



NEUE ERKENNTNISSE ZU HOLZFASSADEN – HINTERGRÜNDE

Feuchteresistenz – Schallschutz – Sommerlicher Wärmeschutz



Neue Erkenntnisse zu Holzfassaden – Hintergründe

Feuchteresistenz – Schallschutz – Sommerlicher Wärmeschutz

Autor:innen

Dr. Bernd Nusser, Dr. Martin Felhofer, DI (FH) Christina Fürhapper, DI Claudia Koch,
Dr. Christian Lux, Mara Schumacher M.Sc., DI Johannes Tieben,
Dipl.-HTL-Ing. Michael Truskaller

Fördergeber

Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Beteiligte Verbände und Firmen

Bundesgremium des Baustoff-, Eisen- und Holzhandels
Bundesinnung Holzbau
Fachverband der Holzindustrie Österreich
Österreichischer Fertighausverband
Verband der Europäischen Hobelindustrie

ARWAG Wohnpark Errichtungs-, Vermietungs- und Beteiligungsgesellschaft m.b.H.
J. u. A. Frischeis GmbH
Getzner Werkstoff GmbH
MIGRA Gemeinnützige Wohnungsges.m.b.H.
Osmo Holz und Color GMBH & Co KG
Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH
SIHGA GmbH
Stora Enso WP Bad Sankt Leonhard GmbH
Weiss GmbH
Weissenseer Holz-System-Bau GmbH

Wien, Juli 2024

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	5
1 Maßnahmen zur Verbesserung der Feuchteresistenz.....	7
1.1 Bei offener Fassade keine Fassadenbahn direkt hinter der Fassadenschalung	8
1.2 Keine Nageldichtung hinter der Lattung erforderlich	10
1.3 Wasserableitung in und aus der Fassade beachten	12
1.4 Längsstöße bei Fassadenbrettern exakt planen und ausführen.....	13
1.5 Unbeschichtete verzinkte Bleche oder Zinkbleche bei Holzfassaden vermeiden	15
2 Maßnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes	17
2.1 Geschlossene hinterlüftete Fassaden meist günstiger	18
2.2 Bei Kreuzlattung die Traglattung nicht durchschrauben.....	19
2.3 Lattung mit Vollgewindeschrauben am tragenden Wandbildner befestigen	20
2.4 Kreuzlattung kann Vor- und Nachteile bringen	21
2.5 Teildämmung des Hinterlüftungsspalts verbessert die Schalldämmung.....	23
3 Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Überwärmung in Innenräumen.....	25
3.1 Geschlossene Fassaden mit einer Hinterlüftung, nicht mit einer Belüftung oder einer stehenden Luftschicht ausführen	26

3.2	Hinterlüftungsspalt von mindestens 3 cm an der engsten Stelle einplanen	28
3.3	Zu- und Abluftöffnungen mit einem freien Querschnitt von mind. 150 cm²/lfm sicherstellen.....	29
3.4	Helle Beschichtungen erwärmen die Fassaden weniger.....	30
3.5	Unbehandeltes vergrautes Holz erwärmt sich ähnlich stark wie eine dunkel beschichtete Oberfläche	32
3.6	Fassadenbahnen sollten selbst bei offenen Fassaden stets beschattet werden.....	33
4	Literaturverzeichnis	35

Einleitung

Der Klimawandel und die damit steigenden Temperaturen rücken den sommerlichen Wärmeschutz von Gebäuden zunehmend in den Fokus. Vor diesem Hintergrund hat sich die Holzforschung Austria gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Handwerk (siehe Seite 1) im Rahmen des zweijährigen FFG-Forschungsprojekts *"Coole Hülle - Hinterlüftete Holzfassaden im Spannungsfeld zwischen Klimawandel und Technik"*, das im Herbst 2023 erfolgreich abgeschlossen wurde, intensiv mit diesem Themenkomplex auseinandergesetzt. Übergeordnetes Ziel des Projekts war es, den Einfluss des Klimawandels auf das sommerliche Raumklima durch den Einsatz von Holzfassaden zu minimieren. Darüber hinaus wurden Aspekte zur Optimierung des Schallschutzes und zur Erhöhung der Feuchteresistenz von Holzfassaden untersucht.

Praxisrelevante Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt wurden bereits in der Zeitschrift *„Holzbau - die neue quadriga“* in drei Teilen veröffentlicht. In Heft 5/2023 (Nusser et al. 2023) wurden die Ergebnisse zum Schallschutz, in Heft 6/2023 (Schumacher et al. 2023) die Ergebnisse zum Wärmeschutz und in Heft 1/2024 (Koch et al. 2024) die Ergebnisse zur Feuchteresistenz vorgestellt.

Das vorliegende Dokument fasst die umfangreichen Ergebnisse des zweijährigen Projekts anschaulich zusammen und erläutert die Hintergründe der Handlungsempfehlungen, die kompakt auf zwei Seiten veröffentlicht wurden und auf der Webpage der Holzforschung Austria zum [Download](#) zur Verfügung stehen. Diese neuen Empfehlungen ergänzen die bisherigen Konstruktionsempfehlungen, die auf der Grundlage umfangreicher Untersuchungen in früheren Forschungsprojekten nach den Grundsätzen des konstruktiven Holzschutzes erarbeitet und veröffentlicht wurden. Als verlässliche Informationsquelle zum Stand der Technik wird auf das Fachbuch *"Fassaden aus Holz"* (Schober et al. 2018) verwiesen.

Wir danken den beteiligten Verbänden:

Bundesgremium des Baustoff-, Eisen- und Holzhandels
Bundesinnung Holzbau
Fachverband der Holzindustrie Österreich
Österreichischer Fertighausverband
Verband der Europäischen Hobelindustrie
sowie 9 Wirtschaftsunternehmen (siehe Seite 1).

Kontakt:

Holzforschung Austria
hfa@holzforschung.at
Tel.: +43/1/798 26 23-0



1 Maßnahmen zur Verbesserung der Feuchteresistenz

Neue Anforderungen an Holzfassaden

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an Holzfassaden deutlich verändert. Kubische Gebäudeformen sind ein wichtiges Ausdrucksmittel moderner Architektur geworden. Dachüberstände sind bei Flachdächern mit Attika obsolet und wurden selbst bei Satteldächern kontinuierlich reduziert oder werden heute oft gänzlich weggelassen (siehe Abbildung 1). Gleichzeitig gewinnen bei Holzfassaden Ausführungen mit offenen Fugen – so genannte „offene Fassaden“ – an Bedeutung. Die Abstände zwischen Brettern oder Latten werden dabei immer größer. Derartige Fassaden bieten naturgemäß weniger Schutz für die dahinterliegenden Bauteilschichten im Vergleich zu geschlossenen Holzfassaden, beispielsweise Nut- und Feder-Schalungen (siehe Abbildung 2). Zudem wird bei dieser Art von Fassaden bewusst auf den Vorteil der zweiten Ebene verzichtet, wie sie bei klassischen geschlossenen Holzfassaden durch eine dahinterliegende zweite wasserführende Ebene in Form einer Fassadenbahn oder eines geeigneten Plattenwerkstoffs gegeben ist (Hill et al. 2022).

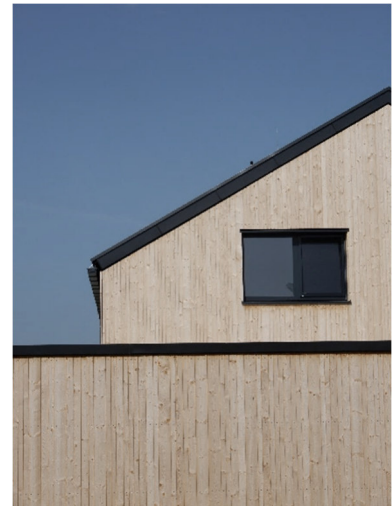


Abbildung 1: Moderne Holzfassade

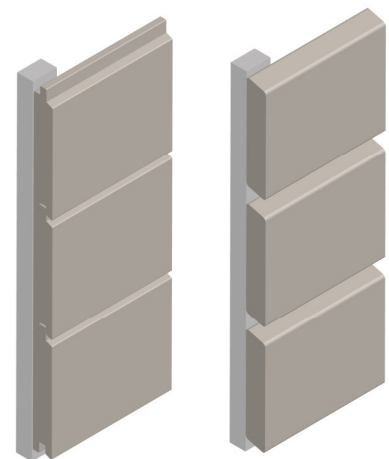


Abbildung 2: Vergleich geschlossene (links) und offene Fassade (rechts)

Diese Entwicklungen haben zu neuen Fragen geführt, die in dem Projekt beantwortet werden sollten. Ziel war es, das Feuchteverhalten verschiedener Konstruktionsdetails sowie den Einfluss von Schlagregen zu untersuchen. Dazu wurden verschiedene Fassadensysteme unter periodischer Beregnung und Trocknung beobachtet. Die Festlegung des Prüfzyklus erfolgte auf Basis von realen Messdaten, welche am Forschungshaus in Stetten erhoben wurden. Vorversuche dienten der Evaluierung der Daten und der Optimierung des Zyklus. Der festgelegte Prüfzyklus umfasste eine Beregnung der Fassadenelemente über 24 Stunden, eine anschließende Trocknungsphase von 72 Stunden bei 20 °C und 60 % relativer Luftfeuchtigkeit sowie fünf Wiederholungen. An den fünften Zyklus wurde eine Rücktrocknungsphase von etwa 16 Tagen angeschlossen. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse und Hintergründe zur Feuchteresistenz kompakt zusammengefasst.

Es ist anzumerken, dass Konstruktionsfehler, die zu einer langfristigen Durchfeuchtung führen, nicht durch andere Maßnahmen, wie z.B. die Verwendung von Hölzern mit hoher natürlicher Dauerhaftigkeit, ausgeglichen werden können. Solche Fehler können zu Fäulnis und einer verkürzten Lebensdauer führen.

1.1 Bei offener Fassade keine Fassadenbahn direkt hinter der Fassadenschalung

1.1.1 Fragestellung

Ist es insbesondere bei offenen Fassaden sinnvoll, eine Fassadenbahn direkt an der Rückseite der Fassadenschalung zu verlegen?

1.1.2 Antwort

Eine direkt an der Rückseite der Fassadenschalung verlegte Fassadenbahn wird nicht empfohlen, da sich diese hinsichtlich des konstruktiven Holzschutzes nachteilig auswirkt. Sie führt zu Feuchteansammlungen und Verformungen.

1.1.3 Begründung

In einigen Fällen wird bei offenen Fassaden die Verwendung einer Fassadenbahn direkt hinter den Fassadenbrettern in Erwägung gezogen, um eine gleichmäßige, dunkle Fugenoptik zu erzielen, in der keine Unterkonstruktionshölzer sichtbar sind. Die aktuellen Ergebnisse bestätigen das, was bereits in der Praxis beobachtet wurde: Eine Fassadenschalung unmittelbar auf einer Fassadenbahn anzubringen (siehe Abbildung 3) führt zu Feuchteansammlungen an der Rückseite der Fassadenbretter.

Obwohl die Fassadenschalung ohne direkt dahinter angebrachter Fassadenbahn während der Beregnungsphase etwas stärker befeuchtet wird, erfolgt die Trocknung während der 72-stündigen Rücktrocknungsphase deutlich schneller (Abbildung 3, rote Kurve).

Im Gegensatz dazu trocknen die Fassadenbretter mit einer direkt auf der Rückseite anliegenden Fassadenbahn während des Bewitterungsversuchs signifikant langsamer. Dies führt dazu, dass die Holzfeuchtigkeit erst am Ende des 4-tägigen Zyklus die kritische Schwelle von 20 % unterschreitet (Abbildung 3, blaue Kurve). Das eingeschränkte Trocknungsverhalten wird besonders deutlich nach dem fünften Zyklus. In der abschließenden Abtrocknungsphase nähern sie die beiden Feuchteverläufe nur langsam an.

Weiters führt die länger anhaltende erhöhte Holzfeuchtigkeit an der Brettrückseite zu teils massiven Verformungen (Schüsselungen) der Fassadenbretter weg von der Fassadenbahn bis hin zum Schraubenabriss (Abbildung 4). Auch Rissbildung im Holz ist aufgrund der entstehenden Spannungen in den Fassadenbrettern möglich (Jakiela et al. 2008).

Diese Feuchteansammlungen können zu Staunässe führen, welche das Wachstum von holzerstörenden Pilzen begünstigen und Fäulnisschäden verursachen können. Diese Ausführung widerspricht zudem den Prinzipien des konstruktiven Holzschutzes, welche darauf abzielen, Kapillarfugen zu vermeiden. Weiters kann eine an dieser Stelle verlegte Fassadenbahn auch nicht die Funktion des winddichten Wandabschlusses sowie der

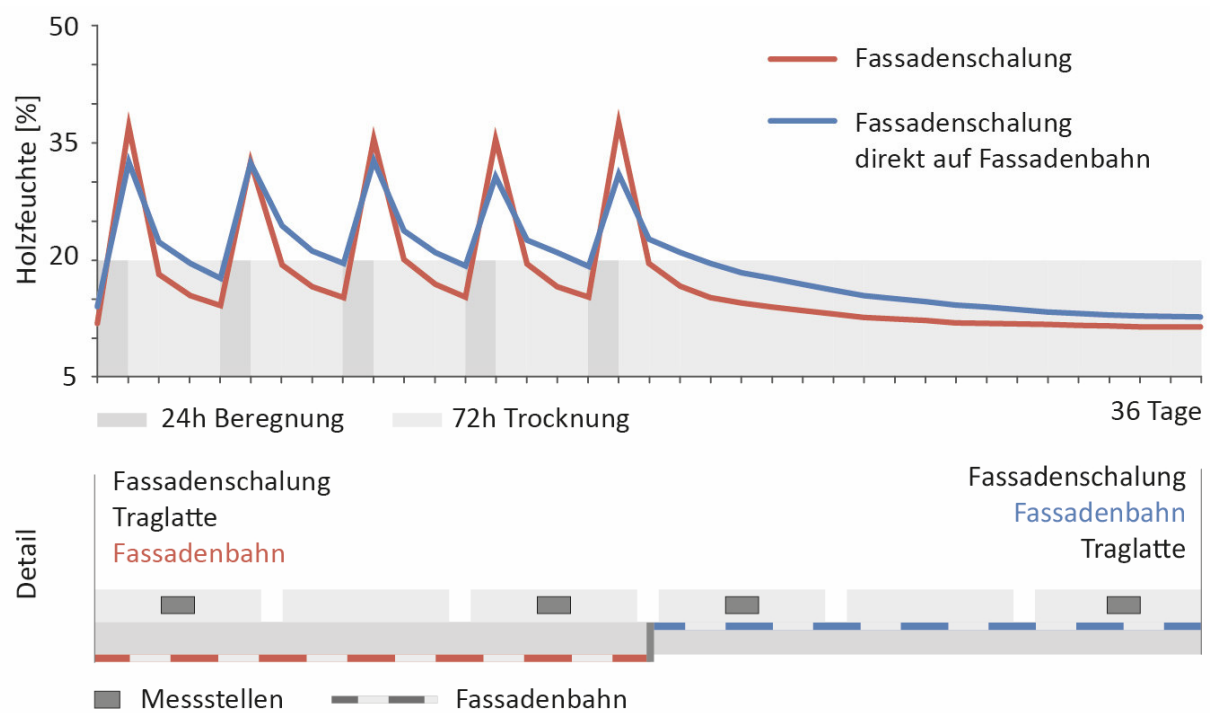


Abbildung 3: Holzfeuchteverlauf im Bewitterungsversuch in der Fassadenschalung mit und ohne direkt an der Schalungsrückseite anliegender Fassadenbahn. Das Diagramm zeigt den Holzfeuchteverlauf über den gesamten Versuchszeitraum mit fünf Zyklen zu je einer 24-stündigen Beregnungsphase (dunkelgrau) und einer 72-stündigen Trocknungsphasen (hellgrau) sowie der Rücktrocknungsphase am Ende. Unten die Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus.

eigentlichen wasserführenden Ebene erfüllen. Um eine optisch ansprechende schwarze Fuge zu erzielen, können die Unterkonstruktionslatten beispielsweise mit einer geeigneten schwarzen Beschichtung versehen werden (siehe Abbildung 5).



Abbildung 4: Durch die Bewitterung verformte (geschüsselte) Bretter beim Versuchsaufbau mit direkt an der Brettrückseite anliegender Fassadenbahn.



Abbildung 5: Fassade mit offenen Fugen mit ca. 10 mm Breite, in denen die schwarz gestrichen Traglatten nicht erkennbar sind

1.2 Keine Nageldichtung hinter der Lattung erforderlich

1.2.1 Fragestellung

Ist bei Holzfassaden, insbesondere bei offenen Fassaden, für eine ausreichende Regensicherheit eine Nageldichtung (Dichtbänder oder Dichtmasse) zwischen Trag- bzw. Konterlattung und Fassadenbahn auf dem Wandbildner erforderlich?

1.2.2 Antwort

Für die ausreichende Regensicherheit ist eine Pressung der Trag- oder Konterlatte durch die Verschraubung oder Nagelung auf die Fassadenbahn am tragenden Wandbildner ausreichend.

1.2.3 Begründung

Die Nageldichtung (Dichtband oder Dichtmasse) unter Konterlatten ist bei Dächern Stand der Technik. Ob dies bei offenen Fassaden bei Trag- oder Konterlatten, die direkt auf einer Fassadenbahn liegen, ebenfalls erforderlich ist, wurde in den letzten Jahren immer wieder hinterfragt, obwohl bisher keine Schadensfälle bekannt sind, die auf einen Wassereintritt in diesem Bereich hindeuten (Abbildung 6a). Allerdings fehlten bisher Untersuchungsergebnisse dazu.

Die nun vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass der hinter der Fassadenbahn liegende Wandbildner während der Zyklen keine erhöhten Holzfeuchtwerte aufweist. Auch nach mehreren Beregnungs- und Trocknungszyklen blieb die Fassadenbahn bei üblicher Befestigung (verschraubt) ausreichend regensicher. Die Feuchteverläufe der Variante ohne Nageldichtband unterschieden sich nur geringfügig von denen der Variante mit Nageldichtband (Abbildung 6b).

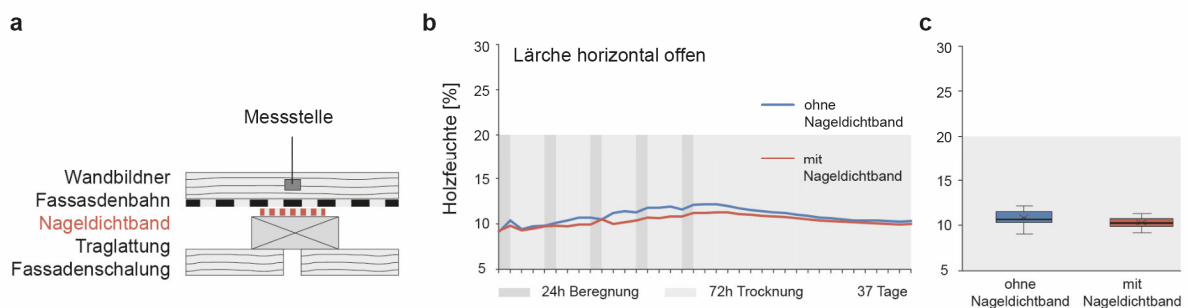


Abbildung 6: Holzfeuchteverlauf des Wandbildners während eines Bewitterungsversuchs an offenen Fassaden, mit und ohne Nageldichtband zwischen Traglattung und Wandbildner. (a) Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus. (b) Diagramm zeigt den Holzfeuchteverlauf über den gesamten Versuchszeitraum mit fünf Zyklen zu je einer 24-stündigen Beregnungsphase (dunkelgrau) und einer 72-stündigen Trocknungsphasen (hellgrau) sowie der Rücktrocknungsphase am Ende. (c) Boxplots zeigen die mittlere Holzfeuchteverteilung und verdeutlichen die geringen Unterschiede.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Nageldichtband keinen signifikanten Einfluss auf die mittlere Holzfeuchte hat, da diese in einem ähnlichen Bereich von ca. 12 % liegt (Abbildung 6c).

Für eine ausreichende Regensicherheit reicht es daher aus, wenn die Trag- oder Konterlatte durch Verschrauben oder Vernageln mit der Fassadenbahn am tragenden Wandbildner verpresst wird.

1.3 Wasserableitung in und aus der Fassade beachten

1.3.1 Fragestellung

Sollen horizontale Traglatten bei offenen Fassaden oberseitig abgeschrägt werden?

1.3.2 Antwort

Bei offenen Fassaden benötigen horizontale Traglatten oberseitig eine Abschrägung weg von der Fassadenschalung in eine Entwässerungsebene von mindestens 1 cm.

1.3.3 Begründung

Bei Fassaden mit offenen Fugen stellt die Unterkonstruktion ebenso wie die Fassadenschalung eine bewitterte Bauteilschicht dar und der Wasserablauf muss entsprechend geplant werden. Eine möglichst schnelle und ungehinderte Wasserableitung ist entscheidend für eine zügige Rücktrocknung und die Vermeidung von Feuchtenestern.

In den Versuchen zeigte sich, dass eine zur Fassadenschalung hin abgeschrägte Traglatte sowohl in der Fassadenschalung als auch in der Unterkonstruktion zu vergleichsweise höherer Holzfeuchtigkeit führt (Abbildung 7, blaue Kurve). Diese Variante birgt zudem die Gefahr von Schmutzansammlungen im Bereich der Kontaktfläche, was wiederum zu lokal erhöhter Holzfeuchtigkeit und verlängerten Trocknungszeiten führt.

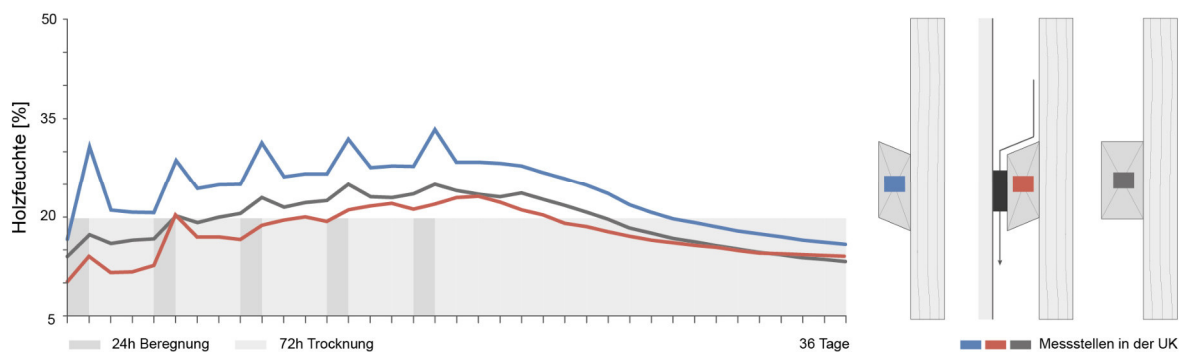


Abbildung 7: Holzfeuchteverlauf im Bewitterungsversuch in horizontalen Traglatten bei einer offenen Fassade mit unterschiedlicher Ausführung der Traglattenoberseite

Im Gegensatz dazu ist bei einer von der Fassadenschalung weg geneigten Traglatte die Feuchtigkeitsaufnahme geringer und die Trocknungszeit kürzer (Abbildung 7, rote Kurve). Diese Unterschiede lassen sich auf die verbesserte Wasserableitung weg von den Knotenpunkten zurückführen. Der Feuchteverlauf ohne Gefälle der Traglattenoberseite liegt zwischen den beiden anderen (Abbildung 7, graue Kurve). Daher ist die Traglatte mit Abschrägung weg von der Fassadenschalung in eine Entwässerungsebene von mindestens 1 cm die empfohlene Ausführung.

Diese Empfehlung bezieht sich ausdrücklich auf offene Fassaden. Bei geschlossenen Fassaden mit einzelnen offenen Fugen, z.B. im Bereich von offenen horizontalen Generalstößen (siehe Abschnitt 1.4), ist eine Abschrägung der Traglattenoberseite aufgrund der deutlich geringeren anfallenden Wassermenge nicht erforderlich, aber natürlich auch nicht nachteilig.

Eine andere Möglichkeit zur Sicherstellung einer raschen Wasserableitung besteht in einer Drainageebene direkt an der Rückseite der Fassadenschalung, z.B. durch punktuelle Unterlegung der Fassadenschalung.

1.4 Längsstöße bei Fassadenbrettern exakt planen und ausführen

1.4.1 Fragestellung

Wie können Längsstöße bei Fassadenbrettern ausgeführt werden, ohne die zu erwartende Lebensdauer der Fassade zu beeinträchtigen?

Kann das obligatorische Geschoßtrennblech (Z-Blech) beim Generalstoß vertikaler Fassadenbretter entfallen?

1.4.2 Antwort

In Ergänzung zu den bekannten Längsstoßvarianten können Fassadenbrettlängsstöße wie folgt ausgeführt werden:

- Generalstoß oder versetzt angeordneter Stoß mit 1 cm Fuge auf **einer** Traglatte (8 – 12 cm breit) bei vertikalen und horizontalen Fassaden; vertikale Brettenden ca. 15° schräg geschnitten
- Generalstoß oder versetzt angeordneter Stoß mit 1 cm Fuge auf **zwei** Traglatten (4 – 8 cm breit) bei vertikalen und horizontalen Fassaden; vertikale Brettenden ca. 15° schräg geschnitten
- einzelne fliegende Stöße (kein Generalstoß oder versetzt angeordneter Stoß) sind nur bei horizontalen Nut- und Feder-Schalungen empfohlen

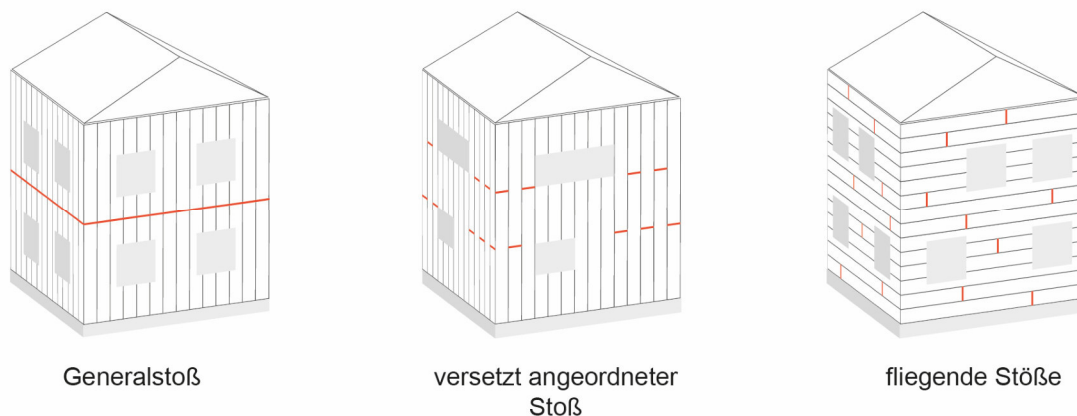


Abbildung 8: Verschiedene Stoßausbildungen bei Holzfassaden

1.4.3 Begründung

Bisher wurde für Fassadenhöhen, die die maximale Brettlänge überschreiten, generell die Ausführung eines Generalstoßes mit Z-Blech empfohlen. Diese Methode bietet aufgrund des optimalen konstruktiven Schutzes für das Hirnholz die technisch beste und sicherste Stoßausführung. Jedoch wird dies aus architektonischen Gründen oft nicht favorisiert (Rüther und Time 2015). Daher war das Ziel der aktuellen Untersuchungen, alternative Lösungen zu entwickeln, die die Fuge optisch weniger betonen und dennoch möglichst geringe Nachteile in Bezug auf die Lebensdauer mit sich bringen.

Die Bewitterungsuntersuchungen haben gezeigt, dass eine schadensträchtige Erhöhung der Holzfeuchtigkeit in der Unterkonstruktion vor allem bei stumpfen, hinterlegten Stößen zu befürchten ist. Offene Stöße ermöglichen sowohl auf zwei Traglatten als auch auf einer Traglatte eine ausreichend schnelle Abtrocknung.

Abbildung 9 zeigt den Vergleich zwischen einem stumpfen, hinterlegten Stoß und einem offenen, hinterlegten Stoß jeweils bei einer geschlossenen, horizontalen und einer geschlossenen, vertikalen Fassade. Die für die ordnungsgemäße Befestigung der Fassadenbretter erforderliche größere Breite der Traglatte im Stoßbereich hat bis zu einer Breite von 12 cm keinen nachteiligen Effekt auf das Feuchteverhalten. Der Mindestabstand der Schrauben zum Brettende beträgt 2 cm, um Rissbildung zu vermeiden; die Schrauben sollten vorgebohrt werden. Bei vertikalen Fassaden sind die Brettenden schräg zu schneiden. Die Fassadenbretter trocknen auch in unmittelbarer Nähe zum Stoßbereich im Normalfall rasch genug aus, sodass keine Staunässe entsteht und somit auch keine Gefahr von Fäulnis besteht.

Jedenfalls sind Längsstöße frühzeitig im Bauprozess zu thematisieren und unter Berücksichtigung von Gebäudehöhe, verfügbarer Fassadenbrettlänge und architektonischen Anforderungen zu planen.

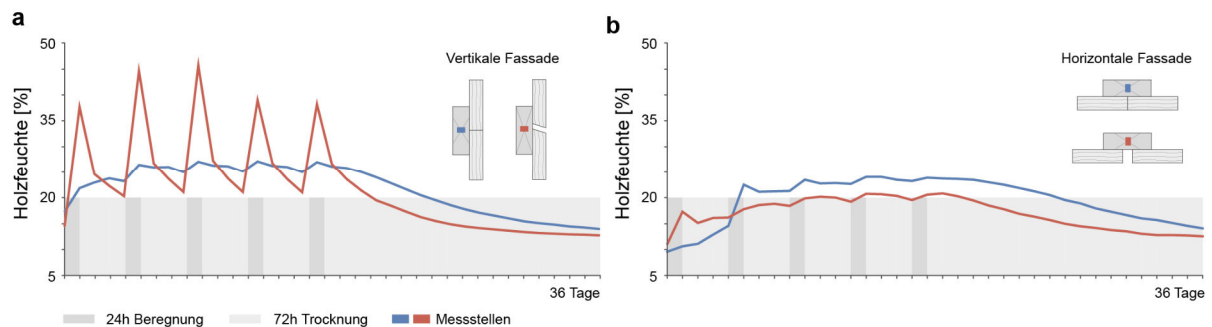


Abbildung 9: Holzfeuchteverlauf im Bewitterungsversuch in der Traglatte bei Ausführung von stumpfen, hinterlegten und offenen, hinterlegten Stößen bei einer geschlossenen Fassade. (a) Vertikale Fassade mit horizontalen Traglatten (b) Horizontale Fassade mit vertikalen Traglatten

1.5 Unbeschichtete verzinkte Bleche oder Zinkbleche bei Holzfassaden vermeiden

1.5.1 Fragestellung

Können Zinkbleche oder unbeschichtete verzinkte Bleche beispielsweise als Geschoßtrennblech, Brandschutzabschottung oder Fensterbank an Holzfassaden eingesetzt werden?

1.5.2 Antwort

Unbeschichtete verzinkte Bleche sind aufgrund ihres Korrosionspotentials für Holzfassaden aus extraktstoffreichen Holzarten nicht geeignet, wenn über das Holz ablaufendes Wasser in Kontakt mit dem Blech kommen kann. Aus ökologischen Gründen wird generell von unbeschichteten verzinkten Blechen oder Zinkblechen abgeraten, da Zink freigesetzt wird.

1.5.3 Begründung

In der Praxis kommt es an Verblechungen innerhalb von Fassadenelementen, so wie sie z.B. im Zusammenhang mit Brandschutzabschottungen ausgeführt werden, fallweise zu Korrosionserscheinungen. In umfangreichen Freiland- und eigens dafür entwickelten beschleunigten Laborversuchen wurde erforscht, bei welchen konkreten Holz-/Metallkombinationen es zu Korrosionseffekten am Metall kommen kann. Hierzu wurde sowohl das Beregnungswasser hinsichtlich der Freisetzung spezifischer Metallionen analysiert als auch

eine kontinuierliche Inspektion von Veränderungen den Metalloberflächen vorgenommen (siehe Abbildung 10).

Die Untersuchungen zeigten, dass Kombinationen aus extraktstoffreichen Hölzern (wie beispielsweise Lärche oder Eiche) und unbeschichteten, verzinkten Blechen zum Auftreten von Korrosion führen können (Abbildung 10b). Durch die entwickelte Schnellmethode konnte darüber hinaus das Korrosionsverhalten spezifischer Materialkombinationen erfolgreich prognostiziert werden (Abbildung 10c). Auf Basis der Untersuchungen wird empfohlen, unbeschichtete, verzinkte Bleche oder Zinkbleche an Holzfassaden zu vermeiden.

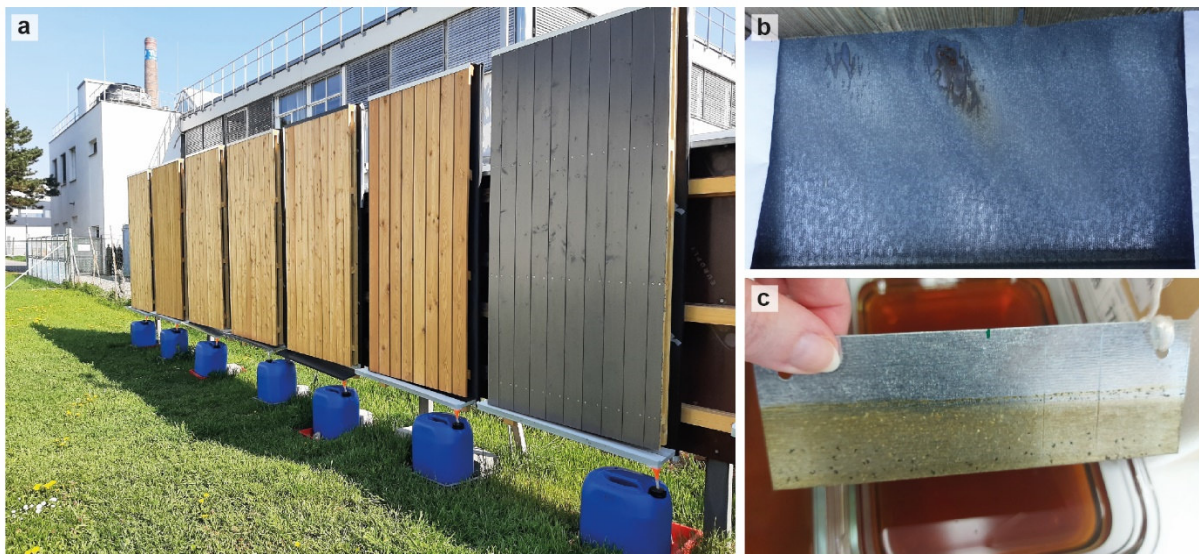


Abbildung 10: (a) Freilandversuch (b-c) Korrosion an einem unbeschichteten, verzinkten Blech in Kombination mit Lärche, (b) nach 15 Monaten in der Freilandbewitterung und (c) nach 28 Tagen im Schnellbewitterungslaborversuch

2 Maßnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes

Werden hinterlüftete Fassaden hinsichtlich ihrer Feuchteresistenz oder ihres sommerlichen Wärmeschutzes modifiziert, darf sich daraus kein Nachteil für den Schallschutz der Außenwände ergeben. Um dies sicherzustellen und ein mögliches bauakustisches Verbesserungspotential von hinterlüfteten Fassaden zu eruieren, wurden im Forschungsprojekt umfassende Schallmessungen im Akustik Center Austria durchgeführt. Abbildung 11 zeigt eine Innenansicht des Akustik Center Austria, welches von der Holzforschung Austria in Kooperation mit dem Technologischen Gewerbemuseum (tgm) betrieben wird. Untersucht wurden Grundwände in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise mit geschlossenen und offenen Holzfassadensysteme in verschiedenen Variationen.



Abbildung 11: Innenansicht des Akustik Center Austria in welchem die Fassadensysteme auf ihr bauakustisches Verhalten hin untersucht wurden (© ACR/schewig-fotodesign).

Zur einfachen Beschreibung der Luftschalldämmung eines Bauteils hat sich in den D-A-CH-Ländern die Verwendung des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w etabliert. Es hat sich jedoch gezeigt, dass zwischen dem subjektiven Empfinden der Schalldämmung und der objektiven Beurteilung eines Bauteils durch den reinen R_w -Wert häufig eine schlechte Korrelation besteht. Um diese Situation zu verbessern, können normativ definierte Spektrum-Anpassungswerte mitberücksichtigt werden. Dadurch werden Frequenzspektren bestimmter Geräusche, wie z. B. der tieffrequente Anteil von Straßenverkehr, besser bei der objektiven Beschreibung der Schalldämmung eines Bauteils berücksichtigt. Gemäß Hörversuchen in Finnland (Hongisto et al. 2018), sollten zur korrekten Beschreibung der subjektiven Wahrnehmung der Schalldämmung einer Außenwand je nach Verkehrsart entweder der $R_w + C_{tr,50-5000}$ -Wert („tr“ für traffic, Hauptlärm durch schwere, langsame Fahrzeuge) oder der $R_w + C_{50-5000}$ -Wert (Lärm durch allgemeinen Straßenverkehr) verwendet werden. Dass die angeführten Spektrum-Anpassungswerte auch wirklich das subjektive Empfinden bauweisenneutral widerspiegeln, wird in der wissenschaftlichen Welt allerdings noch kontrovers diskutiert (Chmelík et al. 2020;

Scrosati et al. 2019). Um dennoch eine erste Orientierung zur subjektiv empfundenen Schalldämmung der untersuchten Außenwände zu bekommen, werden im Weiteren neben den R_w -Werten auch die $R_w + C_{50-5000}$ - und $R_w + C_{tr,50-5000}$ -Werte der Wände mit aufgelistet.

Da der Fokus des Forschungsprojekts auf den Fassadensystemen lag, wurden auf der Innenseite der verwendeten Grundwände keine weiteren Schichten wie Gipsplattenbeplankungen, Installationsebenen oder Vorsatzschalen aufgebracht. Die Schalldämm-Maße der untersuchten Wandvarianten werden beim Anbringen weiterer innenseitiger Schichten – vor allem bei den Holzrahmenwänden – somit höher ausfallen als nachfolgend gezeigt. In (Nusser et al. 2020) und (Ferk et al. 2020) kann nachgelesen werden, wie sich zusätzliche Schichten bei Außenwänden in Holzbauweise bauakustisch auswirken.

Im Folgenden werden die wesentlichsten, baupraktisch relevanten Forschungsergebnisse zum Schallschutz mit Holzfassaden aufgeführt.

2.1 Geschlossene hinterlüftete Fassaden meist günstiger

2.1.1 Fragestellung

Macht es aus schallschutztechnischer Sicht einen Unterschied ob ich eine offene oder eine geschlossene Holzfassade ausführe?

2.1.2 Antwort

Ja, bei einer Holzrahmenwand kann mit einer geschlossenen Fassade ein bis zu 4 dB höheres bewertetes Schalldämm-Maß erreicht werden als mit einer offenen Fassade.

2.1.3 Begründung

Anhand von Abbildung 12 wird der Einfluss der Fassadenart auf die Schalldämmung einer Holzrahmen- bzw. einer Holzmassivwand ersichtlich. Wie sich zeigt, führt eine geschlossene Fassade im Frequenzbereich > 500 Hz bei beiden Wänden zu höheren Schalldämm-Maßen als eine offene Fassade. Dabei sind die Unterschiede bei der Holzrahmenwand deutlich stärker ausgeprägt als bei der Brettsperrholzwand (BSP). Im Frequenzbereich unter 500 Hz werden mit der offenen Fassade in einigen Terzen hingegen bessere Schalldämm-Maße erreicht als mit der geschlossenen Fassade. Der Grund hierfür dürfte in den unterschiedlichen Eigenfrequenzen der Fassaden liegen, worauf Schwingungsmessungen mittels Laser-Doppler-Vibrometer hindeuten.

Wie die Legende der linken Grafik in Abbildung 12 zeigt, wurde mit der offenen Fassade auf einer Holzrahmenwand ein R_w -Wert von lediglich 38 dB erreicht. Um damit beispielsweise die österreichische Mindestanforderung von $R_w = 43$ dB zu erreichen sind innenseitig jedenfalls Zusatzmaßnahmen notwendig (z. B. eine 60 mm Lattung mit 2 x 12,5 mm GKF oder besser

Federschienen mit 2 x 18 mm GKF, vgl. (Nusser et al. 2023)). Auch bei der geschlossenen Fassade auf der Holzrahmenwand sollte innenseitig zumindest noch eine, besser zwei Lagen GKF aufgebracht werden. Die BSP-Wände schneiden bei beiden Fassadenarten deutlich besser ab, wobei die offene Fassade tieffrequent Vorteile mit sich bringt, was auch die $R_w + C_{50-5000}$ und $R_w + C_{tr,50-5000}$ Werte in der Legende der rechten Grafik verdeutlichen. Anzumerken ist hierbei, dass bei den BSP-Wänden auf der Dämmebene lediglich eine Fassadenbahn aufgebracht war. Wird auf der Dämmebene eine MDF oder ein anderer Plattenwerkstoff aufgebracht, ändert sich auch das bauakustische Verhalten der Wand. Die Daten der BSP-Wände sind somit nicht 1:1 auf Varianten mit Plattenwerkstoffen im Hinterlüftungsspalt übertragbar.

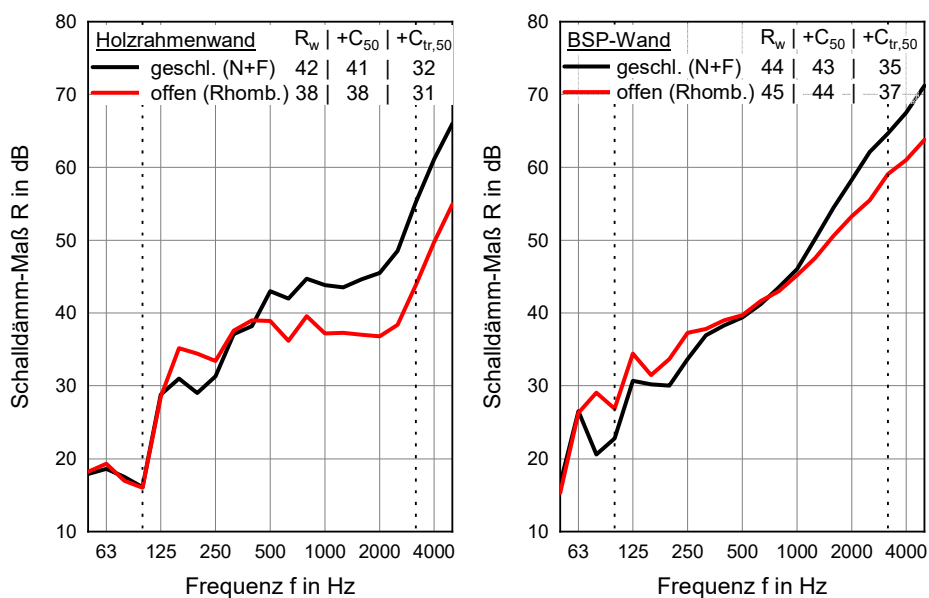


Abbildung 12: Einfluss der Fassadenart, geschl. (N+F): geschlossene Fassade mit Nut+Feder-Brettern; offen (Rhomb.): offene Fassade mit Rhombusleisten Links: Holzrahmenwand, Rechts: BSP-Wand; Einzahlkennwerte R_w , $R_w + C_{50-5000}$ und $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB in den Legenden

2.2 Bei Kreuzlattung die Traglattung nicht durchschrauben

2.2.1 Fragestellung

Macht es aus schallschutztechnischer Sicht einen Unterschied ob ich die Traglattung bei einer zweilagigen Unterkonstruktion (Kreuzlattung) bis in die Grundwand verschraube oder nicht?

2.2.2 Antwort

Ja, wird die Traglattung nur in die Konterlattung und nicht bis in die Grundwand geschraubt, sind Verbesserungen im bewerteten Schalldämm-Maß von bis zu 2 dB möglich. Die Traglattung sollte dabei möglichst zwischen den Verschraubungspunkten der Konterlattung angeordnet werden. Achtung: aus statischen Gründen ist ggf. eine dickere Konterlattung notwendig.

2.2.3 Begründung

Um die Fassade bestmöglich von der Grundwand zu entkoppeln, ist es wichtig, dass die Traglattung nur mit der Konterlattung verschraubt wird und nicht mit der Grundwand. Ansonsten erhöht sich die Anzahl der Schallbrücken zur Grundwand deutlich. Abbildung 13 zeigt, wie solche zusätzlichen Schallbrücken die Schalldämmung der Wand zwischen 250 Hz und 2000 Hz deutlich verschlechtern.

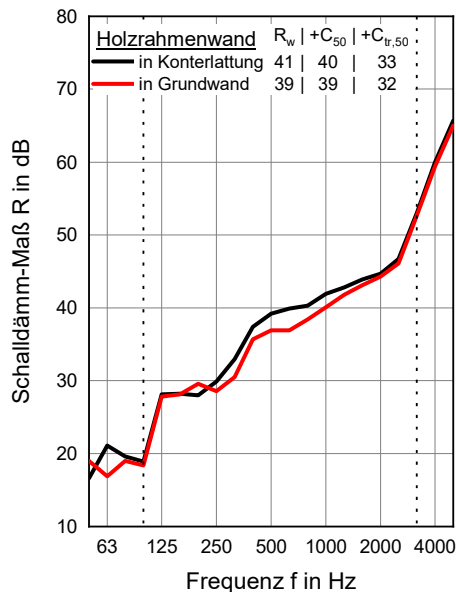


Abbildung 13: Einfluss der Verschraubungstiefe der horizontalen Traglattung (Traglattung zwischen den Verschraubungspunkten der Konterlattung) bei geschlossener vertikaler Fassade

Um die Entkoppelung der Fassade bestmöglich umzusetzen sollte die Traglattung zwischen den Verschraubungspunkten der Konterlattung angebracht werden, so erhöht sich die Schalldämmung der Außenwand im mittleren Frequenzbereich um bis zu 4 dB.

Wichtig: Kann nicht sichergestellt werden, dass die Traglattung lediglich in der Konterlattung verankert wird (und diese Verschraubung statisch ausreicht → ggf. dickere Konterlattung wählen), sollte die Traglattung direkt neben den Verschraubungspunkten der Konterlattung platziert werden. Aus bauakustischer Sicht gilt generell, je weniger Verschraubungen der Fassade mit der Grundwand desto besser.

2.3 Lattung mit Vollgewindeschrauben am tragenden Wandbildner befestigen

2.3.1 Fragestellung

Macht es aus schallschutztechnischer Sicht einen Unterschied, mit welcher Schraubenart ich die Lattung an der Grundwand befestige?

2.3.2 Antwort

Ja, Vollgewindeschrauben bewirken einen geringeren Anpressdruck und damit eine geringere Schallbrücke, Verbesserungen im bewerteten Schalldämm-Maß von bis zu 1 dB sind möglich.

2.3.3 Begründung

Wird die Unterkonstruktion der Fassade stark an die Grundwand gepresst, so führt dies zu einer deutlichen Körperschallübertragung im mittel- und hochfrequenten Bereich und somit zu einer reduzierten Schalldämmung der Wand. Durch die Verwendung von Vollgewindeschrauben anstelle von Teilgewindeschrauben wird ein zu hoher Anpressdruck an die Grundwand verhindert, was der Schalldämmung zugutekommt. Vor allem bei der offenen horizontalen Fassade mit direkt auf der Grundwand verschraubter Traglattung haben sich hier Vorteile gezeigt, wie Abbildung 14 am Beispiel der BSP-Wand verdeutlicht. Bei einer geschlossenen vertikalen Fassade mit besser entkoppelter Kreuzlattung war der Einfluss der Verschraubung geringer ausgeprägt.

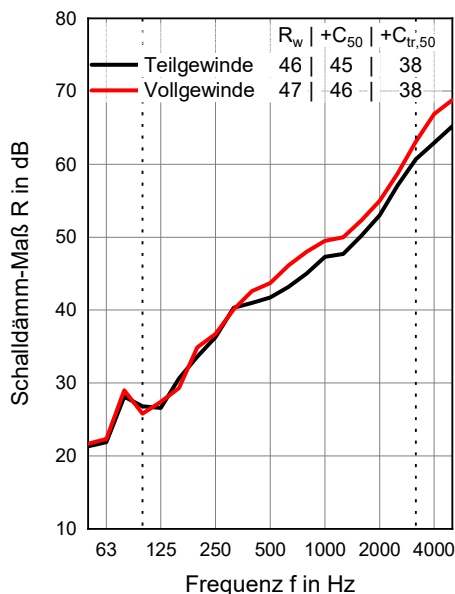


Abbildung 14: Einfluss der Verschraubung der Traglattung bei einer offenen horizontalen Fassade auf der BSP-Wand, Einzahlkennwerte R_w , $R_w + C_{50-5000}$ und $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB in der Legende

2.4 Kreuzlattung kann Vor- und Nachteile bringen

2.4.1 Fragestellung

Macht es aus schallschutztechnischer Sicht einen Unterschied ob ich eine einteilige oder zweiteilige Unterkonstruktion (d.h. Kreuzlattung) ausführe?

2.4.2 Antwort

Ja, durch eine Kreuzlattung kann im mittleren und hohen Frequenzbereich eine höhere Schalldämmung erreicht werden, im tieferen Frequenzbereich können jedoch auch Nachteile entstehen.

2.4.3 Begründung

Die Orientierung der Fassadenschalung bestimmt im Allgemeinen, ob die Unterkonstruktion aus einer einfachen (nur Traglattung) oder einer doppelten Lattungsebene (Kreuzlattung) besteht. Eine Kreuzlattung hat dabei – ähnlich zum oben gezeigten Einfluss der Schraubenart – den bauakustischen Vorteil, dass die Kopplung zwischen der Fassadenschalung und der Grundwand verringert wird. Abbildung 15 zeigt, wie sich die Schalldämmung ändert, wenn eine geschlossene Fassade mit einer Kreuzlattung anstelle einer einfachen – auf die Steher geschraubten – Traglattung ausgeführt wird. Sowohl bei der Holzrahmen- wie auch bei der BSP-Wand zeigen sich durch die verbesserte Entkoppelung mit der Kreuzlattung höhere Schalldämm-Maße im mittel- und höherfrequenten Bereich. Während bei der BSP-Wand eine Kreuzlattung auch im tieferen Frequenzbereich meist zu höheren Schalldämm-Maßen führt, zeigen sich bei der Holzrahmenwand mit einer Kreuzlattung geringere Schalldämm-Maße im tiefen Frequenzbereich. Der Grund hierfür kann noch nicht eindeutig benannt werden. Diesbezüglich besteht jedenfalls noch Forschungsbedarf.

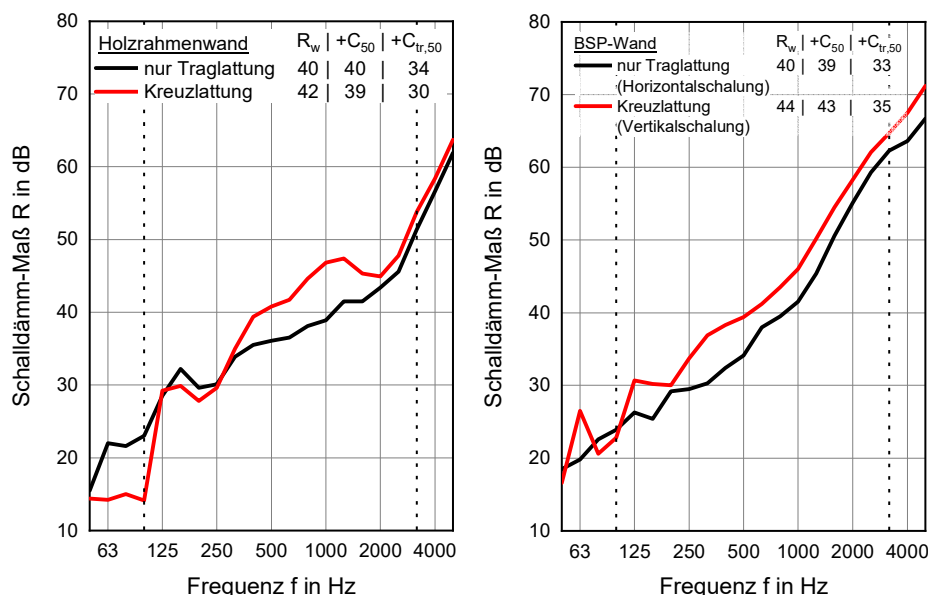


Abbildung 15: Einfluss der Variation der Unterkonstruktion bei geschlossener Fassade, links: Holzrahmenwand mit Horizontalschalung, rechts: BSP-Wand mit Horizontal- bzw. Vertikalschalung, Einzahlkennwerte R_w , $R_w + C_{50}$ und $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB in den Legenden

2.5 Teildämmung des Hinterlüftungsspalts verbessert die Schalldämmung

2.5.1 Fragestellung

Wie kann die Schalldämmung von hinterlüfteten Fassaden verbessert werden?

2.5.2 Antwort

Durch eine Teildämmung der Lattungsebene mit faserigem Dämmstoff kann die Schalldämmung (und die sommerliche Wärmedämmung) der Wand erhöht werden.

2.5.3 Begründung

Eine Methode, welche sowohl akustisch wie auch thermisch (siehe Abschnitt 3) zu einer Verbesserung der Fassaden führt, ist die Teildämmung der Trag- bzw. Konterlattungsebene. Im Forschungsprojekt wurde hierfür Mineralwolle so zwischen den Latten der Unterkonstruktion eingebracht, dass ein freier Lüftungsspalt von 30 mm Höhe erhalten blieb. Abbildung 16 zeigt eine schematische Darstellung der mit Mineralwolle teilgedämmten Konterlattungsebene.

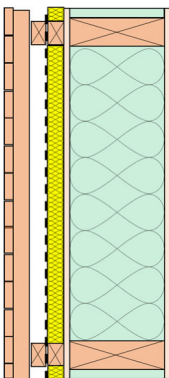


Abbildung 16: Darstellung der teilgedämmten Konterlattungsebene mit zweiteiliger Konterlattung und durchgehender Fassadenbahn

Sowohl bei einer offenen als auch einer geschlossenen Fassade wurde durch die Teildämmung der Lattungsebene die Schalldämmung erhöht. Dabei war die Verbesserung bei der offenen Fassade deutlicher ausgeprägt als bei der geschlossenen Fassade. Abbildung 17 zeigt die Schalldämm-Maße der beiden Fassadenvarianten auf einer Holzrahmenwand, zum einen mit ungedämmter 60 mm tiefer Trag- bzw. Konterlattungsebene und zum anderen mit 30 mm dicker Mineralwolle zwischen den Trag- bzw. Konterlatten. Wie zu erkennen ist, führt die Dämmung in der Unterkonstruktion bei der offenen Fassade im Frequenzbereich ≥ 500 Hz zu einem deutlichen Anstieg der Schalldämmung. Das zeigt sich ebenfalls in der Zunahme

des R_w -Wertes um 4 dB. Bei der geschlossenen Fassade ist die Zunahme der Schalldämmung weniger deutlich, wobei hier eine Verbesserung bereits ab 125 Hz festzustellen ist.

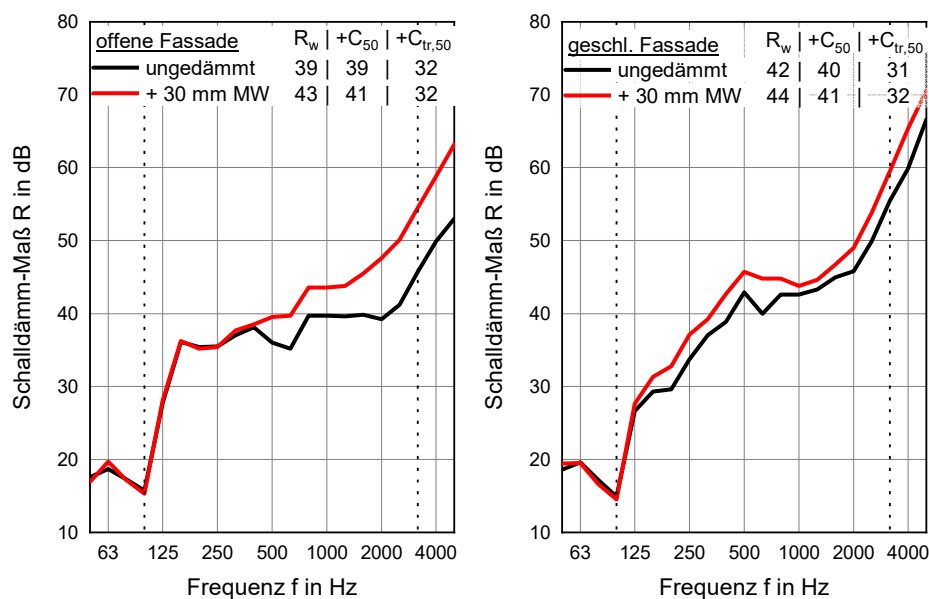


Abbildung 17: Einfluss einer 30 mm dicken Mineralwollendämmung (MW) zwischen den 60 mm tiefen Trag- bzw. Konterlatten (offene horizontale bzw. geschlossene vertikale Fassade) jeweils auf einer Holzrahmenwand, Einzahlkennwerte R_w , $R_w + C_{50-5000}$ und $R_w + C_{tr,50-5000}$ in dB in den Legenden

Soll eine teilgedämmte Lattungsebene umgesetzt werden, so ist eine Fassadenbahn auf dem faserigen Dämmstoff anzuordnen. Hier kann es sinnvoll sein, die Lattung über die Dicke zweiteilig auszuführen und so eine vollflächige Verlegung der Fassadenbahn auf der Teildämmung zu ermöglichen (vgl. Abbildung 16). Es ist jedenfalls darauf zu achten, dass ein ausreichender Hinterlüftungsspalt frei bleibt.

3 Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Überwärmung in Innenräumen

Der vorhandene Klimawandel macht Änderungen in der derzeitigen Bauweise notwendig, da der Heizwärmebedarf im Winter zurückgeht und der Kältebedarf durch die steigenden sommerlichen Temperaturen zunimmt. Neben dem Wärmeeintrag über die Fenster kann auch der Wärmestrom durch die opaken Bauteile zum sommerlichen Raumklima beitragen. Daher wurde im Projekt der Einfluss verschiedener Fassadenausbildungen auf das thermische Verhalten einer Außenwand untersucht.

Insgesamt wurden 24 verschiedene Holzfassadenvarianten sowie zwei Putzreferenzfassaden an der Süd- und Westfassade des Forschungshauses der Holzforschung Austria in einem Realversuch untersucht. Die Abbildung rechts zeigt die verschiedenen Versuchsaufbauten am Forschungshaus.



Abbildung 18: Versuchsaufbauten am Forschungshaus der Holzforschung Austria

Gemessen wurden je nach Beschaffenheit u.a. die Temperaturen verschiedener Materialoberflächen – abhängig von der Lage der Schicht sowie des Wandaufbaus – und mittels Kombifühlern sowohl die Temperatur als auch die relative Luftfeuchte im Hinterlüftungsspalt und im Gefach an der Außenbeplankung. Zusätzlich wurde in ausgewählten Varianten der Wärmestrom aufgezeichnet. Um die Effektivität der Varianten bestimmen zu können wurde darüber hinaus die Innentemperatur gemessen. Über eine Wetterstation wurden zusätzlich Außentemperatur, Globalstrahlung, Regenmenge und -intensität sowie Windrichtung und -geschwindigkeit erfasst.

Mit Hilfe eines validierten Simulationsmodells wurde neben den messtechnischen Untersuchungen zusätzlich eine umfassende Parameterstudien zum thermischen Verhalten der verschiedenen Fassadenvarianten durchgeführt. Dabei wurden jeweils die Wärmestrombilanzen im Zeitraum zwischen 01. Juli 2022 bis 31. August 2022 täglich von 06:00 Uhr bis 23:00 Uhr ausgewertet. Im Zeitraum zwischen 23:00 Uhr und 06:00 Uhr wurde eine Kühlung durch nächtliche Lüftung angenommen. Die dabei auftretenden Wärmeströme durch die opaken Bauteile wurden wegen ihres geringen Einflusses nicht in der Bilanz betrachtet.

3.1 Geschlossene Fassaden mit einer Hinterlüftung, nicht mit einer Belüftung oder einer stehenden Luftschicht ausführen

3.1.1 Fragestellung

Warum sollte eine geschlossene Fassade mit einer Hinterlüftung und nicht mit einer Belüftung oder einer stehenden Luftschicht ausgeführt werden?

3.1.2 Antwort

Durch eine hinterlüftete Fassadenausführung ist ein guter Wärmeabtransport aus der Hinterlüftungsebene gewährleistet, wodurch sich die Wärmeeinträge durch die opaken Bauteile in das Gebäude im Vergleich zur belüfteten Fassade oder Fassaden mit stehender Luftschicht um bis zu 36 % reduzieren.

3.1.3 Begründung

Der natürliche Luftaustausch im Hinterlüftungsspalt der Fassade (Windwirkung, thermischer Auftrieb) kann einen Teil der solar eingebrachten Wärme abführen. Abbildung 19 zeigt dieses Prinzip: die solare Einstrahlung trifft auf den Fassadenschirm und erwärmt diesen. Die absorbierte Wärmeenergie wird in der dahinterliegenden Hinterlüftungsebene über Luftströmung teils abgeführt. Im Gegensatz dazu fällt die solare Einstrahlung bei einer Putzfassade direkt auf den Wandbildner und die absorbierte Wärmeenergie wandert in das Bauteil.

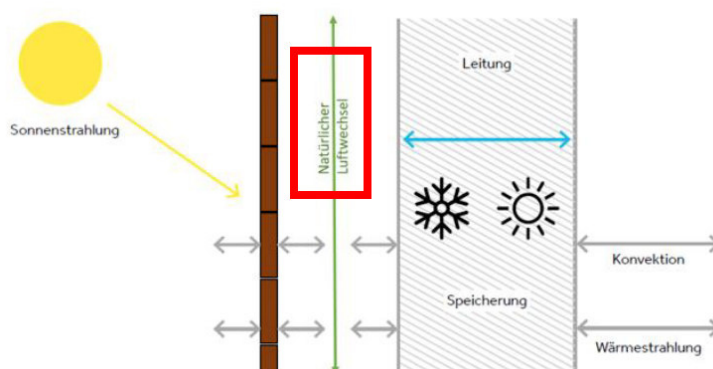


Abbildung 19: Abbildung der für die Wärmeübertragung von außen nach innen maßgeblichen Effekte [abgeleitet nach (Treberspurg et al. 2018)]

Dieser Effekt konnte auch in Realversuchen festgestellt werden. In Abbildung 20 sind die Messergebnisse von unterschiedlich ausgebildeten Fassaden dargestellt, die bei gleichen

Randbedingungen getestet wurden. Die gepunktete Fläche (links) zeigt den Wärmestrom durch eine weiße Fassade mit EPS-WDVS, die schraffierte Fläche (rechts) zeigt den Wärmestrom durch eine weiß beschichtete hinterlüftete Holzfassade. Der restliche Wandaufbau war ident. Der große Unterschied ist auf den veränderten Wärmestrom durch die Hinterlüftungsebene zurückzuführen.

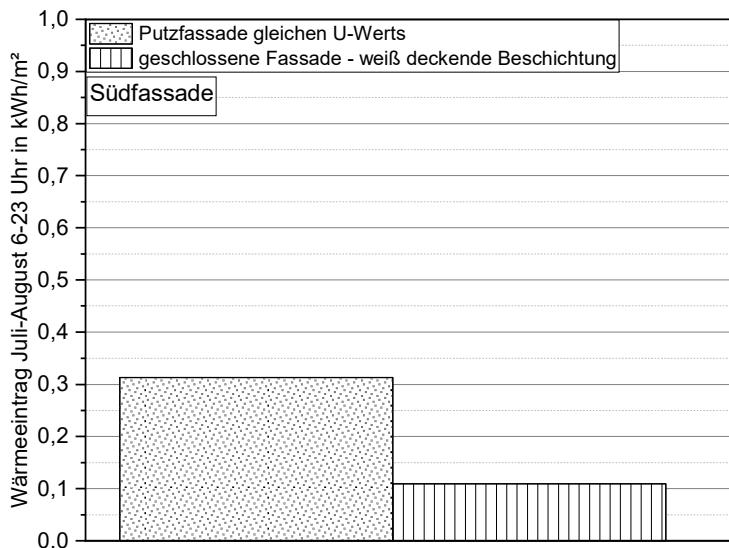


Abbildung 20: Gesamtwärmeeintrag zwischen dem 01. Juli 2022 und dem 31. August 2022 täglich zwischen 06:00 Uhr und 23:00 Uhr. Vergleich der weiß beschichteten hinterlüfteten Variante der geschlossenen Fassade auf der Südfassade mit einer weißen Putzfassade mit gleichem U-Wert.

Zudem wurde deutlich, dass sowohl eine stehende Luftschicht als auch eine belüftete Fassade (mit Zuluftöffnungen unten, keine Abluftöffnungen oben) zu höheren Temperaturen auf der Fassadenbahn führt als eine hinterlüftete Fassade (Abbildung 21 links). Dies zeigt sich auch sehr deutlich in den resultierenden Wärmeströmen in den Wandbildner (Abbildung 21 rechts). Neben der höheren feuchteschutztechnischen Robustheit sollte somit auch aus Gründen des sommerlichen Wärmeschutzes wenn möglich eine hinterlüftete Fassade ausgeführt werden.

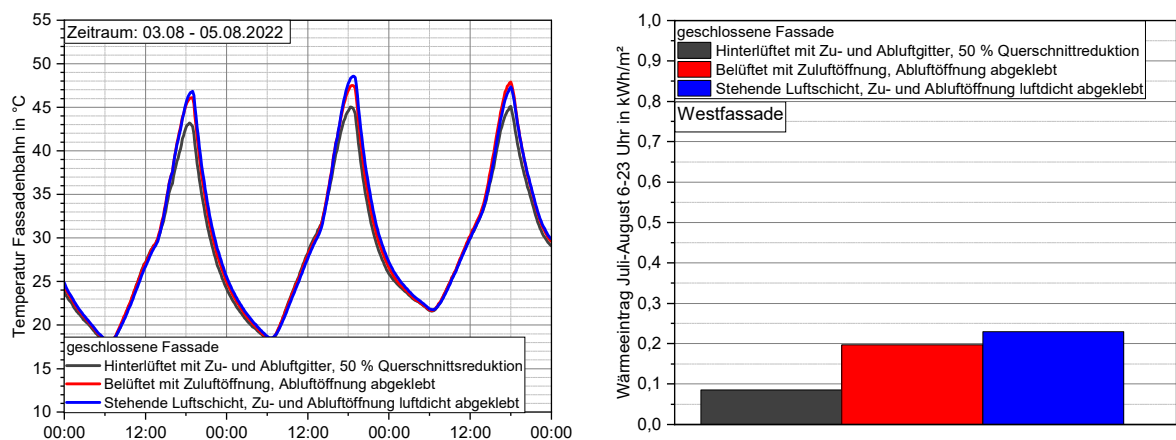


Abbildung 21: links: Vergleich der Oberflächentemperaturen auf der Fassadenbahn bei den konstruktiven Varianten einer geschlossenen Fassade auf der Westfassade mit verschiedenen ausgeführten Be- und Entlüftungsöffnungen an 3 exemplarischen Tagen im Sommer; rechts: Gesamtwärmeeintrag zwischen dem 01. Juli 2022 und dem 31. August 2022 täglich zwischen 06:00 Uhr und 23:00 Uhr bei den betrachteten Varianten.

3.2 Hinterlüftungsspalt von mindestens 3 cm an der engsten Stelle einplanen

3.2.1 Fragestellung

Ist es unerheblich mit welcher Breite der Hinterlüftungsspalt ausgeführt wird?

3.2.2 Antwort

Der Hinterlüftungsspalt sollte 3 cm Breite nicht unterschreiten. Eine Reduktion führt zu deutlich erhöhten Temperaturen auf der Fassadenbahn, da die Wärme nicht mehr so effizient über Luftströmung abgeführt werden kann.

3.2.3 Begründung

Wie oben beschrieben reduziert eine Hinterlüftungsebene den Wärmestrom in einen Wandbildner erheblich. Daraus ergibt sich die Frage, wie die Breite des Spalts den Wärmestrom beeinflusst. Aus diesem Grund wurden verschiedene Spaltausführungen auf demselben Fassadenaufbau untersucht. Abbildung 22 zeigt die Ergebnisse dieser Messung. Auf der linken Seite sind die Temperaturen der Fassadenbahn an drei exemplarischen Sommertagen abgebildet. Es zeigt sich, dass ein sehr dünner Hinterlüftungsspalt von 1 cm zu deutlich höheren Temperaturen auf der Fassadenbahn führt als die Variante mit einer 3 cm dicken Konterlattung. Eine weitere Erhöhung auf 6 cm erreicht nur leicht geringere Temperaturen. Eine weitere Verdopplung der Konterlattungsdicke auf 12 cm zeigt quasi keinen nennenswerten Effekt mehr.

Die Ermittlung der Wärmeströme dieser Varianten zwischen dem 1. Juli und dem 31. August zwischen 6 und 23 Uhr bestätigen die Beobachtung: Eine Erhöhung der Spaltbreite von 3 cm auf 6 cm respektive 12 cm führt nur zu geringen Reduktionen der Wärmeströme. Eine Erhöhung von 1 cm Spaltbreite auf 3 cm reduziert den Wärmestrom dagegen deutlich. Ein Hinterlüftungsspalt mit 3 cm scheint demnach ein guter Kompromiss zwischen Platzbedarf und sommerlicher Wärmeabfuhr zu sein.

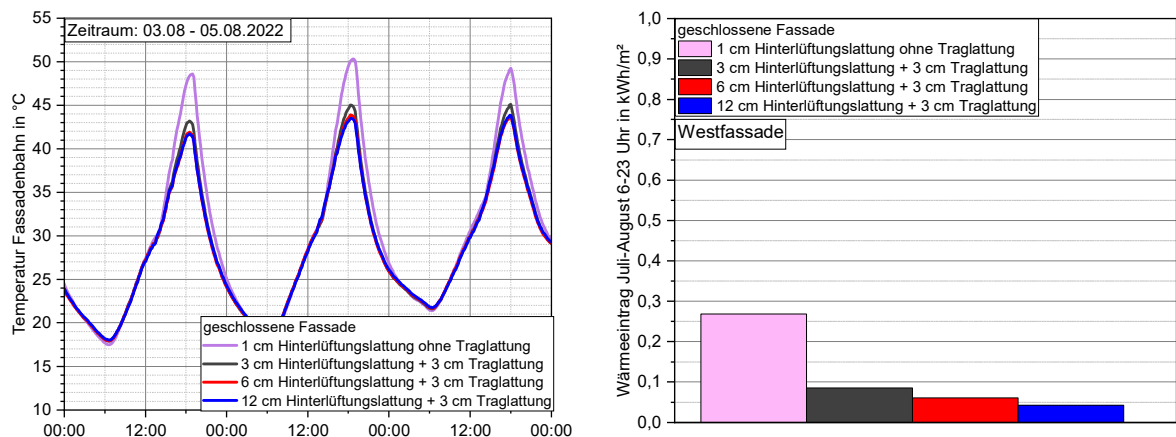


Abbildung 22: links: Temperaturentwicklung bei den konstruktiven Varianten einer geschlossenen Fassade auf der Westfassade mit verschiedenen ausgeführten Hinterlüftungsquerschnitten an 3 exemplarischen Tagen im Sommer; rechts: Gesamtwärmeeintrag zwischen dem 01. Juli 2022 und dem 31. August 2022 täglich zwischen 06:00 Uhr und 23:00 Uhr bei den betrachteten Varianten.

3.3 Zu- und Abluftöffnungen mit einem freien Querschnitt von mind. 150 cm²/lfm sicherstellen

3.3.1 Fragestellung

Beeinflusst der Lochanteil eines Insektenschutzgitters die Wärmeabfuhr im Hinterlüftungsspalt?

3.3.2 Antwort

Ja, der Lochanteil beeinflusst die Wärmeabfuhr deutlich. Um die Wärmeabfuhr im Hinterlüftungsspalt nicht durch ein Insektenschutzgitter zu stark zu reduzieren, sollte der Lochanteil 50 % nicht unterschreiten. Ein frei bleibender Querschnitt von mind. 150 cm²/lfm ist sicherzustellen.

3.3.3 Begründung

Eine hinterlüftete Fassade besitzt einen oben und unten geöffneten Hinterlüftungsspalt. Dessen Effektivität bezüglich Wärme- und Feuchteschutz wird vor allem von der Zirkulationsfähigkeit der Luft darin bestimmt. Lediglich die Festlegung der Spaltbreite ist daher nicht ausreichend, um eine hinreichende Zirkulation sicherzustellen. Die Untersuchungen zeigen, dass ein Lüftungsgitter mit einem geringen Lochanteil von 10 % an den Zu- und Abluftöffnungen zu höheren Temperaturen auf der Fassadenbahn führt. Zudem wurde bereits verdeutlicht, dass sowohl eine belüftete Fassade (obere Öffnung verschlossen) als auch eine stehende Luftschicht (beide Öffnungen verschlossen) zu höheren Temperaturen auf der Fassadenbahn führt als eine hinterlüftete Fassade (Abbildung 21).

Die Analyse der Wärmeströme zwischen dem 1. Juli und dem 31. August zwischen 6 und 23 Uhr (Abbildung 23 rechts) bestätigen den Trend: eine zunehmende Reduktion der Luftbewegung im Hinterlüftungsspalt führt zu erhöhten Wärmeströmen. Um einen ausreichenden Schutz vor Insekten und Kleintieren als auch einen effektiven Schutz vor sommerlicher Überwärmung zu erreichen, sollte ein Lochanteil von 50 % des Lüftungsgitters nicht unterschritten werden.

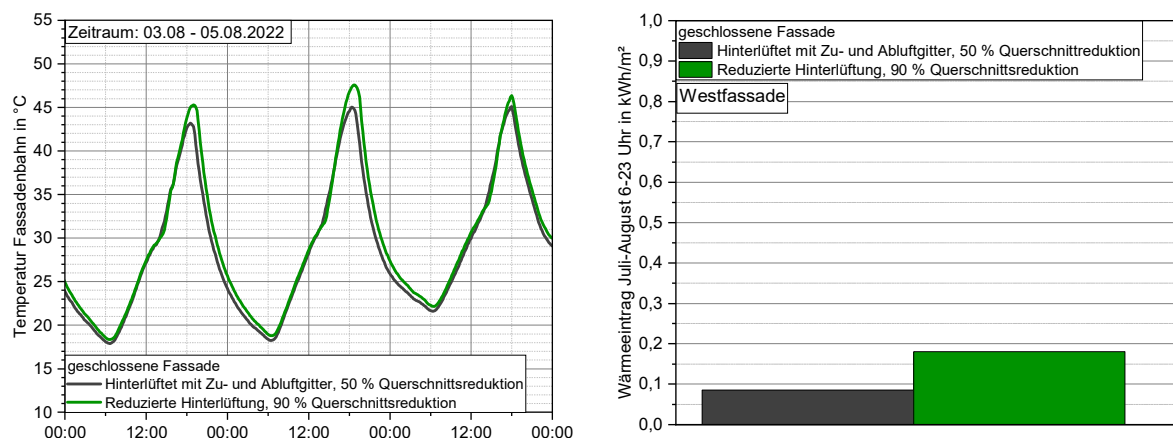


Abbildung 23: links: Vergleich der Oberflächentemperaturen auf der Fassadenbahn bei den konstruktiven Varianten einer geschlossenen Fassade auf der Westfassade mit verschiedenen ausgeführten Be- und Entlüftungsöffnungen an 3 exemplarischen Tagen im Sommer; rechts: Gesamtwärmeeintrag zwischen dem 01. Juli 2022 und dem 31. August 2022 täglich zwischen 06:00 Uhr und 23:00 Uhr bei den betrachteten Varianten.

3.4 Helle Beschichtungen erwärmen die Fassaden weniger

3.4.1 Fragestellung

Hat die Farbgestaltung der Fassade eine Auswirkung auf den sommerliche Wärmeeintrag?

3.4.2 Antwort

Ja, die Farbgestaltung der Fassade kann einen wesentlichen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeeintrag haben. Helle Beschichtungen weisen eine niedrigere solare Absorption als dunkle Farben auf, erhitzen sich dadurch weniger und reduzieren somit die sommerlichen Wärmeströme in den Innenraum je nach Wandaufbau mehr oder weniger deutlich.

3.4.3 Begründung

Abbildung 24 zeigt den Temperaturverlauf verschiedener Fassadenfarben bei offenen (links) sowie geschlossenen Fassaden (rechts) an drei exemplarischen Tagen im Sommer. Bei beiden Fassadenausführungen ist ersichtlich, dass eine schwarze Fassadenfarbe im Vergleich zur weißen Farbe oder einer unbehandelten Oberfläche zu erhöhten Temperaturen an der Fassadenbahn führt. Bei einer geschlossenen Fassade ist dieser Effekt aufgrund des geringeren Luftaustauschs deutlich stärker ausgeprägt als bei einer offenen Fassade.

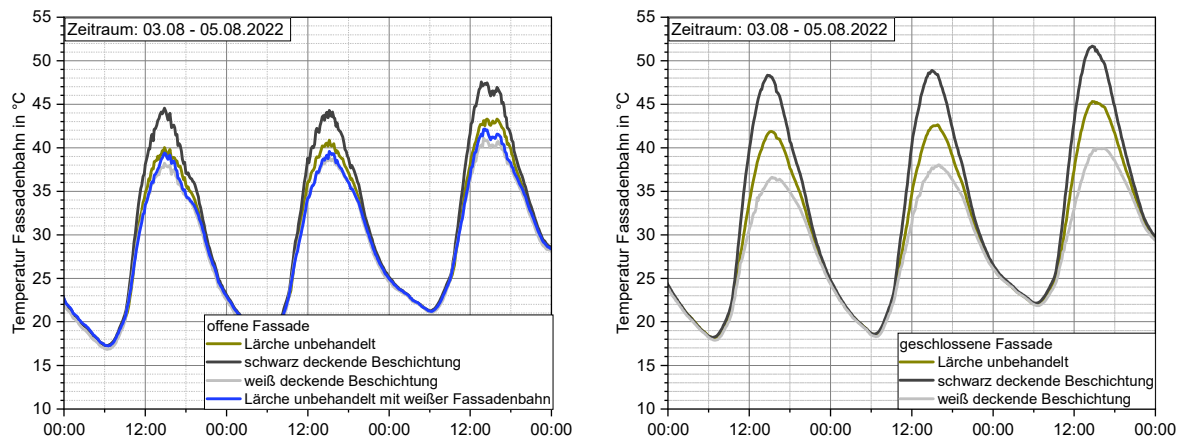


Abbildung 24: links: Vergleich Oberflächentemperaturen auf der Fassadenbahn bei den konstruktiven Varianten einer offenen Fassade (links) und geschlossenen Fassade (rechts) mit unterschiedlicher Farbgebung.

Die in Abbildung 25 dargestellten Wärmeströme der entsprechenden Varianten zwischen dem 1. Juli und dem 31. August zwischen 6 Uhr und 23 Uhr zeigen die gleichen Ergebnisse: eine schwarze Fassade führt zu deutlich erhöhten Wärmeströmen, bei einer geschlossenen Fassade deutlich stärker als bei einer offenen Fassade.

Vergleicht man in Abbildung 25 beide Fassadenarten mit weißer Beschichtung miteinander, wird deutlich, dass bei einer geschlossenen Fassade geringere Temperaturen auf der Fassadenbahn erreicht werden als bei einer offenen, horizontalen Fassade. Dies resultiert aus der solaren Diffusstrahlung, welche bei einer offenen Fassade auf die Fassadenbahn trifft. Im Vergleich zu anderen untersuchten Farben, hat eine helle Fassadenfarbe stets einen positiven Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz.

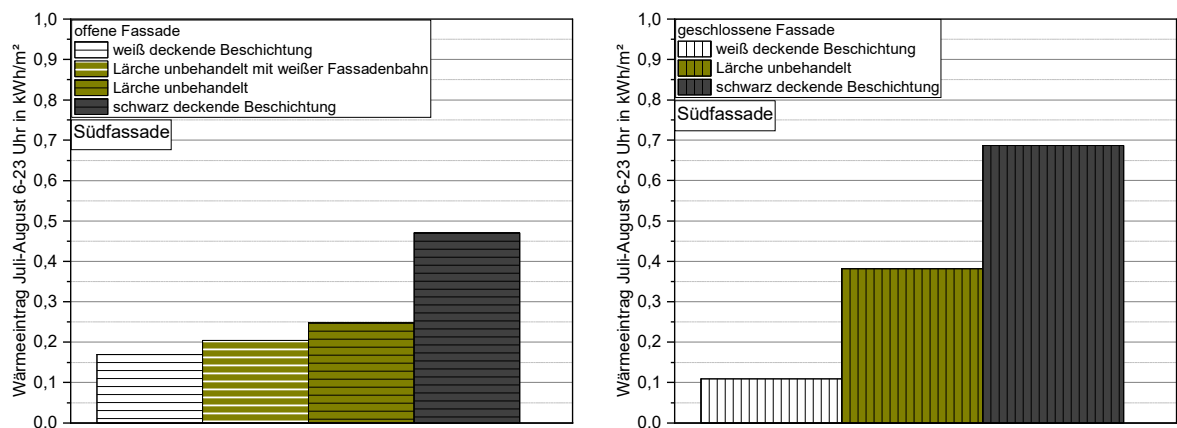


Abbildung 25: Gesamtwärmeeintrag zwischen dem 01. Juli 2022 und dem 31. August 2022 täglich zwischen 06:00 Uhr und 23:00 Uhr. Vergleich der konstruktiven Varianten der offenen (links) und geschlossenen (rechts) Fassaden auf der Süd- und Nordfassade mit unterschiedlicher Oberflächenfarbe bzw. Farbgebung der Fassadenbahn.

3.5 Unbehandeltes vergrautes Holz erwärmt sich ähnlich stark wie eine dunkel beschichtete Oberfläche

3.5.1 Fragestellung

Ändert sich der Wärmeeintrag durch das Vergrauen der unbeschichteten Holzfassade?

3.5.2 Antwort

Ja, das ist möglich, da sich die Erwärmung der Fassade bei Sonneneinstrahlung mit zunehmender Vergrauung der Holzoberfläche erhöht. Unbehandelte Fassaden vergrauen (verdunkeln) innerhalb weniger Jahre, sodass sie eine höhere solare Absorptionszahl aufweisen und sich somit bei Sonneneinstrahlung stärker erwärmen. Günstiger verhält sich bei unbehandeltem Holz deshalb eine offene Fassade, wodurch ein effizienterer Wärmeabtransport ermöglicht wird.

3.5.3 Begründung

Es ist bekannt, dass unbehandeltes Holz innerhalb weniger Jahre bei freier Bewitterung vergrauen kann. Daraus ergibt sich die Fragestellung, ob bzw. wie stark sich die solare Absorptionszahl der Holzoberfläche durch Bewitterung ändert und wie stark sich diese auf die Wärmeströme in das Bauteil auswirkt. Abbildung 26 zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung zur solaren Absorptionszahl a von frischen und gealterten Hölzern. Bei allen untersuchten natürlichen Holzoberflächen ist ein deutlicher Anstieg der solaren Absorption festzustellen. Die Alterung von unbehandeltem Holz führt zu einer solaren Absorptionszahl, die im Bereich einer dunkel beschichteten Oberfläche liegt (Messwert schwarze Fassadenbeschichtung: $a = 0,92$). Daher sollten insbesondere unbehandelte frische als auch dunkle Holzoberflächen wenn möglich als offene Fassade ausgeführt werden, um einen effizienteren Wärmeabtransport zu ermöglichen.

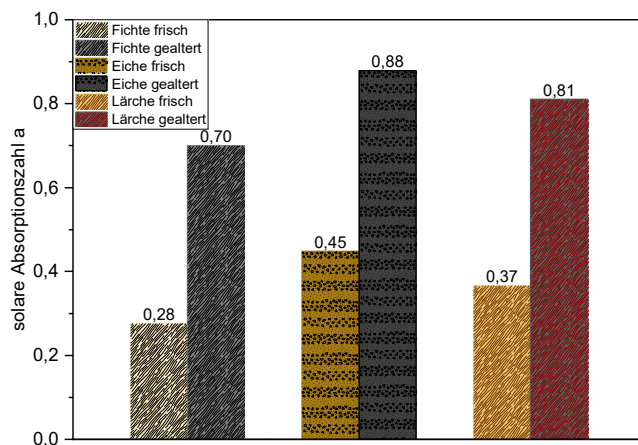


Abbildung 26: solare Absorptionszahl a von frischen und gealterten Hölzern

3.6 Fassadenbahnen sollten selbst bei offenen Fassaden stets beschattet werden

3.6.1 Fragestellung

Hat es einen negativen Effekt wenn bei einer offenen Fassade im Sommer die Sonne direkt auf die Fassadenbahn scheint?

3.6.2 Antwort

Ja, durch kurzzeitige Einstrahlungen von Sonnenlicht kann es bei offenen Fugen zu erhöhten Temperaturen auf der Fassadenbahn und somit zu einem erhöhten Wärmeeintrag in die Konstruktion kommen. Daher sollte eine möglichst kontinuierliche Beschattung der Fassadenbahn stattfinden, wie sie beispielsweise bei horizontalen Rhombusprofilen mit Fugenbreiten von 7 – 10 mm möglich ist.

3.6.3 Begründung

Der Einfluss der Spaltbreite zwischen den horizontalen Rhombusleisten bei einer offenen Fassade verdeutlicht Abbildung 27. Die Temperaturspitzen im Tagesverlauf (links) fallen umso höher aus, je größer der Spalt zwischen den Schalungsbrettern ausgeführt wurde. Der Grund dafür ist wiederum die Bilanz der auf die dunkle Fassadenbahn auftreffenden Diffusstrahlung, welche sich mit zunehmender Spaltbreite erhöht. Eine senkrechte Ausführung der Rhombusleisten kann zu deutlich erhöhten Temperaturen auf der Fassadenbahn führen: Unter einem bestimmten Sonnenwinkel trifft die Direktstrahlung im Tagesverlauf unmittelbar auf die dunkle Fassadenbahn auf, wodurch diese Temperaturspitzen hervorgerufen werden. Die Wärmeströme (rechts) zeigen, dass dieser Effekt im gewählten Zeitraum von Anfang Juli bis Ende August zu erhöhten Wärmeströmen in den Raum führt.

Wenn möglich sollten daher Rhombusprofile mit nach vorne und unten gerichteter, waagerechter Fugenöffnung und einer Spaltenbreite zwischen den Brettern von ca. 7 mm (bei ca. 10 % Fugenanteil an der Gesamtfläche) umgesetzt werden. Zur Reduktion des sommerlichen Wärmeeintrags ist eine waagerechte Ausführung der offenen Fassaden daher günstiger als eine senkrechte Ausführung.

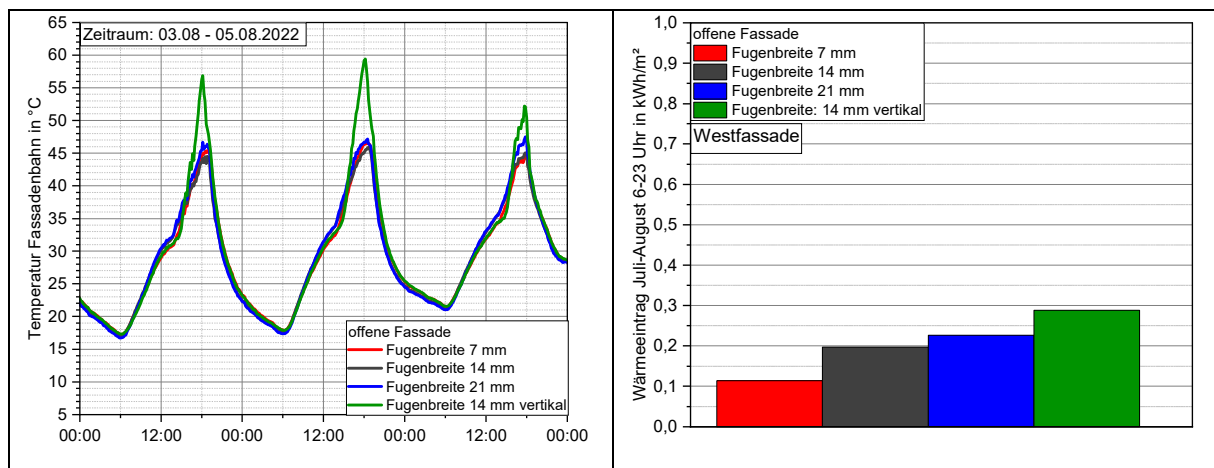


Abbildung 27: links: Oberflächentemperaturen auf der Fassadenbahn bei den konstruktiven Varianten der offenen Fassade auf der Westfassade mit unterschiedlicher Fugenbreite sowie Ausrichtung; rechts: Gesamtwärmeeintrag zwischen dem 01. Juli 2022 und dem 31. August 2022 täglich zwischen 06:00 Uhr und 23:00 Uhr. Vergleich der konstruktiven Varianten der offenen Fassaden auf der Westfassade mit unterschiedlicher Fugenbreite sowie Ausrichtung.

4 Literaturverzeichnis

Chmelík, Vojtech; Rychtáriková, Monika; Müllner, Herbert; Jambrošić, Kristian; Zelem, Lukáš; Benklewski, Jakub; Glorieux, Christ (2020): Methodology for development of airborne sound insulation descriptor valid for light-weight and masonry walls. In: *Appl. Acoust.* 160, S. 107144.

Ferk, Heinz; Leh, Christopher; Mosing, Markus; Vavrik-Kirchsteiger, Selina; Nusser, Bernd (2020): Schalldämmung von Außenwänden im Holzbau - Teil 2: Holzmassivbauweise. In: *Holzbau - die neue Quadriga* (5), S. 46–51.

Hill, Callum; Kymäläinen, Maija; Rautkari, Lauri (2022): Review of the use of solid wood as an external cladding material in the built environment. In: *J Mater Sci* 109 (1), S. 54.

Hongisto, Valtteri; Oliva, David; Rekola, Laura (2018): Subjective and objective rating of the sound insulation of residential building façades against road traffic noise. In: *J. Acoust. Soc. Am.* 144 (2), S. 1100.

Jakiela, S.; Bratasz, Ł.; Kozłowski, R. (2008): Numerical modelling of moisture movement and related stress field in lime wood subjected to changing climate conditions. In: *Wood Sci Technol* 42 (1), S. 21–37.

Koch, Claudia; Felhofer, Martin; Fürhapper, Christina (2024): Holzfassaden im Fokus. Teil 3: Feuchteresistenz. In: *Holzbau - die neue quadriga* (1), S. 50–53.

Nusser, Bernd; Lux, Christian; Ferk, Heinz (2020): Schalldämmung von Außenwänden im Holzbau. Teil 1: Holzrahmenbauweise. In: *Holzbau - die neue quadriga* (4), S. 43–47.

Nusser, Bernd; Lux, Christian; Stenitzer, Alexander (2023): Holzfassaden im Fokus. Teil 1: Schallschutz. In: *Holzbau - die neue quadriga* (5), S. 46–49.

Rüther, Petra; Time, Berit (2015): External wood claddings – performance criteria, driving rain and large-scale water penetration methods. In: *Wood Mater. Sci. Eng.* 10 (3), S. 287–299.

Schober, Peter; Koch, Claudia; Maximilian, Neusser; Gamerith, Horst; Grüll, Gerhard; Höfler, Karl et al. (2018): Fassaden aus Holz: proHolz-Information. 3. Aufl. Wien: proHolz Austria.

Schumacher, Mara; Tieben, Johannes; Nusser, Bernd (2023): Holzfassaden im Fokus. Teil 2: Wärmeschutz. In: *Holzbau - die neue quadriga* (6), S. 43–46.

Scrosati, Chiara; Scamoni, Fabio; Depalma, M.; Ghellere, M. (2019): Facade Sound Insulation as Protection to Outdoor Noise. In: *Proceedings of the ICA 2019 and EAA Euroregio. 23rd International Congress on Acoustics. Aachen.*

Treberspurg, Martin; Österreicher, Doris; Inigo, Carmen Vicente (2018): Hitze! vermeiden - Vermeidung sommerlicher Überwärmung im Wohnbau. Technologieleitfaden Sommerliche Überwärmung. Hg. v. Stadt Wien (MA 20). Universität für Bodenkultur Wien - Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für konstruktiven Ingenieurbau.