Schallleistung in Watt, welche durch einen m^2 des Bauteils tritt, sie hat die Einheit W/m^2 . Wird die Schallintensität auf einen Bezugswert normiert, erhält man die in der Bauakustik übliche Pegeldarstellung in dB, welche in den Grafiken in Abschnitt 3 mit aufgeführt wird.

Zu Erinnerung: Für eine gute Schalldämmung eines Bauteils müssen die ermittelten *Schalldämm-Maße hoch* und die *Pegel gering* sein

Ähnlich zum R_w -Wert gibt es auch für die Regenschalldämmung einen normativ festgelegten Einzahlkennwert, den L_{IA} -Wert, der zum Bauteilvergleich herangezogen werden kann. Der L_{IA} -Wert entspricht dabei der energetischen Summe der Schallintensitätspegel zwischen 100 Hz und 5000 Hz. Diese werden zusätzlich A-bewertet (deshalb die Einheit dB(A)), um das Hörempfinden des menschlichen Ohres zu berücksichtigen (d.h. eine geringere Empfindlichkeit bei tiefen und eine größere Empfindlichkeit bei höheren Frequenzen). Normativ muss der A-bewertete Schallintensitätspegel (L_{IA} -Wert) auf eine Nachkommastelle genau angegeben werden.

In wie weit der L_{IA} -Wert des Daches auch tatsächlich mit der subjektiven Wahrnehmung der Regenschalldämmung korreliert, kann derzeit noch nicht beurteilt werden. Hier ist jedenfalls noch Forschungsbedarf gegeben.

3 Einflussfaktoren

Nachfolgend werdend die im Projekt Schutz.aufs.Dach untersuchten Einflussfaktoren anhand von Messdaten diskutiert. Abbildung 3 zeigt eine Übersicht der wesentlichen, im Projekt untersuchten Dachvarianten und deren Aufbau. In Tabelle 1 werden die verwendeten Aufdachdämmstoffe näher beschrieben.

	Dicke in mm	Material
		Betondachstein (Braas Tegalit)
	30	Lattung
	50	Konterlattung
		Unterdachbahn
Varianten	200	PUR
	200	EPS
	200	Mineralwolle (MW)
	200 (2 x 100)	Holzfaserdämmung (WF)
		Dampfbremse (0,15 kg/m ²)
	24	Schalung
	200	Sparren (e = 81 cm)

	Dicke in mm	Material
		Alublech (Prefa Prefalz)
		Unterdachbahn
	24	Schalung
	50	Konterlattung
		Unterdachbahn
Varianten	200	PUR
	200 / 260	EPS
	200 / 260	Mineralwolle (MW)
	200 (2 x 100) / 260 (100 + 160)	Holzfaserdämmung (WF)
	0 / 15,5	Sandplatte (SP, 19,8 kg/m ²) (Schallfresser Silencium 15,5)
	0 / 25 (2 x 12,5)	Gipsplatte (GP, 2 x 11,7 kg/m ²) (Rigips Glasroc F)
		Dampfbremse (0,15 kg/m ²)
	24	Schalung
	200	Sparren (e = 81 cm)

	Dicke in mm	Material
		Betondachstein (Braas Tegalit)
	30	Lattung
	50	Konterlattung
		Unterdachbahn
Varianten	200	PUR
	200	EPS
	200	Mineralwolle (MW)
	200 (2 x 100)	Holzfaserdämmung (WF)
		Dampfbremse (0,15 kg/m ²)
	120	BSP

	Dicke in mm	Material
		Alublech (Prefa Prefalz)
		Unterdachbahn
	24	Schalung
	50	Konterlattung
		Unterdachbahn
Varianten	200 / 120	PUR
	200	EPS
	200	Mineralwolle (MW)
	200 (2 x 100)	Holzfaserdämmung (WF)
		Dampfbremse (0,15 kg/m ²)
	120	BSP

Abbildung 3: Aufbau der wesentlichen, im Projekt Schutz.aufs.Dach untersuchten Dachelemente mit Varianten, oben: Sichtsparrendächer, unten: BSP-Dächer, links: Betonsteineindeckung, rechts: Alublecheindeckung, e: Sparrenachsmaß

Tabelle 1: Ermittelte Materialkennwerte der verwendeten Aufdachdämmstoffe, s': dynamische Steifigkeit, ρ: Rohdichte

Dicke in mm	Material
120 / 200	PUR (Steinbacher PU-Hartschaum-ALU) 200 mm: s' = 20 MN/m ³ , ρ ≈ 33 kg/m ³
200 / 260	EPS (Austrotherm EPS W20) 200 mm: s' = 46 MN/m ³ , ρ ≈ 20 kg/m ³
200 / 260	Mineralwolle (MW) (Isover Ultimate AP Supra Plus) 200 mm: s' = 1 MN/m ³ , ρ ≈ 65 kg/m ³
200 (2 x 100) / 260 (100 + 160)	Holzfaserdämmung (WF) (Schneider best wood TOP 140 + best wood MULTITHERM 140) 200 mm: s' = 16 MN/m ³ , ρ ≈ 140 kg/m ³

3.1 Einfluss des Dachtyps

Abbildung 4 verdeutlicht den Unterschied zwischen einem

- BSP-Dach mit Aufdachdämmung, einem
- Sichtsparrendach mit Aufdachdämmung und einem
- Sparrendach mit Gefachdämmung.

Alle Dächer wurden mit einer 200 mm Mineralfaserdämmung und einer Betonsteineindeckung ausgeführt, ihre U-Werte sind vergleichbar. In der Legende sind die jeweils zugehörigen Einzahlkennwerte mit aufgeführt. Wie anhand der Grafik zu erkennen ist, erreicht das BSP-Dach zumeist die höchsten Schalldämm-Maße. Dies ist primär auf die hohe Masse der BSP im Vergleich zu den Beplankungen der (Sicht-)Sparrendächer zurück zu führen. Im Vergleich zum Sichtsparrendach weist das vollgedämmte Sparrendach zwischen 80 Hz und 160 Hz höhere, im Frequenzbereich darüber und darunter jedoch auch geringere Schalldämm-Maße auf. Das untersuchte Sparrendach war unterseitig mit einer OSB-Direktbeplankung versehen. Die Schalldämmung des Sparrendaches wird nochmals deutlich besser, wenn anstelle der OSB-Direktbeplankung beispielsweise eine oder zwei Lagen Gipskartonplatten an Federschielen ausgeführt werden [13]. Eine abgehängte Unterdecke ist bei einem Sichtsparrendach nicht möglich, dadurch kann die Schalldämmung von Sichtsparrendächern deutlich geringer ausfallen als jene von Sparrendächern mit Gefachdämmung.

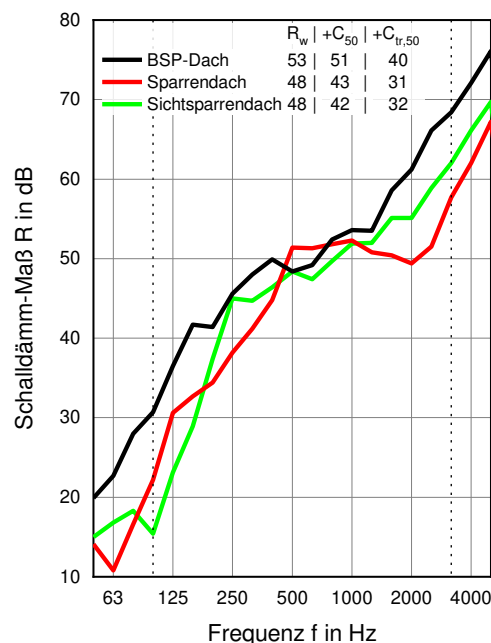


Abbildung 4: Einfluss des Dachtyps mit jeweils 200 mm Mineralfaserdämmung und Betonsteineindeckung. Das Sparrendach war voll ausgedämmt und unterseitig mit einer 15 mm OSB direkt beplankt. Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB in der Legende

Zur thermischen Sanierung eines Sparrendachs mit Gefachdämmung wird häufig außenseitige, auf der Schalung, eine zusätzliche Aufdachdämmung aufgebracht. Anhand von Abbildung 5 wird ersichtlich, wie sich eine 200 mm dicke, zusätzliche Aufdachdämmung aus Mineralfaser bauakustisch auswirkt (die Verschraubung der Konterlattung erfolgte dabei mit Unterkopf- bzw. Doppelgewindeschrauben). Wie zu erkennen ist, wird die Schalldämmung durch die zusätzliche Aufdachdämmung über den gesamten Frequenzbereich verbessert. Auch anderweitige Untersuchungen mit einer lediglich 80 mm dicken, zusätzlichen Aufdachdämmung aus Mineralfaser haben ähnliche Verbesserungen gezeigt. Die Dicke der Aufdachdämmung hat demnach nur einen untergeordneten Einfluss auf die bauakustische Verbesserung.

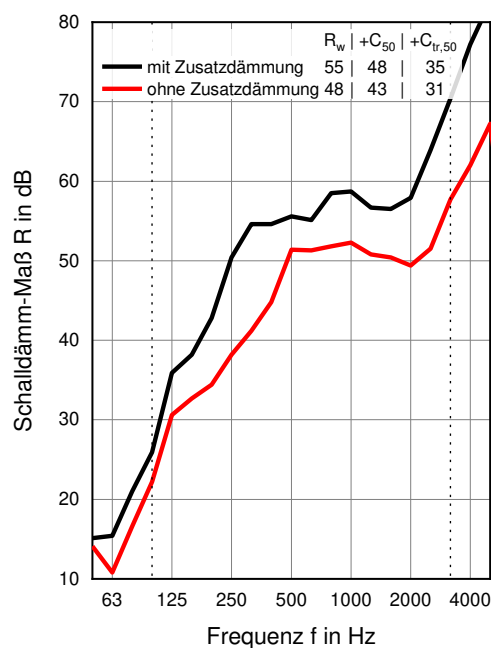


Abbildung 5: Einfluss einer zusätzlichen 200 mm dicken Aufdachdämmung aus Mineralfaser auf der Schalung des vollgedämmten Sparrendachs mit Betonsteindeckung. Die Verschraubung der Konterlattung erfolgte bei der Variante mit Aufdachdämmung mit Unterkopf- bzw. Doppelgewindeschrauben. Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB in der Legende

3.2 Einfluss des Aufdachdämmstoffs

Abbildung 6 zeigt den Einfluss der Dämmstoffart auf die Luftschalldämmung (links) und die Regenschalldämmung (rechts) bei einem Sichtsparrendach mit Alublecheindeckung. Zusätzlich sind in den Legenden die jeweiligen Einzahlkennwerte mit aufgeführt. Wie zu erkennen ist, verhalten sich die Hartschaumdämmstoffe und die Faserdämmstoffe bzgl. Luftschalldämmung deutlich unterschiedlich. Die Unterschiede innerhalb dieser Dämmstoffgruppen sind jedoch gering, wobei das Dach mit Holzfaserdämmung im Frequenzbereich unter 160 Hz etwas höhere Schalldämm-Maße erreicht als mit Mineralwolle. Ebenso zeigt das Dach mit EPS etwas höhere Schalldämm-Maße als das PUR gedämmte Dach.

Das frequenzabhängige Verhalten im Schalldämm-Maß zeigt sich auch in den Einzahlkennwerten in der Legende. Kritisch hervorzuheben ist hierbei, dass mit keinem der Dächer in Abbildung 6 die Mindestanforderungen in Österreich und mit den Dächern mit Hartschaumdämmstoff wohl auch die Mindestanforderungen in Deutschland nicht eingehalten werden. In Abschnitt 4 werden hierfür geeignete Konstruktionen aufgeführt.

Beim Betrachten der rechten Grafik in Abbildung 6 bzgl. Regenschalldämmung fällt zunächst auf, dass die höchsten Pegel nicht wie bei Trittschallmessungen im tiefen, sondern im mittleren Frequenzbereich auftreten. Außerdem ist zu erkennen, dass sich die beiden Dämmstoffgruppen nicht mehr so deutlich unterscheiden wie bei der Luftschalldämmungsmessung. Jedenfalls werden mit der PUR-Dämmung die höchsten Pegel erreicht, gefolgt vom EPS, der Mineralwolle und schließlich der Holzfaser mit den zumeist geringsten Pegeln. Ein ähnliches Bild war bei einer Dämmstoffdicke von 260 mm zu erkennen (Daten nicht dargestellt), wobei hier der Vorteil der Holzfaserdämmung noch deutlicher zu erkennen war. Die rechte Grafik in Abbildung 6 verdeutlicht auch, dass mit Mineralwolle und EPS unter 125 Hz nahezu dieselben Regenschallpegel auftreten, zwischen 125 Hz und 250 Hz kommt es bei den Schaumdämmstoffen jedoch zu einem Peak welcher sich bei den Faserdämmstoffen nicht zeigt. Werden lediglich der Einzahlkennwert L_{IA} aus der Regenschallmessung betrachtet, so zeigen sich etwas andere Verhältnisse als beim R_w -Wert. Die L_{IA} -Werte der Dächer mit Faserdämmstoffen liegen sehr nahe beieinander, wohingegen das Dach mit EPS-Dämmstoff tendenziell näher an den fasergedämmten Dächern liegt als am PUR-Dach.

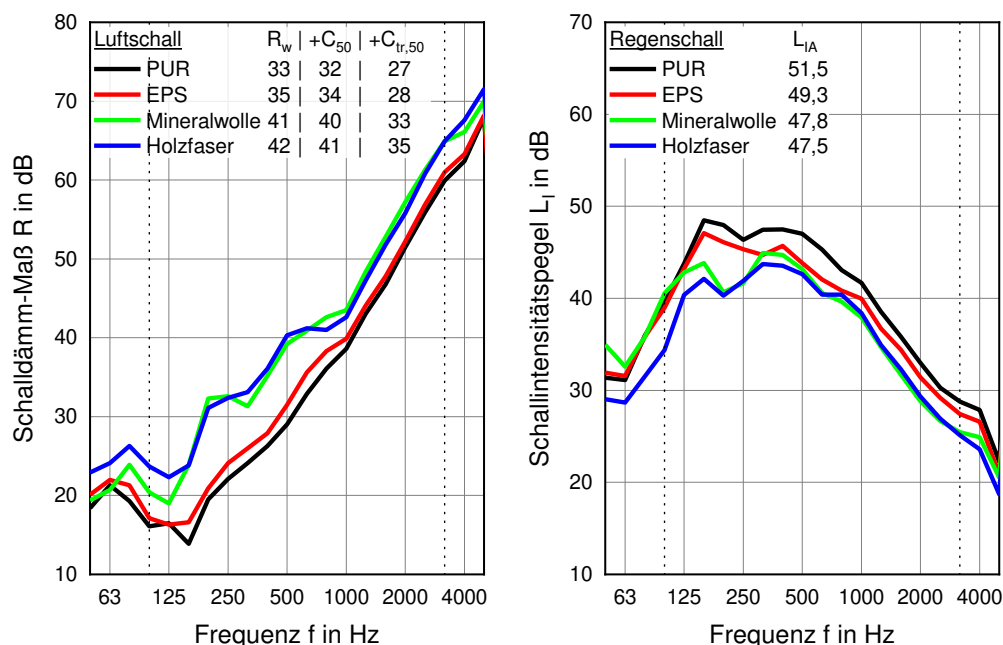


Abbildung 6: Einfluss des Dämmstoffs bei einem Sichtsparrendach mit Alublecheindeckung und 200 mm Aufdachdämmung. Links: Luftschalldämm-Maß, recht: Regenschallintensitätspegel, Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB sowie L_{IA} in dB bzw. dB(A) in den Legenden

3.3 Einfluss der Dacheindeckung

Die Art der Dacheindeckung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Luftschalldämmung von Dächern. In [14] wird gezeigt, dass es einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Fugen(luft)durchlässigkeit der Dacheindeckung und der Luftschalldämmung von Steildächern gibt. Es wird in der Arbeit auch verdeutlicht, dass eine hohe Masse der Dacheindeckung kombiniert mit einer möglichst geringen Fugendurchlässigkeit zu den höchsten Schalldämm-Maßen führt. In der Untersuchung wird zusammengefasst, dass bei aufsparrengedämmten Dächern mit Dachsteinen eine um etwa 3 dB bessere Luftschalldämmung erreicht werden kann als mit Dachziegeln. Auch gemäß DIN 4109-33:2016 [15] können bei Verwendung von Dachsteinen (Einfachdeckung) bei Sichtsparrendächern um 2 dB und bei Verwendung von Biberschwanzziegel (Doppel- oder Kronendeckung) um 4 dB höhere R_w -Werte erreicht werden als bei Verwendung einer einfachen Ziegeleindeckung.

Im Projekt Schutz.aufs.Dach wurden in Österreich häufig verwendete Betonsteine für die Dacheindeckung gewählt. Die nachfolgenden Ergebnisse sind deshalb nicht ohne weiteres auf eine Ziegeleindeckung o.ä. übertragbar. Abbildung 7 zeigt den Unterschied zwischen Sichtsparrendächern mit Betonsteineindeckung und Alublecheindeckung jeweils mit Holzfaser-Aufdachdämmung. Wie zu erkennen ist, wird mit einer Betonsteineindeckung im Allgemeinen eine deutlich höhere Luft- und Regenschalldämmung erreicht als mit einer Alublecheindeckung. Im Frequenzbereich ≤ 100 Hz weist das Dach mit Alublecheindeckung hingegen etwas höhere Schalldämm-Maße auf als mit Betonsteineindeckung. Dies wurde auch bei den Untersuchungen in [14] beobachtet. Die Gründe für die höhere tieffrequenten Luftschalldämmung der alublechgedeckten Dächer sind noch nicht vollständig geklärt.

Im Vergleich mit der Luftschalldämmung sind die Unterschiede bei der Regenschalldämmung (Abbildung 7 rechts) noch deutlicher ausgeprägt. Die hohen Schallintensitätspegel bei der Alublecheindeckung sind bei einer Betonsteineindeckung nicht mehr zu messen. Durch die schwerere Dacheindeckung werden die Schallintensitätspegel nahezu über den gesamten Frequenzbereich stark reduziert. Dies bestätigt auch die subjektive Wahrnehmung der Autoren während der Regenschallprüfung, mit einer Betonsteineindeckung war das Aufprallen der Regetropfen nur noch sehr gedämpft wahrnehmbar.

Die deutlichen Unterschiede in der Luft- und Regenschalldämmung durch die Dacheindeckung werden auch anhand der Einzahlkennwerte in den Legenden ersichtlich. Für die Regeschalldämmung des Daches hat die Wahl der Dacheindeckung den stärksten Einfluss (vgl. L_{IA} -Werte in Abbildung 14).

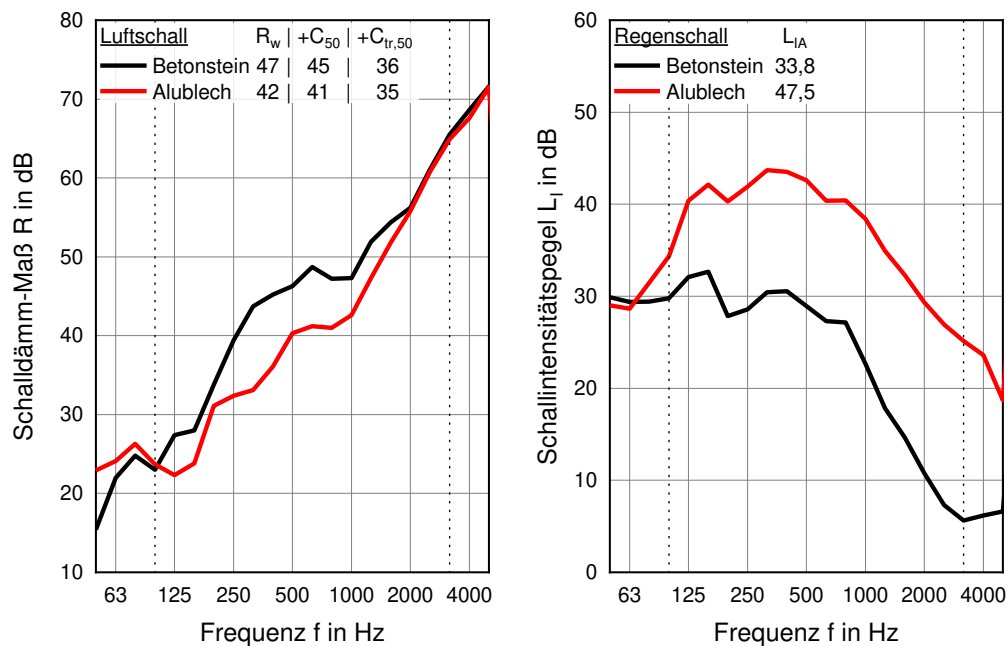


Abbildung 7: Einfluss der Dacheindeckung bei einem Sichtsparrendach mit 200 mm Holzfaserdämmung. Links: Luftschalldämm-Maß, rechts: Regenschallintensitätspegel, Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB sowie L_{IA} in dB(A) in den Legenden

3.4 Einfluss der Tragstruktur

Anhand von Abbildung 8 wird der Einfluss der Tragstruktur auf die Luft- und Regeschalldämmung eines Daches mit Holzfaserdämmung und Alublecheindeckung verdeutlicht. Wie zu erkennen ist, führt eine BSP- anstelle einer Sichtsparrenkonstruktion zu einer höheren Luft- und Regeschalldämmung, nahezu über den gesamten Frequenzbereich. Bei den Dächern mit Hartschaumdämmstoffen (Daten nicht dargestellt) sind die Unterschiede in der Luftschalldämmung sogar noch deutlicher ausgeprägt als dies in Abbildung 8 links ersichtlich ist.

Bei den Schallintensitätspegel in der rechten Grafik zeigt sich der günstigere Einfluss der BSP auch auf die Regeschalldämmung. Die Intensitätspegel unterschieden sich in einzelnen Terzbändern wesentlich deutlicher voneinander als die Schalldämm-Maße in der oberen Grafik. Das ist auch anhand der Einzahlkennwerte in den Legenden zu erkennen. Nach der Wahl der Dacheindeckung hat die Tragstruktur den wesentlichsten Einfluss auf die Regeschalldämmung des Daches (vgl. L_{IA} -Werte in Abbildung 14).

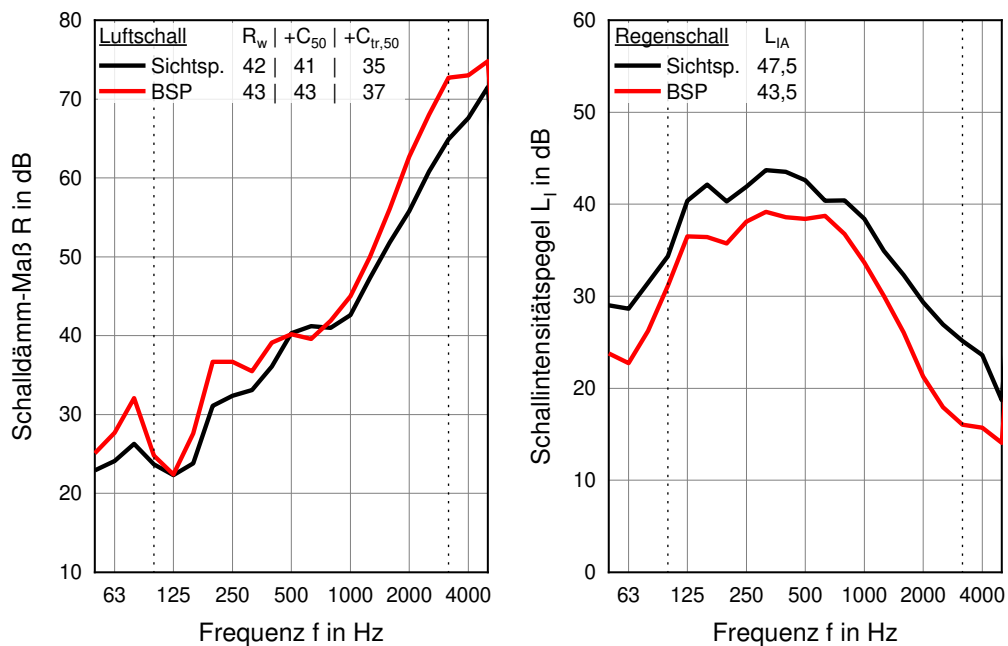


Abbildung 8: Einfluss der Tragstruktur bei einem alublechgedeckten Dach mit 200 mm Holzfaserdämmung. Links: Luftschalldämm-Maß, rechts: Regenschallintensitätspegel, Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB sowie L_{IA} in dB(A) in den Legenden

3.5 Einfluss einer Beschwerung

Zur Verbesserung der Luftschalldämmung von Dächern werden häufig Beschwerungen in Form von Bitumenbahnen oder Plattenwerkstoffen eingesetzt. Im Bauteilkatalog der DIN 4109-33:2016 [15] werden beispielsweise dachsteingedeckte Sichtsparrendächer mit 10 kg/m^2 oder 20 kg/m^2 Beschwerung auf der Schalung (d.h. unter der Aufdachdämmung) aufgeführt. Bei den Untersuchungen im Projekt Schutz.aufs.Dach kamen Sandplatten ($19,8 \text{ kg/m}^2$) oder eine doppelte Lage feuchteunempfindlicher Gipsplatten ($2 \times 11,7 \text{ kg/m}^2$) unter dem Dämmstoff zum Einsatz.

Abbildung 9 zeigt, wie sich Sandplatten bzw. Gipsplatten als Beschwerung auf die Luft- und Regenschalldämmung eines Sichtsparrendaches mit Alublecheindeckung und EPS-Aufdachdämmung auswirken. Sowohl zwei Lagen Gipsplatten als auch eine Lage Sandplatten verbessern die Luft- und Regenschalldämmung des Daches sehr deutlich. Unabhängig von der Art der Beschwerung profitieren vor allem der tiefe und mittlere Frequenzbereich von der zusätzlichen Masse. Als Beschwerung wurden zwei Lagen Gipsplatten zu insgesamt $23,3 \text{ kg/m}^2$ oder eine Lage Sandplatten zu $19,8 \text{ kg/m}^2$ aufgebracht. Wie die R_w -Werte in der Legende zeigen, sind die gewählten Beschwerungen jedoch noch etwas zu gering um die österreichische Mindestanforderung von $R_w \geq 43 \text{ dB}$ sicher zu erreichen. Mit schwereren Platten (z.B. mit $2 \times 18 \text{ mm}$ Gipsfaserplatten) wird diese hingegen mit hoher Sicherheit erfüllt.

Durch den Einsatz von geeigneten Beschwerungen können somit auch eher gering schalldämmende Dachkonstruktionen wie Sichtsparrendächer mit Alublecheindeckung und

Hartschaumdämmstoffen ertüchtigt und die gesetzlichen Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung somit eingehalten werden. Die Regenschalldämmung dieser Dächer wird durch die Beschwerden ebenfalls deutlich verbessert, der L_{IA} -Wert liegt dann im Bereich eines unbeschwerteten BSP-Daches (vgl. Abbildung 14).

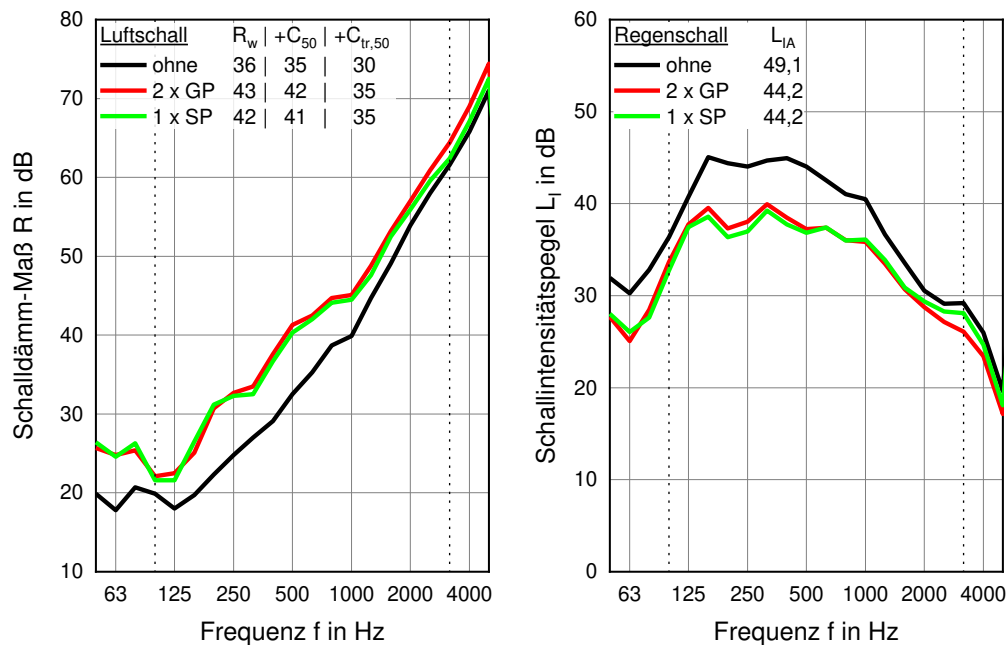


Abbildung 9: Einfluss verschiedener Beschwerden bei einem alublechgedeckten Dach mit 260 mm EPS-Aufdachdämmung. GP: Gipsplatten; SP: Sandplatten; Links: Luftschalldämm-Maß, rechts: Regenschallintensitätspegel, Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB sowie L_{IA} in dB(A) in den Legenden

3.6 Einfluss einer Strukturmatte

Zur Dämpfung von Prasselgeräuschen durch Regen oder Hagel auf metallgedeckten Dächern werden am Markt u.a. Strukturmatte entsprechend Abbildung 10 angeboten. Abbildung 11 zeigt wie sich diese Strukturmatte unter der Alublecheindeckung auf die Luft- und Regenschalldämmung eines Sichtsparrendaches mit 200 mm EPS-Aufdachdämmung auswirkt. Wie zu erkennen ist, wirkt sich die eingesetzte Matte ab > 1000 Hz günstig auf die Luft- und Regenschalldämmung aus, wobei die Schalldämmung in dem eher maßgeblichen Frequenzbereich ≤ 1000 Hz quasi nicht von der Strukturmatte beeinflusst werden. Die Einzahlkennwerte in den Legenden unterscheiden sich dementsprechend kaum.

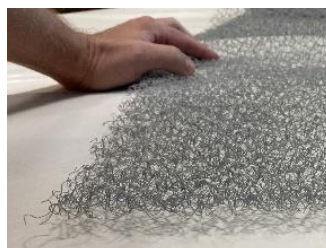


Abbildung 10: Strukturmatte welche unter die Alublecheindeckung eingelegt wurde

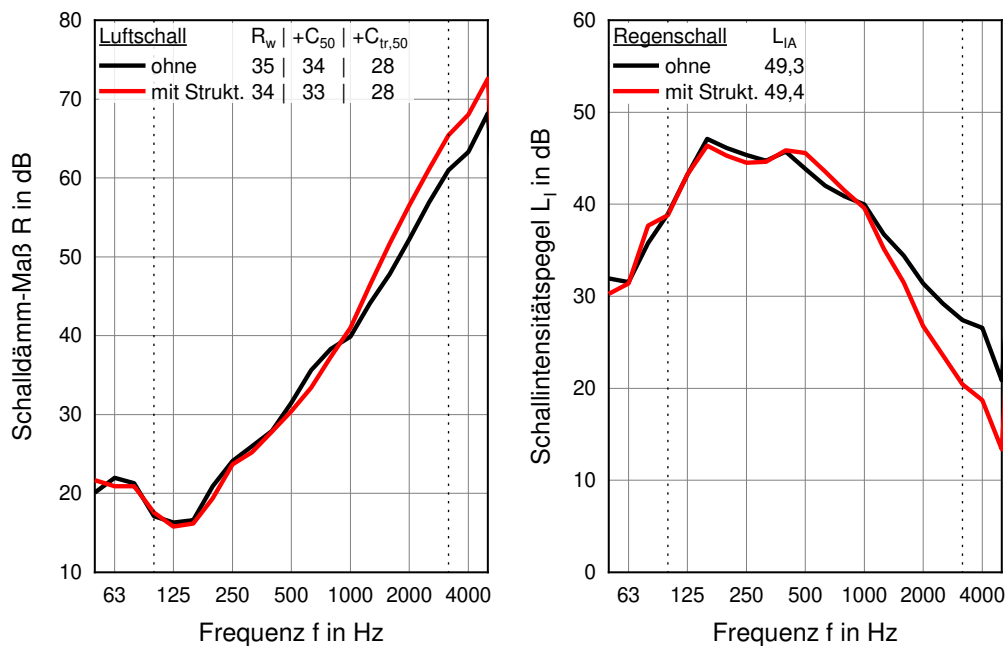


Abbildung 11: Einfluss einer Strukturmatte unter der Alublecheindeckung eines Sichtsparrendaches mit 200 mm EPS-Aufdachdämmung. Links: Luftschalldämm-Maß, rechts: Regenschallintensitätspegel
Einzahlkennwerte R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB sowie L_{IA} in dB(A) in den Legenden

3.7 Einfluss der Verschraubung

Die Konterlattungen für die Betonstein- und Alublecheindeckungen wurden im Projekt stets mit Unterkopf- bzw. Doppelgewindeschrauben entsprechend Abbildung 12 im Schraubenabstand von 500 mm verschraubt, um den Anpressdruck auf die Dämmung gering zu halten. Dadurch können deutlich bessere Luftschalldämmwerte erreicht werden als bei Verwendung von Teilgewindeschrauben mit einem erhöhten Anpressdruck. Bei Untersuchungen in [6] und [16] konnte der R_w -Wert von aufsparrengedämmten Dächern durch den Einsatz von Doppelgewindeschrauben mit verringertem Anpressdruck um 3 dB bis 9 dB verbessert werden. Abbildung 13 zeigt den deutlichen Unterschied im Schalldämm-Maß eines aufsparrengedämmten Daches bei Montage mit Einfach- und Doppelgewindeschrauben. Auch in der aktuellen Fassung der DIN 4109-33:2016 [15] wird bei aufsparrengedämmten Dächern in Abhängigkeit des Dämmstoffes und der Dämmstoffdicke eine Verbesserung von 1 dB bis 9 dB bei Verwendung von Doppelgewindeschrauben anstellen von Teilgewindeschrauben o.ä. mit hohem Anpressdruck angegeben.



Abbildung 12: Im Projekt Schutz.aufs.Dach verwendete Unterkopfgewindeschraube zur Reduktion des Anpressdrucks zwischen Konterlattung und Dämmstoff

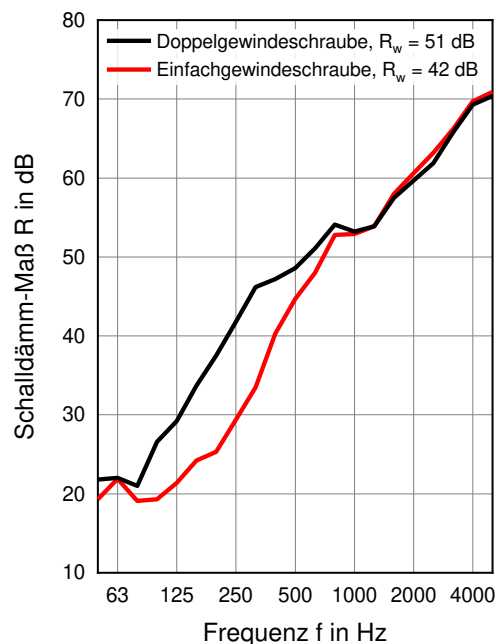


Abbildung 13: Einfluss der Verschraubung der Konterlattung auf die Schalldämmung eines aufsparrengedämmten Daches mit Holzfaserdämmung und Betonsteindeckung. Einfachgewindeschraube: mit Anpressdruck, Doppelgewindeschraube: ohne Anpressdruck (mit 2 mm Abstand zwischen Lattung und Holzfaserdämmung), gemäß [13]

Um den Einfluss der Körperschallbrücke (und des nur geringen Anpressdrucks) durch die Unterkopfgewindeschraube auf die Luft- und Regenschalldämmung zu untersuchen, wurde im Projekt die Konterlattung bei einer Messung nicht mit der Tragstruktur verschraubt, sondern nur lose auf den Dämmstoff aufgelegt. Dabei zeigte sich, dass durch ein neuartiges Schraubensystem mit reduzierter Körperschallübertragung o.ä., noch weitere Zugewinne in der Regenschalldämmung von Dächern möglich wären.

3.8 Übersicht der Einflussfaktoren

Um bei der Planung von aufdachgedämmten Dächern die konstruktiven Einflüsse auf die Luft- und Regenschalldämmung schnell einschätzen zu können, kann die zusammenfassende Abbildung 14 verwendet werden. Anzumerken ist hierbei, dass die Einzahlkennwerte in der Grafik aus Prüfstandsmessungen an einzelnen Dachkonstruktionen stammen, Sicherheitsabschläge oder Nebenwegeinflüsse müssen bei der bauakustischen Planung von solchen Dächern gesondert berücksichtigt werden.

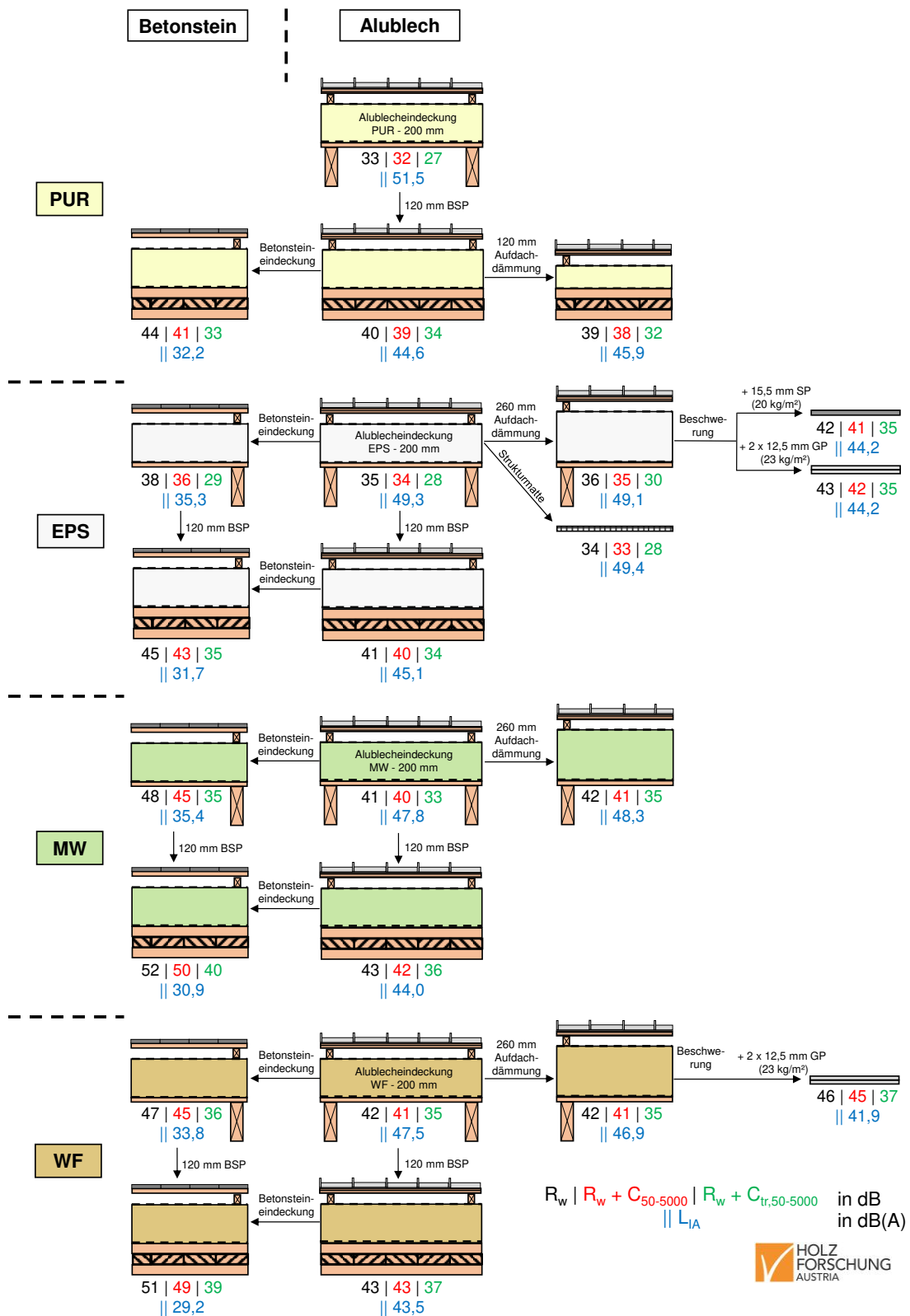


Abbildung 14: Zusammenfassung der Luft- und Regenschalldämmung der untersuchten alublech- und betonsteingedeckten Dächer. MW: Mineralwolle; WF: Holzfaser; SP: Sandplatten; GP: Gipsplatten; Luftschalldämmung: Schalldämm-Maß mit Spektrum-Anpassungswerten R_w | $R_w + C_{50-5000}$ | $R_w + C_{tr,50-5000}$; Regenschalldämmung: A-bewerteter Schallintensitätspegel L_{IA}

4 Konstruktionsempfehlungen

Wie Anhand von Abbildung 14 ersichtlich wird, werden die gesetzlichen Mindestanforderungen an Dächer in Österreich gemäß OIB-Richtlinie 5 ($R_w \geq 43$ dB, höhere Werte je nach Außenlärmsituation möglich) nicht mit allen im Projekt untersuchten Dachaufbauten erreicht. So ist beispielsweise bei einem aufdachgedämmten Sichtsparrendach mit Alublecheindeckung stets eine Beschwerung unter dem Dämmstoff anzubringen. In den nachfolgenden Abschnitten werden Sichtsparrendächer und BSP-Dächer mit Aufdachdämmung vorgeschlagen, welche die Anforderungen

- $R_w \geq 43$ dB oder
- $R_w \geq 48$ dB

mit hoher Sicherheit erfüllen. Voraussetzung hierfür ist eine Montage der Konterlattung mit einem geringen Anpressdruck an den Dämmstoff z.B. durch die Verwendung von Unterkopf- oder Doppelgewindeschrauben. Die Regensicherheit des Unterdachsystems muss dabei jedoch weiterhin gegeben sein (z. B. gem. Prüfzeugnis).

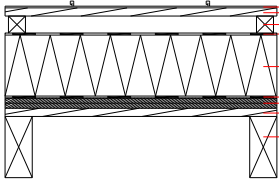
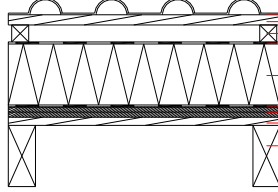
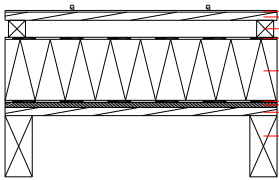
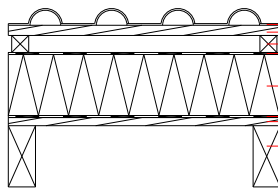
Um die nachfolgenden Konstruktionsempfehlungen einfach zu halten, wird zumeist nicht zwischen den einzelnen Hartschaum- und Faserdämmstoffarten unterschieden, ebenso werden lediglich Mindestdämmstoffdicken aufgeführt. Bei Verwendung größerer Dämmstoffdicken oder spezifischer Dämmstoffarten könnten die aufgeführten Beschwerungen ggf. auch geringer ausgeführt werden. Dies wird in den Konstruktionsempfehlungen nicht berücksichtigt, die Luftschalldämmung der aufgeführten Dächer liegt dann „auf der sicheren Seite“ (vgl. Abbildung 14).

Bei Trennwänden o. ä., welche an die Dachkonstruktion anschließen, muss die Unterdrückung der Flankenübertragungen über die Dachkonstruktion berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 2.1).

Folgenden Bauteilkatalogen können ebenfalls Luftschalkennwerte von aufdachgedämmten Dächern entnommen werden:

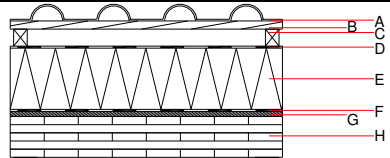
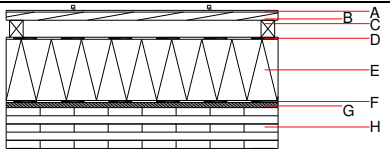
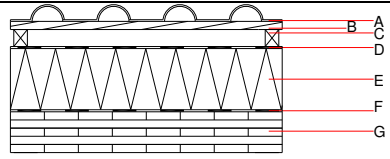
- www.dataholz.eu
- www.lignumdata.ch
- [Holzbau Handbuch 3/3/1](#) [17]
- DIN 4109-33:2016 [15]

4.1 Sichtsparrendach mit $R_w \geq 43$ dB

	Alublecheindeckung	Betonsteineindeckung																																							
Hartschaumdämmstoff																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Alublecheindeckung auf Trennlage</td></tr> <tr><td>B</td><td>24 Holz Fichte Schalung</td></tr> <tr><td>C</td><td>50 Holz Fichte Konterlattung</td></tr> <tr><td>D</td><td>Unterdachbahn</td></tr> <tr><td>E</td><td>≥ 200 EPS-Dämmstoff</td></tr> <tr><td>F</td><td>Abdichtungsbahn</td></tr> <tr><td>G</td><td>Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$</td></tr> <tr><td>H</td><td>24 Holz Fichte Schalung</td></tr> <tr><td>I</td><td>Konstruktionsholz lt. Statik</td></tr> </tbody> </table>	Dicke in mm	Baustoff	A	Alublecheindeckung auf Trennlage	B	24 Holz Fichte Schalung	C	50 Holz Fichte Konterlattung	D	Unterdachbahn	E	≥ 200 EPS-Dämmstoff	F	Abdichtungsbahn	G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$	H	24 Holz Fichte Schalung	I	Konstruktionsholz lt. Statik	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Betonsteineindeckung</td></tr> <tr><td>B</td><td>30 Holz Fichte Lattung</td></tr> <tr><td>C</td><td>50 Holz Fichte Konterlattung</td></tr> <tr><td>D</td><td>Unterdachbahn</td></tr> <tr><td>E</td><td>≥ 120 Hartschaumdämmstoff (EPS/PUR)</td></tr> <tr><td>F</td><td>Abdichtungsbahn</td></tr> <tr><td>G</td><td>Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$</td></tr> <tr><td>H</td><td>24 Holz Fichte Schalung</td></tr> <tr><td>I</td><td>Konstruktionsholz lt. Statik</td></tr> </tbody> </table>	Dicke in mm	Baustoff	A	Betonsteineindeckung	B	30 Holz Fichte Lattung	C	50 Holz Fichte Konterlattung	D	Unterdachbahn	E	≥ 120 Hartschaumdämmstoff (EPS/PUR)	F	Abdichtungsbahn	G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$	H	24 Holz Fichte Schalung	I
Dicke in mm	Baustoff																																								
A	Alublecheindeckung auf Trennlage																																								
B	24 Holz Fichte Schalung																																								
C	50 Holz Fichte Konterlattung																																								
D	Unterdachbahn																																								
E	≥ 200 EPS-Dämmstoff																																								
F	Abdichtungsbahn																																								
G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$																																								
H	24 Holz Fichte Schalung																																								
I	Konstruktionsholz lt. Statik																																								
Dicke in mm	Baustoff																																								
A	Betonsteineindeckung																																								
B	30 Holz Fichte Lattung																																								
C	50 Holz Fichte Konterlattung																																								
D	Unterdachbahn																																								
E	≥ 120 Hartschaumdämmstoff (EPS/PUR)																																								
F	Abdichtungsbahn																																								
G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$																																								
H	24 Holz Fichte Schalung																																								
I	Konstruktionsholz lt. Statik																																								
Faserdämmstoff																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Alublecheindeckung auf Trennlage</td></tr> <tr><td>B</td><td>24 Holz Fichte Schalung</td></tr> <tr><td>C</td><td>50 Holz Fichte Konterlattung</td></tr> <tr><td>D</td><td>Unterdachbahn</td></tr> <tr><td>E</td><td>≥ 200 Faserdämmstoff (MF/WF)</td></tr> <tr><td>F</td><td>Abdichtungsbahn</td></tr> <tr><td>G</td><td>Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 20 \text{ kg/m}^2$</td></tr> <tr><td>H</td><td>24 Holz Fichte Schalung</td></tr> <tr><td>I</td><td>Konstruktionsholz lt. Statik</td></tr> </tbody> </table>	Dicke in mm	Baustoff	A	Alublecheindeckung auf Trennlage	B	24 Holz Fichte Schalung	C	50 Holz Fichte Konterlattung	D	Unterdachbahn	E	≥ 200 Faserdämmstoff (MF/WF)	F	Abdichtungsbahn	G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 20 \text{ kg/m}^2$	H	24 Holz Fichte Schalung	I	Konstruktionsholz lt. Statik	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Betonsteineindeckung</td></tr> <tr><td>B</td><td>30 Holz Fichte Lattung</td></tr> <tr><td>C</td><td>50 Holz Fichte Konterlattung</td></tr> <tr><td>D</td><td>Unterdachbahn</td></tr> <tr><td>E</td><td>≥ 200 Faserdämmstoff (MF/WF)</td></tr> <tr><td>F</td><td>Abdichtungsbahn</td></tr> <tr><td>G</td><td>24 Holz Fichte Schalung</td></tr> <tr><td>H</td><td>Konstruktionsholz lt. Statik</td></tr> </tbody> </table>	Dicke in mm	Baustoff	A	Betonsteineindeckung	B	30 Holz Fichte Lattung	C	50 Holz Fichte Konterlattung	D	Unterdachbahn	E	≥ 200 Faserdämmstoff (MF/WF)	F	Abdichtungsbahn	G	24 Holz Fichte Schalung	H	Konstruktionsholz lt. Statik	
Dicke in mm	Baustoff																																								
A	Alublecheindeckung auf Trennlage																																								
B	24 Holz Fichte Schalung																																								
C	50 Holz Fichte Konterlattung																																								
D	Unterdachbahn																																								
E	≥ 200 Faserdämmstoff (MF/WF)																																								
F	Abdichtungsbahn																																								
G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 20 \text{ kg/m}^2$																																								
H	24 Holz Fichte Schalung																																								
I	Konstruktionsholz lt. Statik																																								
Dicke in mm	Baustoff																																								
A	Betonsteineindeckung																																								
B	30 Holz Fichte Lattung																																								
C	50 Holz Fichte Konterlattung																																								
D	Unterdachbahn																																								
E	≥ 200 Faserdämmstoff (MF/WF)																																								
F	Abdichtungsbahn																																								
G	24 Holz Fichte Schalung																																								
H	Konstruktionsholz lt. Statik																																								

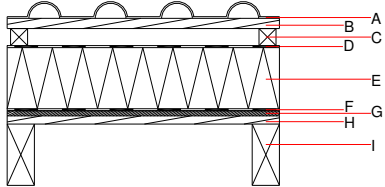
EPS: Expandierter Polystyrol-Hartschaum; PUR: Polyurethan-Hartschaum; WF: Holzfaserdämmstoff; MW: Mineralwolle; m': Flächenmasse; Sparrenachsmaß ≥ 80 cm

4.2 BSP-Dach mit $R_w \geq 43$ dB

	Alublecheindeckung	Betonsteineindeckung																																																			
Hartschaumdämmstoff	Keine Daten vorhanden	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>Betonsteineindeckung</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>Holz Fichte Lattung</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td>Holz Fichte Konterlattung</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td>Unterdachbahn</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>≥ 120</td> <td>Hartschaumdämmstoff (EPS/PUR)</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td>Abdichtungsbahn</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt</td> <td>Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>120</td> <td>BSP</td> </tr> </tbody> </table>		Dicke in mm	Baustoff	A		Betonsteineindeckung	B	30	Holz Fichte Lattung	C	50	Holz Fichte Konterlattung	D		Unterdachbahn	E	≥ 120	Hartschaumdämmstoff (EPS/PUR)	F		Abdichtungsbahn	G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt	Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$	H	120	BSP																								
		Dicke in mm	Baustoff																																																		
A		Betonsteineindeckung																																																			
B	30	Holz Fichte Lattung																																																			
C	50	Holz Fichte Konterlattung																																																			
D		Unterdachbahn																																																			
E	≥ 120	Hartschaumdämmstoff (EPS/PUR)																																																			
F		Abdichtungsbahn																																																			
G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt	Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$																																																			
H	120	BSP																																																			
Faserdämmstoff	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>Alublecheindeckung auf Trennlage</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>24</td> <td>Holz Fichte Schalung</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td>Holz Fichte Konterlattung</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td>Unterdachbahn</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>≥ 200</td> <td>Faserdämmstoff (MF/WF)</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td>Abdichtungsbahn</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt</td> <td>Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>120</td> <td>BSP</td> </tr> </tbody> </table>		Dicke in mm	Baustoff	A		Alublecheindeckung auf Trennlage	B	24	Holz Fichte Schalung	C	50	Holz Fichte Konterlattung	D		Unterdachbahn	E	≥ 200	Faserdämmstoff (MF/WF)	F		Abdichtungsbahn	G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt	Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$	H	120	BSP	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>Betonsteineindeckung</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>Holz Fichte Lattung</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td>Holz Fichte Konterlattung</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td>Unterdachbahn</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>≥ 200</td> <td>Faserdämmstoff (MF/WF)</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td>Dampfbremse</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>120</td> <td>BSP</td> </tr> </tbody> </table>		Dicke in mm	Baustoff	A		Betonsteineindeckung	B	30	Holz Fichte Lattung	C	50	Holz Fichte Konterlattung	D		Unterdachbahn	E	≥ 200	Faserdämmstoff (MF/WF)	F		Dampfbremse	G	120	BSP
		Dicke in mm	Baustoff																																																		
A		Alublecheindeckung auf Trennlage																																																			
B	24	Holz Fichte Schalung																																																			
C	50	Holz Fichte Konterlattung																																																			
D		Unterdachbahn																																																			
E	≥ 200	Faserdämmstoff (MF/WF)																																																			
F		Abdichtungsbahn																																																			
G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt	Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$																																																			
H	120	BSP																																																			
	Dicke in mm	Baustoff																																																			
A		Betonsteineindeckung																																																			
B	30	Holz Fichte Lattung																																																			
C	50	Holz Fichte Konterlattung																																																			
D		Unterdachbahn																																																			
E	≥ 200	Faserdämmstoff (MF/WF)																																																			
F		Dampfbremse																																																			
G	120	BSP																																																			

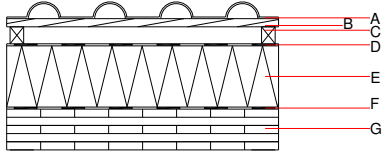
EPS: Expandierter Polystyrol-Hartschaum; PUR: Polyurethan-Hartschaum; WF: Holzfaserdämmstoff; MW: Mineralwolle; m': Flächenmasse; BSP: Brettsperrholz

4.3 Sichtsparrendach mit $R_w \geq 48$ dB

	Alublecheindeckung	Betonsteineindeckung																														
Hartschaumdämmstoff	Keine Daten vorhanden	Keine Daten vorhanden																														
Faserdämmstoff	Keine Daten vorhanden	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>Betonsteineindeckung</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>Holz Fichte Lattung</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td>Holz Fichte Konterlattung</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td>Unterdachbahn</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>≥ 200</td> <td>Faserdämmstoff (MF/WF)</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td>Abdichtungsbahn</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt</td> <td>Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>24</td> <td>Holz Fichte Schalung</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td></td> <td>Konstruktionsholz lt. Statik</td> </tr> </tbody> </table>		Dicke in mm	Baustoff	A		Betonsteineindeckung	B	30	Holz Fichte Lattung	C	50	Holz Fichte Konterlattung	D		Unterdachbahn	E	≥ 200	Faserdämmstoff (MF/WF)	F		Abdichtungsbahn	G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt	Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$	H	24	Holz Fichte Schalung	I		Konstruktionsholz lt. Statik
	Dicke in mm	Baustoff																														
A		Betonsteineindeckung																														
B	30	Holz Fichte Lattung																														
C	50	Holz Fichte Konterlattung																														
D		Unterdachbahn																														
E	≥ 200	Faserdämmstoff (MF/WF)																														
F		Abdichtungsbahn																														
G	Lagenanzahl / Dicke je nach Produkt	Gipsplatten, Sandplatten, Bitumenbahn, Gipsfaserplatten, zementgeb. Spanplatten etc. $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$																														
H	24	Holz Fichte Schalung																														
I		Konstruktionsholz lt. Statik																														

WF: Holzfaserdämmstoff; MW: Mineralwolle; m': Flächenmasse; Sparrenachsmaß ≥ 80 cm

4.4 BSP-Dach mit $R_w \geq 48$ dB

	Alublecheindeckung	Betonsteineindeckung																								
Hartschaumdämmstoff	Keine Daten vorhanden	Keine Daten vorhanden																								
Faserdämmstoff	Keine Daten vorhanden	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dicke in mm</th> <th>Baustoff</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>Betonsteineindeckung</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>Holz Fichte Lattung</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td>Holz Fichte Konterlattung</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td>Unterdachbahn</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>> 200</td> <td>Faserdämmstoff (MF/WF)</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td>Dampfbremse</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>120</td> <td>BSP</td> </tr> </tbody> </table>		Dicke in mm	Baustoff	A		Betonsteineindeckung	B	30	Holz Fichte Lattung	C	50	Holz Fichte Konterlattung	D		Unterdachbahn	E	> 200	Faserdämmstoff (MF/WF)	F		Dampfbremse	G	120	BSP
	Dicke in mm	Baustoff																								
A		Betonsteineindeckung																								
B	30	Holz Fichte Lattung																								
C	50	Holz Fichte Konterlattung																								
D		Unterdachbahn																								
E	> 200	Faserdämmstoff (MF/WF)																								
F		Dampfbremse																								
G	120	BSP																								

WF: Holzfaserdämmstoff; MW: Mineralwolle; BSP: Brettsperrholz

4.5 Spezialprodukte

Die oben aufgeführten Bauteile sind mit „Standardprodukten“ umsetzbar. Am Markt sind jedoch auch Spezialprodukte zur Verbesserung der Schalldämmung von Bauteilen erhältlich. Bei den Hartschaumdämmstoffen sind das z. B. elastifizierte Polystyrol-Dämmstoffe oder PUR/PIR-Dämmstoffe mit aufkaschierten PE-Schaumfolien. Im Zuge des Projektes wurden diese Spezialprodukte nicht untersucht. Bei anderweitigen Untersuchungen mit speziellen PUR/PIR-Platten konnten bei Variationen der Beschwerungen, Eindeckungen etc. an Sichtsparrendächern beispielsweise Einzahlkennwerte von bis zu $R_w(C, C_{tr}) = 52 (-2, -7)$ dB erreicht werden [18].

5 Zusammenfassung

Anhand der im Projekt Schutz.auf.Dach durchgeführten Untersuchungen konnte die Luft- und Regenschalldämmung von aufdachgedämmten Dächern tiefergehend betrachtet werden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass:

- mit Faserdämmstoffen höhere Luftschalldämmungen als mit Hartschaumdämmstoffen erreicht werden
- der Unterschied innerhalb der Hartschaum- und Faserdämmstoffen bzgl. Luftschalldämmung gering ist
- die Holzfaserdämmung stets Vorteile bzgl. Regenschalldämmung bringt
- eine Betonsteineindeckung im Allgemeinen zu einer höheren Luft- und stets zu einer wesentlich höheren Regenschalldämmung führt als eine Alublecheindeckung
- BSP-Dächer bei ansonsten gleicher Ausführung höhere Luft- und Regenschalldämmungen aufweisen als Sichtsparrendächer
- bei einem Sichtsparrendach eine Beschwerung unter dem Dämmstoff zu einer deutlich besseren Luft- und Regenschalldämmung führt
- der Effekt durch Sand- und Gipsplatten als Beschwerung vergleichbar ist
- die untersuchte Strukturmatte unter der Alublecheindeckung erst im höheren Frequenzbereich (> 1000 Hz) Verbesserungen bringt
- die Verschraubung der Konterlattung die Regenschalldämmung wesentlich beeinflusst

Sollen ausreichende Luft- und Regenschalldämmwerte bei Sichtsparrendächern mit Alublecheindeckung erreicht werden, so ist in der Regel eine Beschwerung mit einer geeigneten Flächenmasse (z. B. 2 x 18 mm Gipsfaserplatten) unter dem Dämmstoff anzubringen. Wie sich eine zusätzliche Beschwerung bei BSP-Dächern auswirkt, kann derzeit noch nicht sicher gesagt werden, hierzu sind weiterführenden Untersuchungen notwendig.

Ebenso ist derzeit noch unbekannt, in wie weit der L_{IA} -Wert mit der subjektiven Wahrnehmung der Regenschalldämmung korreliert oder in wie weit Dacheinbauten und „Nebenflächen“ (z.B. die Einfassung der Dacheinbauten oder Attikas) die Regenschalldämmung von Dächern beeinflussen. Diese Themen sind in einem weiterführenden Forschungsprojekt zu bearbeiten.

6 Literaturangaben

- [1] Schutz.aufs.Dach - Schallschutz aufdachgedämmter Dächer in Holzbauweise. Forschungsbericht, Nusser, B., Lux, C., Stenitzer, A. u. Müllner, H., Wien in Arbeit
- [2] Nusser, B. u. Lux, C.: Schalldämmung von Holzmassivbauteilen. BSP-Dächer mit Eindeckung. Holzbau - die neue Quadriga (2019) 1, S. 47–51
- [3] Rabold, A., Châteauvieux-Hellwig, C. u. Bacher, S.: Endlich Ruhe von oben! Flachdächer und Dachterrassen im Holzbau. Holzbau - die neue Quadriga (2020) 1, S. 15–20
- [4] Rabold, A. u. Châteauvieux-Hellwig, C.: Flach- oder steil geneigt? Schalldämmung von Steil- und Pultdächern. In: Holzbau - die neue quadriga. Heft, Bd. 1. Wolnzach (D): Kastner 2021, S. 21–24
- [5] Rabold, A. u. Hessinger, J.: Die Gebäudetrennwand bei Doppel- und Reihenhäusern. Schalltechnische Planung von Trennwand und Dachanschluss. In: Holzbau - die neue quadriga. Heft, Bd. 6. Wolnzach (D): Kastner 2013, S. 44–49
- [6] Holtz, F., Hessinger, J., Rabold, A. u. Buschbacher, H. P.: Schallschutz - Wände und Dächer. Informationsdienst Holz (2004) Reihe 3, Teil 3, Folge 4
- [7] ÖNORM EN ISO 10140-1; 2021. *Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 1: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte*
- [8] DWD: Unwetterklimatologie: Starkregen, 2022.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/unwetterklima/starkregen/starkregen_node.html,
abgerufen am: 17.08.2022
- [9] DWD: Warnkriterien, 2022.
https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen_aktuell/kriterien/warnkriterien.html, abgerufen
am: 17.08.2022
- [10] MeteoSchweiz: Starkniederschläge, 2022.
[https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-
detail/starkniederschlaege.html#](https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/starkniederschlaege.html#), abgerufen am: 17.08.2022
- [11] APCC (2018): Österreichischer Special Report. Gesundheit, Demographie und Klimawandel (ASR18). Final Report. Wien, Österreich: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 2018
- [12] ZAMG: Starkniederschlag, 2022.
[https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-
klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag](https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag), abgerufen am: 17.08.2022
- [13] Hochschalldämmende Außenbauteile aus Holz. Forschungsbericht, Holtz, F., Rabold, A., Hessinger, J. u. Buschbacher, H. P., Rosenheim 2004
- [14] Rabold, A. u. Jehl, W.: Einfluss unterschiedlicher Dachdeckungen auf die Schalldämmung von Steildächern. Bauphysik 32 (2010) 5, S. 327–329
- [15] DIN 4109-33; 2016. *Schallschutz im Hochbau - Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau*

- [16] Schallschutz von geneigten Dächern und Dachflächenfenstern, Abschlussbericht Forschungsarbeit, Sälzer, E. u. Maack, J., Stuttgart 2008
- [17] Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessung. Holzbau Handbuch 3/3/1, Blödt, A., Rabold, A. u. Halstenberg, M., Berlin 2019
- [18] Müllner, H.: Ergebnisse, Messung der Schalldämmung von diversen Dachkonstruktionen. Bericht Steinbacher Dämmstoff GmbH VA AB 12470. Wien 2016