

WTB | Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2021/6

**Belüftung von
Unterdächern**

S. 6-7

**Kalkschutz-
geräte**

S. 11-13

**Auswirkungen von
Holzöfen**

S. 20-21

Shutterstock

Inhalt

2021/6

WTB-Kontakt – noch näher an Ihrem Bauberuf3



Die Diagnose von Feuchtigkeit in Einfamilienhäusern und Altbauten.....4



Hinterlüftetes Unterdach: selten sinnvoll!6



Fachgerechte Verklotzung von Verglasungen 8



Möchten Sie mehr über Kalkschutzgeräte erfahren? 11



Reinigung von WDVS-Fassaden: Wie sollte man vorgehen? 14



Schallschutzeigenschaften von schwimmenden Estrichen: Auswirkungen der Ausgleichsschicht..... 16



Klebstoffe für elastische Bodenbeläge: Auswirkungen von Feuchtigkeit..... 18



Die Auswirkungen von Holzöfen auf die Luftqualität in Gebäuden reduzieren20

FAQ22



WTB-Kontakt – noch näher an Ihrem Bauberuf

WTB-Kontakt war schon immer eine unserer **emblematischsten Publikationen**. Deshalb verwenden wir große Sorgfalt auf ihre Realisierung, sowohl in Bezug auf die Inhalte als auch auf die Aufmachung. Mit diesem Magazin können wir alle unsere Mitglieder, aber auch eine ganze Menge anderer Baufachleute über eine breite Palette von Themen informieren.

2022 wird das Magazin **eine neue Form erhalten**. Mehr denn je wollen wir personalisierte relevante Informationen in einem attraktiven Format bereitstellen. Unser Ziel ist es, Ihre spezifischen Erwartungen zu erfüllen und zur Erweiterung Ihres Fachwissens und Verbesserung Ihres Arbeitsalltags beizutragen.

Die wichtigste Änderung ist, dass wir uns für eine Herangehensweise entschieden haben, **bei der die verschiedenen Bauberufe in ‚Clustern‘ zusammengefasst werden**. Das bedeutet konkret, dass Sie künftig statt sechs zwei oder drei Magazine pro Jahr erhalten werden, deren Inhalte aber ganz Ihrem Bauberuf gewidmet sein werden. Es wird zwischen

drei Clustern unterschieden:

- **Gebäudehülle** (Rohbau und Generalunternehmen, Dacharbeiten, Außenschreinerarbeiten ...)
- **Beläge und Oberflächenbehandlung** (Fliesen-, Maler- und Verputzarbeiten ...)
- **Technische Anlagen** (HLK und Sanitär).

Jedes Unternehmen wird auf Grundlage seiner Hauptaktivität einem dieser Cluster zugeordnet werden. So wollen wir **die Inhalte des Magazins noch stärker auf die verschiedenen Bauberufe abstimmen**. Generalunternehmen werden in Anbetracht ihrer vielfältigen Aktivitäten weiterhin alle Magazine erhalten. Langfristig wird jedes Unternehmen die Möglichkeit haben, auch Magazine aus den anderen Clustern anzufordern.

Dank dieser Personalisierung können wir **Informationen bereitstellen, die relevanter** und besser auf Ihren Bauberuf oder den der Bauunternehmen abgestimmt **sind**, mit denen Sie am häufigsten zusammenarbeiten. Es werden auch Sonderseiten zu Schulungen und Veranstaltungen erstellt werden, die eine Verbindung zum jeweiligen Cluster haben.

Auch die Gestaltung des Magazins wird überarbeitet werden, damit es sich **flüssiger und angenehmer liest**.

Das Einzige, woran sich mit Sicherheit nichts ändern wird, ist die Aufmerksamkeit, die wir den Inhalten und der Vorbereitung des Magazins widmen. Unser Beweggrund ist einzig und allein, **Ihre Erwartungen noch besser zu erfüllen**.



Die Diagnose von Feuchtigkeit in Einfamilienhäusern und Altbauten

Feuchtigkeitsprobleme in Altbauten und Einfamilienhäusern gehören zu den Hauptursachen von Materialschäden. Sie führen außerdem zu einem Mangel an thermischer Behaglichkeit und einem ungünstigen Klima in den verschiedenen Räumen. Von wesentlicher Bedeutung für die Unterbreitung geeigneter Lösungsvorschläge ist daher eine korrekte Gebäudediagnose. Diese Diagnose erfolgt in drei Phasen: Beobachtungen, Sammeln von Informationen und eventuelle Messungen.

J. Desarnaud, Dr. Ir., Projektleiterin, Laboratorium Renovierung und Kulturerbe, WTB

Y. Vanhellemont, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Renovierung und Kulturerbe, WTB

Sichtprüfung

In dieser ersten Phase der Diagnose werden **Art, Intensität und Ort des Schadens festgestellt**. Im ersten Schritt wird untersucht, ob die Probleme tatsächlich durch Feuchtigkeit verursacht werden. Es gibt verschiedene Faktoren, die darauf hindeuten können, zum Beispiel:

- Vorhandensein von biologischem Befall (Schimmel, Schwämmen, Moos) oder unangenehmen Gerüchen, falls der Schaden nicht sichtbar ist (hinter Wandvertäfelungen, hinter Wärmedämmung, unter Bodenbelägen ...)
- sich lösende Beschichtungen und Beläge oder Fliesen (Abklopfen der Oberfläche ermöglicht eine bessere Einschätzung der Situation)
- Vorhandensein weißer Ausblühungen an einer Mauer-

werksfläche (siehe Abbildung 1) oder Ablösung von Oberflächenbeschichtungen

- Herausdrücken von Fugen in der Fassade (siehe Abbildung 2)
- Feuchtigkeitsflecken oder (schlimmer noch) Kondenswassertropfen, Tropfwasser oder Pfützen.

Der nächste Schritt ist **die Kontrolle der Bauteile, die einen Einfluss auf das Vorhandensein von Feuchtigkeit haben können**, zum Beispiel:

- Entwässerung des Luftspalts, Dachrinnen und Regenfallrohre kontrollieren (siehe Abbildung 3 auf der nächsten Seite)
- Zustand, Form und Art der für Fensterbänke, Dachgesimse und Sockelplatten verwendeten Materialien untersuchen



1 | Salzausblühungen, die beim Trocknen einer Wand nach Feuchtigkeitseintritt entstehen.



2 | Herausdrücken von Fugen aufgrund von gefrierendem Mauermörtel.



- systematisch die Elemente überprüfen, die für Kältebrücken verantwortlich sein können.

Am Ende dieser Kontrollphase wird **der Ort der Feuchtigkeitsprobleme untersucht**:

- Wie ist die Orientierung der Wand, an der ein Schaden auftritt?
- Ist der Schaden oder sind die feuchten Stellen nur an den Außenwänden oder auch an den Innenwänden sichtbar? Im oberen oder unteren Bereich der Wände?

All diese Fragen müssen bei der Diagnose beantwortet werden, damit Sachverständige Hypothesen über mögliche Ursachen der Phänomene aufstellen können. Berücksichtigen Sie bitte, dass diese Beobachtungen Momentaufnahmen sind. Daher sind für eine seriöse Diagnose zusätzliche Informationen immer willkommen.

Datenerhebung

In dieser Phase beschaffen Sachverständige Unterlagen und ziehen diese zurate (z.B. Bestandsunterlagen, Rechnungen, Pläne ...) und/oder führen Gespräche mit den für das Gebäude verantwortlichen Personen und den Nachbarn. Daraus gehen **Informationen über die Geschichte des Gebäudes** hervor (Arbeiten, kürzlich vorgenommene Veränderungen), die wahrscheinliche Schadensursachen zutage fördern. Es ist wichtig zu wissen, wie das Gebäude genutzt wird, und ob und wann alle Räume beheizt und gelüftet werden.

Gebäudeverwalter geben **Auskunft darüber, mit welcher Regelmäßigkeit ein Schaden auftritt**, indem sie beispielsweise folgende Fragen beantworten:

- Sind die feuchten Stellen das ganze Jahr über sichtbar oder nur im Sommer? Im letzteren Fall liegt höchstwahrscheinlich eine Verunreinigung durch hygroskopische Salze vor.
- Ist der Schaden nach Eingriffen im Gebäude entstanden?



3 | Feuchtigkeits Eintritt infolge eines schlecht instand gehaltenen Regenfallrohrs.

Eine Veränderung in Bezug auf die Luftdichtheit des Gebäudes ohne Anpassung der Lüftung kann beispielsweise zu Kondensationsproblemen führen.

Gebäudeverwalter können Sachverständigen auch mehr über **mögliche Eingriffe erzählen, die nicht unmittelbar sichtbar sind**, zum Beispiel frühere Injektionen gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit. Durch das Einsehen von Plänen kann man mehr über die Gebäudestruktur erfahren und daraus Schlussfolgerungen ableiten.

Anhand der in den ersten beiden Phasen erhobenen Daten können Sachverständige Hypothesen über die Ursachen der Feuchtigkeitsprobleme aufstellen. Häufig ist eine dritte Diagnosephase nötig, um diese Annahmen anhand von Messungen zu verifizieren.

Feuchtemessungen

Über eine genaue Messung des Feuchtigkeitsgehalts von Materialien **lässt sich das Phänomen lokalisieren und prüfen, ob es noch im Gange ist**. Oft sind mehrere Messungen notwendig, um die Feuchteverteilung in Wänden zu ermitteln (abhängig von deren Höhe und Tiefe), da die Verteilung je nach Feuchtigkeitsursache unterschiedlich ist. Bei Salzproblemen beispielsweise ist der Feuchtigkeitsgehalt tiefer in der Wand (außer in Ausnahmefällen) in der Regel gering. Anhand einer Materialprobe der Wand kann festgestellt werden, welche Salze vorliegen und ob diese die Feuchtigkeit verursachen.

Eine ausführliche Gebäudediagnose beinhaltet auch, dass die **Schwankungen bei bestimmten Parametern über längere Zeiträume gemessen werden** (Luftfeuchtigkeit und -temperatur in einem Raum). Neue drahtlose Monitoringssysteme ermöglichen jederzeit den Zugriff auf Messdaten über ein einfaches Smartphone, ohne die Bewohner stören zu müssen.

Das **Kondensationsrisiko aufgrund von Kältebrücken kann analysiert werden**, indem mit einer Infrarotkamera die Oberflächentemperatur gemessen und der Zusammenhang mit der relativen Luftfeuchtigkeit der Raumluft untersucht wird.

Nachdem diese drei Diagnosephasen abgeschlossen sind, können Sachverständige die gesammelten Informationen zusammenstellen, um einen Bericht über den Gebäudezustand zu erstellen, die Ursache des Schadens ermitteln und Lösungen für das Angehen von Feuchtigkeits- und Luftfeuchtigkeitsproblemen vorschlagen.

Die Feuchtigkeitsdiagnose ist eindeutig ein komplexer Prozess. Deshalb entwickelt das WTB Tools, mit denen Bauunternehmer nicht nur die Ursachen von Feuchtigkeitsproblemen feststellen, sondern auch komplette Gebäudediagnosen für die Sanierung stellen können. ■

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Projekts BE REEL! mit finanzieller Förderung des LIFE-Fonds der EU und des von Innoviris bezuschussten Technologischen Beratungsdiensts C-Tech verfasst.

Hinterlüftetes Unterdach: selten sinnvoll!

Unserer Abteilung Technische Gutachten und Beratung wird oft die Frage gestellt, ob es sinnvoll sei, unter einem Unterdach einen Luftspalt vorzusehen. Dieser Artikel zeigt auf, dass dies in den meisten Situationen unnötig ist und in manchen Fällen sogar schädlich sein kann.

D. De Bock, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

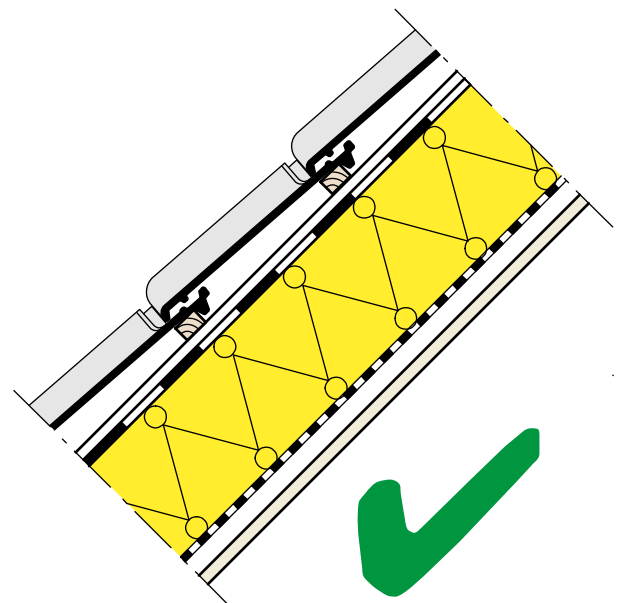
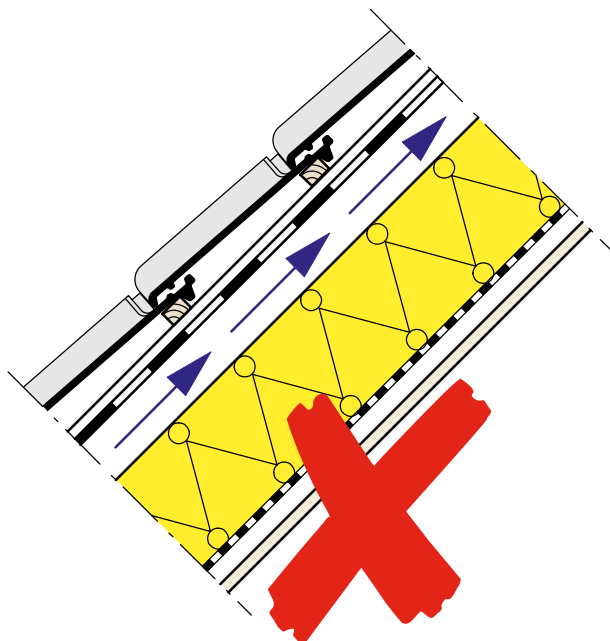
Außer in den Fällen, die wir im Folgenden behandeln werden, ist eine gezielte Belüftung des Raums zwischen Unterdach und Wärmedämmung in der Regel überflüssig. Sie kann unseres Erachtens sogar als nachteilig betrachtet werden, da sie **Kondensationserscheinungen an der Innenseite des Underdachs verstärken** und vor allem **die thermischen Eigenschaften des Dachaufbaus beeinträchtigen kann**. Dies ist darauf zurückzuführen, dass durch das Vorhandensein eines Luftspalts möglicherweise die Kaltluftzirkulation in Faserdämmstoffen gefördert wird.

Außerdem bewirkt die Außenluftzirkulation oberhalb der Wärmedämmung eine Zunahme der Druckdifferenz zwischen Luftspalt und Innenräumen. Dadurch erhöht sich

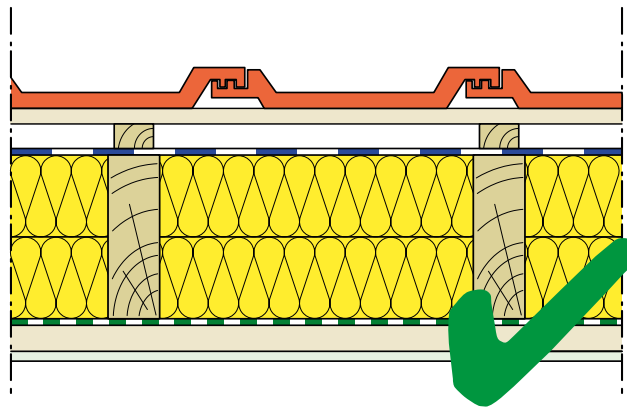
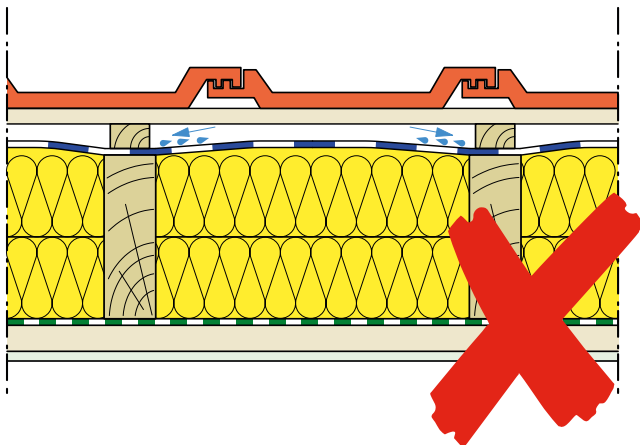
die Raumlufthmenge, die über Konvektion in den Dachaufbau gelangen kann. Eine solche Konvektion der Raumlufth durch den Dachaufbau hindurch wird häufig durch Unterbrechungen der an der Innenseite angebrachten Luftsperrung verursacht. Für weitere Informationen zu diesem Thema verweisen wir auf die [TI 251](#) über Wärmedämmung von Schrägdächern.

Gelegentlich wird behauptet, diese Belüftung sei für die Trocknung von Kondenswasser nötig, das sich an der Unterseite des Underdachs bilden könnte. Es ist jedoch wichtig zu wissen, dass:

- ein Schrägdach mit Vollsparrendämmung, einem sehr diffusionsoffenen Underdach ($S_d \leq 0,05 \text{ m}$) und einer



1 | Von der Belüftung des Raums zwischen Underdach und Wärmedämmung wird abgeraten.



2 | Vermeidung von Druck auf das Unterdach.

Dampfbremse ohne Unterbrechungen ($S_d \geq 2 \text{ m}$) bei normalem Raumklima fast keine Kondensation in der Dämmung hervorruft

- falls dennoch Kondensation auftritt, dies hauptsächlich in Kälteperioden geschieht, wenn die Außenluft fast vollständig mit Feuchtigkeit gesättigt und nicht in der Lage ist, große Kondenswassermengen zu trocknen
- die Hinterlüftung des Underdachs mit Außenluft das ganze Jahr über zu einer Kondensation aufgrund von Unterkühlung („Morgentau“) führen kann, obwohl sich dieses Phänomen durch das Vorhandensein von Dachziegeln verringert.

Zur **Vermeidung oder Begrenzung dieser Kondensation** muss der Dachaufbau nicht nur luftdicht sein, sondern sollte die Luftsperrung auch auf die Dampfdurchlässigkeit des Underdachs und das Raumklima im Gebäude abgestimmt werden (siehe TI 251).

Falls zwischen den Sparren gedämmt wird, bewirkt **das Füllen des kompletten Raums zwischen Underdach und Dampfbremse** Folgendes:

- eine höhere Dämmdicke
- das Fehlen eines belüfteten Luftspalts zwischen Dämmung und Underdach, was das Risiko auf Luftströmungen durch und rund um die Wärmedämmung reduziert und damit auch die Gefahr einer Beeinträchtigung der thermischen Eigenschaften der Dämmung.

Folglich erhält man durch vollständiges Füllen des Raums zwischen Luft- und Dampfbremse und Underdach einen Dachaufbau mit besseren hygrothermischen Eigenschaften. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass **kein Druck auf das Underdach ausgeübt wird**, damit die Konterlattung nicht nass wird, wenn Wasser über das Underdach fließt (siehe Abbildung 2).

Es gibt jedoch trotz der Tatsache, dass ein teilweises Füllen des Zwischenraums weniger günstig ist, zwei Situationen, in denen dies gerechtfertigt ist:

- Bei Underdächern mit Mikroperforierung (die man manch-

mal bei Sanierungen vorfindet) kann ein Kapillartransport von Feuchtigkeit zur Dämmung auftreten.

- Wenn das elastische Underdach ein wenig durchhängt, darf es nicht wieder nach oben gedrückt werden. In diesem Fall ist vollständiges Füllen, wie zuvor erwähnt, nicht ratsam. Die Dämmung wird dann so angebracht werden müssen, dass sie nicht mit dem Underdach in Berührung kommt. ◆



Shutterstock



Fachgerechte Verklotzung von Verglasungen

In Erwartung der Überarbeitung der TI 221 wird in diesem Artikel näher auf die fachgerechte Verklotzung einer in Glasfalze eingesetzten Verglasung nach der europäischen Norm NBN EN 12488 von 2016 eingegangen und werden einige der in dieser Norm erteilten Empfehlungen behandelt. Die Norm bringt auch eine Reihe von Änderungen in Bezug auf Maße, Härte und Anordnung von Verglasungsklötzen. Die Unterschiede zwischen den beiden Dokumenten werden in diesem Artikel durch Unterstreichungen kenntlich gemacht.

R. Durvaux, Ing., Berater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

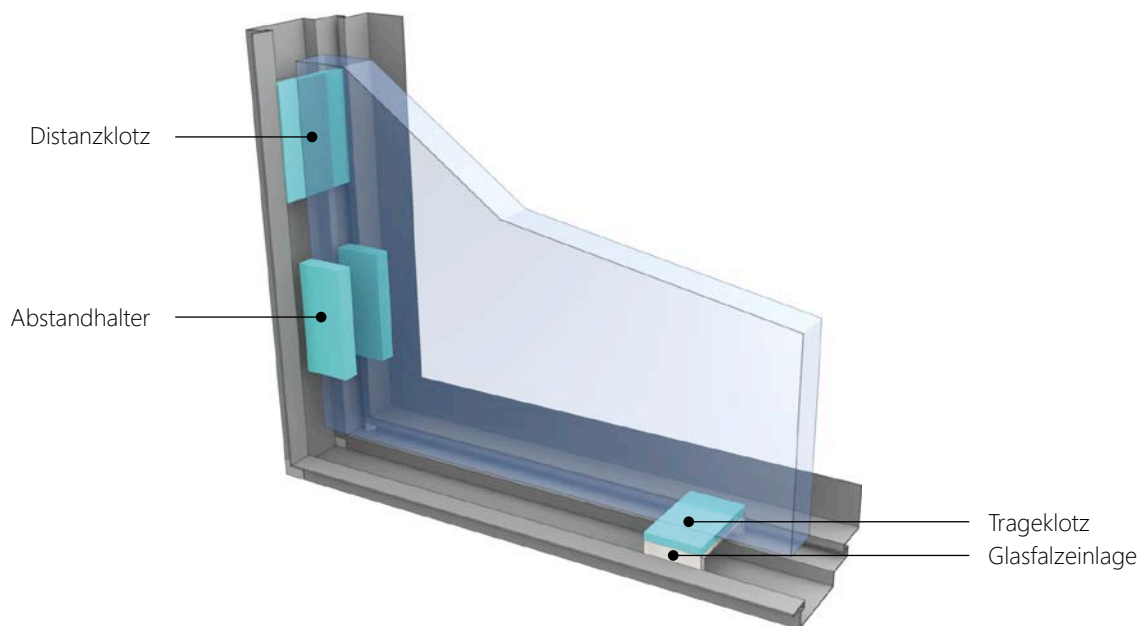
Seit August 2016 bietet die europäische Norm NBN EN 12488 unter anderem Empfehlungen für die Positionierung von Verglasungsklötzen in Abhängigkeit vom Fenstertyp. Denn zur Gewährleistung der Leistungswerte und Dauerhaftigkeit des Fensters muss eine in einen Glasfalz eines Fensters eingesetzte Verglasung korrekt verklotzt werden. Die wichtigsten dabei zu beachtenden Regeln sind: Glas und Fensterrahmen dürfen sich nicht berühren, die von der Verglasung aufgenommen Lasten müssen auf den Rahmen verteilt werden und bei Schreinerarbeiten ist Rechtwinkligkeit erforderlich.

Hierfür werden drei Arten von Verglasungsklötzen verwendet (siehe Abbildung 1):

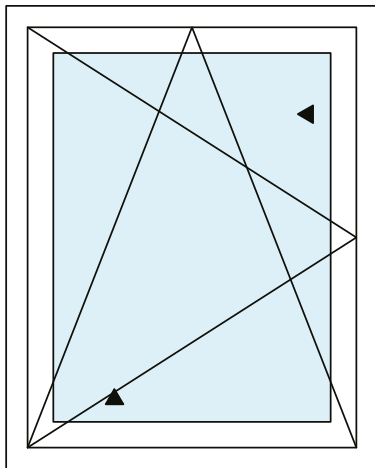
- Trageklötze
- Distanzklötze
- Abstandhalter.

Letztere werden in der [TI 221](#) (in französischer Sprache) als ‚cales d'espacement‘ bezeichnet.

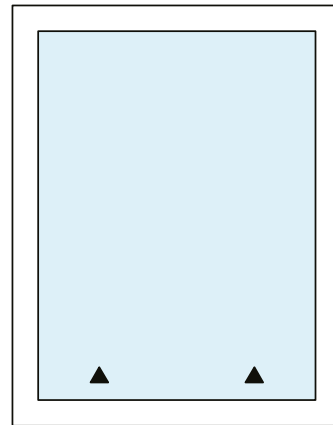
Jeder dieser Verglasungsklötze erfüllt eine spezifische Funktion und hat seine eigenen Merkmale.



1 | Verschiedene Arten von Verglasungsklötzen für eine in einen Glasfalz eingesetzte Verglasung.



2 | Anordnung der Trageklötze bei einem einflügeligen Drehkipfenster.



3 | Anordnung der Trageklötze bei Festverglasung.

1 Die verschiedenen Arten von Verglasungsklötzen

1.1 Trageklötze

Die Trageklötze erfüllen hauptsächlich eine **mechanische Funktion**, da sie das Eigengewicht der Verglasung und die Bedienkräfte auf den Fensterrahmen übertragen. Je nach Öffnungsmöglichkeit müssen diese Klötze in den horizontalen und vertikalen Bereichen angebracht werden (z.B. bei Fenstern mit Öffnungsflügeln; siehe Abbildung 2) oder nur in den horizontalen Bereichen (z.B. bei Festverglasung und Schiebefenstern; siehe Abbildung 3).

Die Klötze müssen, damit sie diese Kräfte übertragen können, in der Regel aus **harten synthetischen Materialien** bestehen (Härte zwischen 60 und 80 Shore A), zum Beispiel Polypropylen oder Polyamid. **Trageklötze aus Holz** wiederum müssen aus entsprechend behandeltem Hartholz mit einer Dichte von mindestens 650 kg/m³ hergestellt sein. Bei beschichtetem Glas (das in heutigen Doppel- und Dreifachverglasungen meist zum Einsatz kommt) und Verbundglas wird jedoch von der Verwendung von Verglasungsklötzen aus Holz abgeraten, da in diesen Fällen die Gefahr besteht, dass die Zwischenschichten durch im Holz enthaltene Tannine angegriffen werden könnten.

Diese Klötze, deren Einbau Pflicht ist, werden manchmal auf Glasfalzeinlagen eingelegt (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite) und sorgen auch für die Positionierung der Verglasung in der richtigen Höhe. Falls der Glasfalz keine Nuten hat, muss die Form der Glasfalzeinlagen eine Entwässerung des Falzgrunds ermöglichen.

Die **Dicke** der Trageklötze hat mindestens dem Mindestspielraum im Randbereich zwischen Verglasung und Falzgrund zu entsprechen. Es ist außerdem darauf zu achten, dass diese Klötze eine Belüftung und Entwässerung des Glas-

falzes gewährleisten. Ihre Dicke beträgt bei Doppel- oder Dreifachverglasungen abhängig von deren Fläche meist 4 oder 5 mm.

Die **Breite** dieser Klötze muss mindestens 2 mm größer sein als die **Dicke der Verglasung**, damit diese in ihrer ganzen Dicke gestützt wird.

Die **Länge** des Klotzes darf 80 mm nicht unterschreiten. Sie hängt nicht nur vom Gewicht der Verglasung und dessen Übertragung auf den Falzgrund ab, sondern auch von der Druckfestigkeit des Materials und der Geometrie des Fensterrahmens und des Trageklotzes.

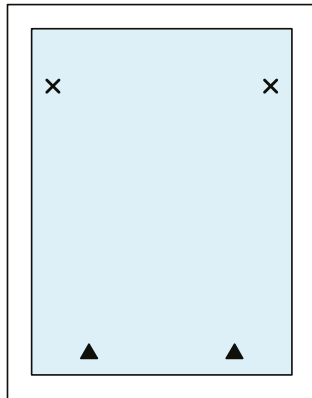
Zum Schluss ist noch zu erwähnen, dass maximal zwei Klötze angebracht werden dürfen und **der Abstand zwischen der Ecke der Verglasung und der nächstgelegenen Kante des Klotzes** mindestens 50 mm betragen muss. In der Regel beträgt dieser Abstand circa 80 bis 100 mm.

1.2 Distanzklötze

Die Distanzklötze haben keine mechanische Funktion. Sie dienen nur dazu, die Verglasung in Bezug zum Falzgrund richtig zu positionieren und in ihrer Position zu halten. Diese Klötze, deren Einbau Pflicht ist (außer bei Festverglasungen), werden verwendet, um jeden Kontakt zwischen Glas und Falzgrund zu vermeiden, insbesondere in Höhe der Aufhänge- und Verriegelungspunkte der Fensterflügel.

Genau wie die Trageklötze werden die Distanzklötze vorwiegend aus **harten synthetischen Materialien** (Härte zwischen 60 und 80 Shore A) hergestellt.

Die **Dicke** der Distanzklötze muss mindestens dem Spielraum im Randbereich entsprechen. In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf zu achten, dass die Distanzklötze



4 | Anordnung der Verglasungsklöte bei Festverglasung

die Funktionsfähigkeit der anderen Verglasungsklöte nicht behindern.

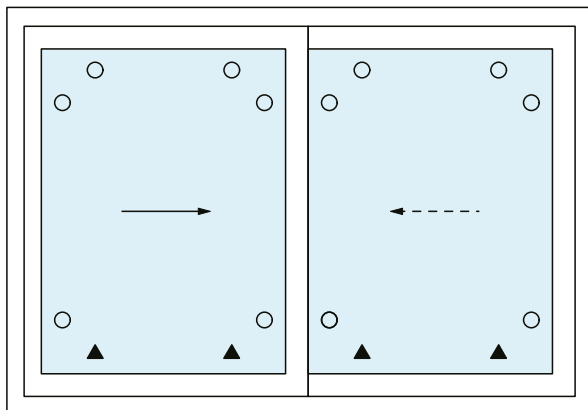
Die **Breite** der Distanzklöte muss mindestens 2 mm größer sein als die Dicke der Verglasung, damit diese in ihrer ganzen Dicke gestützt wird.

Die Distanzklöte müssen mindestens 50 mm **lang** sein.

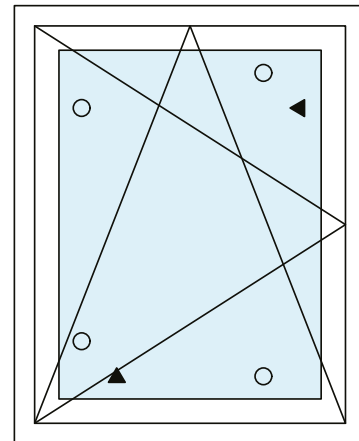
Zum Schluss ist noch zu erwähnen, dass der **Abstand zwischen der Ecke der Verglasung und der nächstgelegenen Kante des Distanzklotzes** mindestens 50 mm betragen muss.

1.3 Abstandhalter

Die Abstandhalter werden verwendet, um die Verglasung in Bezug zum Glasfalzanschlag einerseits und zur Glasleiste andererseits richtig zu positionieren und in ihrer Position



6 | Anordnung der Verglasungsklöte bei einem Horizontalschiebefenster.



5 | Anordnung der Verglasungsklöte bei einem einflügeligen Drehkippfenster.

zu halten. Dies bewirkt, dass die Fuge zwischen der Verglasung und dem Fensterrahmen (in der Ebene parallel zur Verglasung) überall gleich breit ist.

In der Praxis werden Abstandhalter oft in Form eines Hinterfüllmaterials oder durchgehenden Dichtungsprofils ausgeführt.

1.4 Provisorische Verglasungsklöte

Es können provisorische Verglasungsklöte angebracht werden, um beim Transport verglaster Fenster zur Baustelle die Verglasung in der richtigen Position zu sichern. Die Position dieser Klötze hängt davon ab, um welche Art von Fenster es sich handelt und wie es transportiert werden kann (z.B. in schräger Stellung).

Es empfiehlt sich, diese Klötze vor dem Einbau des Fensters ins Gebäude zu entfernen. Falls dies nicht erfolgt, muss sichergestellt werden, dass sie während der Lebensdauer der Verglasung an der betreffenden Stelle keine Spannungen verursachen.

2 Positionierung der Verglasungsklöte je nach Fensterart

Für die Anordnung der Verglasungsklöte in Abhängigkeit von der Fensterart kann man sich auf die Angaben in Anhang C der Norm NBN EN 12488 stützen. Es ist stets darauf zu achten, dass Entwässerungsöffnungen nicht von einem Klotz blockiert werden.

Die Abbildungen 4, 5 und 6 zeigen die Positionen der obligatorischen und nicht obligatorischen Verglasungsklöte für drei gängige Fensterarten:

- ▲ : obligatorischer Trageklotz
- : obligatorischer Distanzklotz
- ✕ : optionaler Distanzklotz.





Möchten Sie mehr über Kalkschutzgeräte erfahren?

Es kommt immer häufiger vor, dass Sanitärinstallateure von der Bauherrschaft mit dem Einbau eines Kalkschutzgeräts beauftragt werden, um den Unannehmlichkeiten entgegenzuwirken, die durch eine Kalkbildung innerhalb und außerhalb ihrer Anlagen verursacht werden. Dieser Artikel beantwortet einige der auf diesem Gebiet am häufigsten gestellten Fragen.

P. Steenhoudt, Ir., stellvertretende Leiterin der Abteilung Chemie, Mikrobiologie und Mikrostruktur, WTB

Wann und wo sollte ein Kalkschutzgerät eingebaut werden?

Die Ausrüstung einer Sanitärinstallation mit einem Kalkschutzgerät kann in Erwägung gezogen werden, wenn **die Härte des Leitungswassers mehr als 25 °fH (französische Härtegrade) beträgt**. Dies ist in Belgien meist der Fall, außer im Norden von Flandern und im Südosten des Landes (siehe [Les Dossiers du CSTC 2017/4.12](#)).

Da sich die geplante Behandlung grundsätzlich nur auf das Sanitärwarmwasser bezieht, sollte das Gerät vorzugsweise kurz vor der Warmwasseranlage eingebaut werden. Denn mit steigender Temperatur beschleunigt sich die Bildung von Kalk (oder Kalziumkarbonat). In kaltem Wasser ist sie sogar bei über 40 °fH vernachlässigbar.

Unter 15 °fH muss das Wasser nicht behandelt werden, da es nicht kesselsteinbildend ist. Zwischen 15 und 25 °fH ist dies ebenso wenig erforderlich, aber es wird eine Behandlung empfohlen, wenn die Wassertemperatur mehr als 60 °C beträgt.

Welches Kalkschutzgerät sollte verwendet werden?

Es gibt zahlreiche Technologien, die darauf abzielen, dass Wasser weniger Kesselstein bildet. Die Wahl der Technologie

beruht auf **verschiedenen Kriterien**, die vom Hersteller spezifiziert und nachgewiesen werden sollten, zum Beispiel Wirksamkeit, Selbstkosten, Nachhaltigkeit, Umfang, Lebensdauer und Wartung. Da als Erstes die **Wirksamkeit des Geräts** evaluiert werden sollte, bieten wir in Tabelle A einen Überblick über unseren derzeitigen Wissensstand bezüglich der Effizienz der wichtigsten auf dem belgischen Markt erhältlichen Technologien. Die darin angegebene Wirksamkeit bezieht sich jedoch nur auf die Eindämmung der Kalkbildung in der Installation, das heißt im Bereich der Heizelemente und Leitungen.

Bei den drei Technologien, deren Wirksamkeit im Labor nicht nachgewiesen werden konnte, könnten andere Bedingungen von Bedeutung sein als die bei der Prüfung angewandten, zum Beispiel im Hinblick auf Volumenströme, Druck und physikalisch-chemische Eigenschaften des Wassers. Wenn dies der Fall ist, müssten die Hersteller diese Bedingungen spezifizieren können.

Welche Auswirkungen haben Kalkschutzgeräte auf die Wasserqualität?

In Belgien wird das Leitungswasser kontrolliert und ist es für den Verzehr geeignet. Es ist zwar nicht verboten, ein Wasserbehandlungsgerät zu installieren, aber es empfiehlt sich, dennoch darauf zu achten, dass die Wasserqualität dadurch nicht beeinträchtigt wird.

A | Wirksamkeit von Kalkschutztechnologien zum Schutz von Sanitärinstallationen vor Kalkbildung.

Kalkschutztechnologie	Reduzierung der Kalkbildung in der Installation
Ionenaustausch	Bewiesene Wirksamkeit
Zugabe von CO ₂	Bewiesene Wirksamkeit
Magnetismus	Wirksamkeit unter den Prüfbedingungen im Labor nicht nachgewiesen
Elektromagnetismus	Wirksamkeit unter den Prüfbedingungen im Labor nicht nachgewiesen
Hinzufügung von Phosphaten	Bewiesene Wirksamkeit
Zink- oder Titananode	Wirksamkeit unter den Prüfbedingungen im Labor nicht nachgewiesen

B | Veränderungen in der Wasserzusammensetzung und potenzielle Gesundheitsrisiken in Abhängigkeit von der Kalkschuttechnologie.

Kalkschuttechnologie	Änderung der Wasserzusammensetzung	Mögliche Gesundheitsrisiken
Ionenaustausch	- Senkung des Kalziumgehalts - Erhöhung des Natriumgehalts [Na]	- Entwicklung von Mikroorganismen (auf dem Harz) - Nicht trinkbares Wasser, wenn Na > 200 mg/l (*)
Zugabe von CO ₂	- Zunahme des gelösten CO₂ - Senkung des pH-Werts	Kein Gesundheitsrisiko
Magnetismus	Keine Veränderung	Kein Gesundheitsrisiko
Elektromagnetismus	Keine Veränderung	Kein Gesundheitsrisiko
Hinzufügung von Phosphaten (durch Auflösung von Kristallen oder Zugabe)	Erhöhung des Phosphatgehalts	- Trübes Wasser, wenn Anfangshärte > 30 °fH - Entwicklung von Mikroorganismen (bei Auflösung von Kristallen)
Zink- oder Titananode	Erhöhung des Zink- oder Titangehalts	Kein Gesundheitsrisiko

(*) Bei einem Natriumgehalt von über 200 mg/l ist das Wasser für den Verzehr nicht geeignet. Wir möchten darauf hinweisen, dass eine Reduzierung um einen französischen Härtegrad zu einer Erhöhung der Natriumkonzentration des Wassers um 4,6 mg/l führt.

Zum Beispiel verändern **magnetische und elektromagnetische Geräte** die Wasserzusammensetzung nicht und bleibt daher das mit Geräten dieser Art behandelte Wasser trinkbar. Gleiches gilt für **Geräte, die CO₂ zuführen**. Von diesem Gas, das von Natur aus in Wasser vorhanden ist, wird zur Vermeidung von Kalkablagerungen nur eine geringe Menge benötigt, die zur Senkung des pH-Werts des Wassers um maximal eine Einheit führt. Das Gerät muss jedoch vom Installateur richtig eingestellt werden.

Da die **übrigen Geräte** Auswirkungen auf die Wasserzusammensetzung haben, wird grundsätzlich empfohlen, nur das Wasser im Kreis für die Warmwasserbereitung zu behandeln. Auf diese Weise bleibt die Trinkbarkeit des kalten Wassers, das für den menschlichen Verzehr verwendet wird, erhalten.

In Tabelle B ist für die einzelnen Kalkschuttechnologien aufgeführt, welche Veränderungen sie in der Wasserzusammensetzung bewirken und welche potenziellen Gesundheitsrisiken mit ihnen verbunden sind.

Verhindern Kalkschutzgeräte die Kalkbildung außerhalb der Sanitärinstallation?

Außerhalb der Installation kann Kalk auf zweierlei Weise entstehen:

- Wenn das an der Entnahmestelle der Installation entnommene Wasser erwärmt wird, lagert sich Kalziumkarbonat an den Heizelementen ab. Dies ist bei Wasserkochern, Kaffeemaschinen, Bügeleisen, Geschirrspülmaschinen und Waschmaschinen der Fall.
- Wenn Wassertropfen auf der Oberfläche eines Wasserhahns, eines Spülbeckens oder einer Duschwand liegen bleiben, setzt sich das Kalzium nach Verdunstung des Wassers in Form von Hydroxiden ab und wird bei Luftkontakt in Kalziumkarbonat umgewandelt.

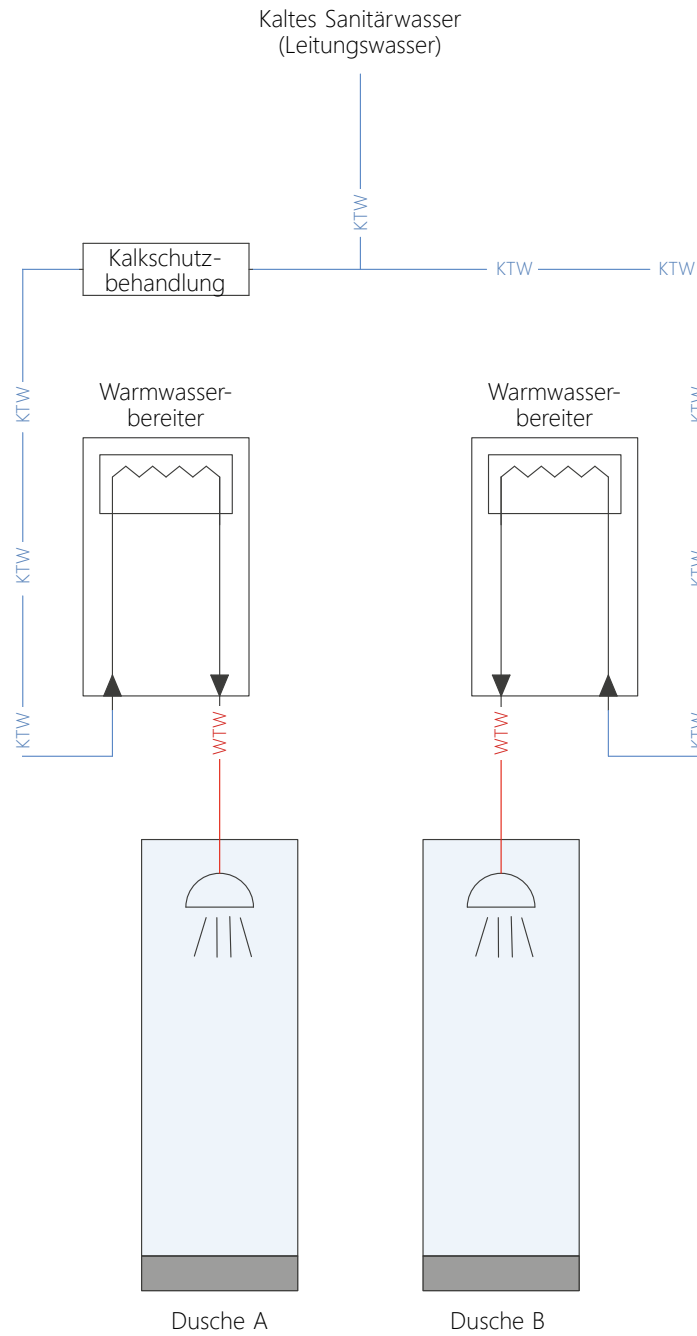
Beide Prozesse treten nicht auf, wenn das Wasser nur wenig Kalzium enthält. Dies ist unter anderem bei von Natur aus weichem Leitungswasser der Fall.

Wenn das Wasser mit **einer auf Ionenaustausch basierenden Enthärtungsanlage** behandelt wird, so bildet sich wenig bis kein Kalk an Duschwänden oder Wasserhähnen, wo warmes Wasser verwendet wird. Da kaltes Wasser nicht behandelt werden muss, wird dagegen an den Heizelementen von mit kaltem Wasser gespeisten Haushaltsgeräten Kalk entstehen, es sei denn, diese bieten die Möglichkeit, Salz oder einen anderen Wasserenthärter zuzugeben.

Da die **anderen Kalkschuttechnologien** das Kalzium nicht aus dem Wasser entfernen, werden sie nicht vermeiden können, dass außerhalb der Installation Kalkablagerungen auftreten. Was die Geräte anbelangt, die keim- oder kalziumbindende Bestandteile bilden, müssen Versuche durchgeführt werden, um ihre Kalkschutwirkung außerhalb der Installation zu beurteilen. Denn es hat sich gezeigt, dass mit magnetischen oder elektromagnetischen Feldern behandeltes Wasser zur Bildung eines feinen bräunlichen Schlamms führt, der nicht am Boden eines Wasserbehälters haftet, dessen Temperatur bis zum Siedepunkt erhöht wird (statt einer weißlichen kesselsteinbildenden Ablagerung).

Diese Phänomene der Kalkbildung außerhalb der Sanitärinstallation werden im Rahmen der pränormativen Studie des WTB **Evacode** weiter untersucht werden. So werden wir unter anderem einen quantitativen Vergleich der Kalkbildung an Duschwänden vornehmen können, die mit unbehandeltem und mit verschiedenen Kalkschuttechnologien behandeltem Wasser besprüht wurden (siehe Abbildung der Versuchsanordnung auf der nächsten Seite). 

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Projekts Evacode II mit Unterstützung des Normungsamts NBN verfasst.



———— KTW ——— Kaltres Trinkwasser

———— WTW ——— Warmes Trinkwasser

Versuchsanordnung für den quantitativen Vergleich der Kalkbildung an Wänden von zwei Duschen, von denen eine mit unbehandeltem Wasser besprüht wurde und die andere mit Wasser, das mit verschiedenen Technologien behandelt wurde. Die obige schematische Darstellung illustriert das Prinzip der Prüfung.



Reinigung von WDVS-Fassaden: Wie sollte man vorgehen?

Die Behandlung biologischer Verschmutzungen (z.B. Moos, Algen oder Schimmel) an einer WDVS-Fassade ist von der Farbe und dem Erscheinungsbild der Verschmutzung abhängig. So wird bei grüner Verschmutzung oft schon die Verwendung eines Produkts für die (bio-)chemische Behandlung ausreichen, während dunkel verfärbte Verschmutzungen meist vorab eine Hochdruckreinigung mit Wasser erfordern. Welche Behandlung sollte nun am besten gewählt und welches Produkt dafür verwendet werden? Die Antwort finden Sie in diesem Artikel.

J. Van Herreweghe, Dr. Ing., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Mikrobiologie und Mikropartikel, WTB

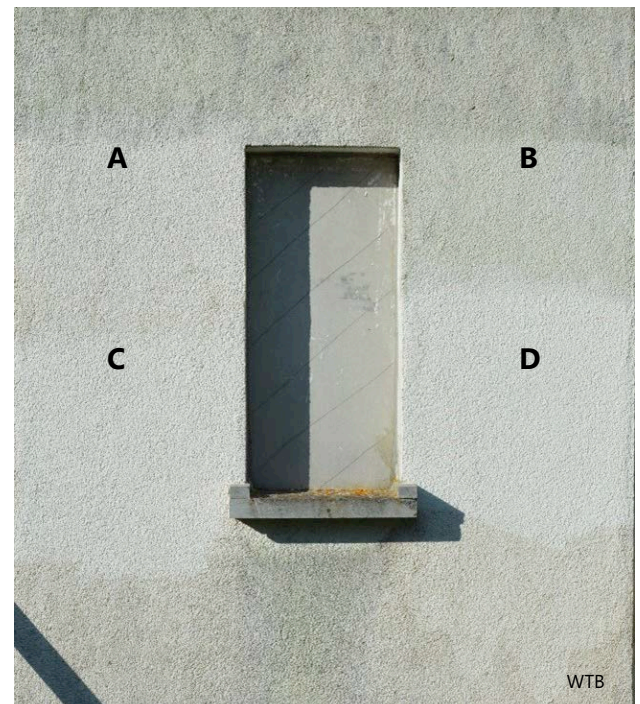
Die Entstehung von biologischen Verschmutzungen ist kein alleiniges Problem von WDVS-Fassaden. Einige Aspekte können jedoch die Entstehung und Sichtbarkeit solcher Verschmutzungen an WDVS-Fassaden begünstigen, zum Beispiel eine häufig anzutreffende helle Putzfarbe und die Eigenschaften des Systems. Dieser Artikel zielt jedoch nicht darauf ab, die Entstehungsursachen von biologischen Verschmutzungen an WDVS-Fassaden zu erläutern oder Präventionsmaßnahmen aufzuführen, sondern soll **Leitlinien** für die Behandlung dieser Fassaden bieten. Untermauert werden diese Leitlinien unter anderem durch Ergebnisse des internen Forschungsprojekts clean.ETICS.

Es empfiehlt sich, dies vorab mit dem Gebäudeeigentümer zu besprechen.

Welche Maßnahmen in welcher Reihenfolge?

Wenn es sich um eine **beginnende Verschmutzung** oder eine Verschmutzung mit einer **einheitlichen grünen Farbe** handelt, kann die bloße Verwendung eines Produkts für die **(bio-)chemische Behandlung** ausreichen. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass sich erste Anzeichen für eine Wirkung der Reinigung erst nach einigen Tagen erkennen lassen. Da die durch das Produkt geschwächten oder abgetöteten Organismen zurückgehen und/oder unter dem Einfluss der Witterungsverhältnisse von der Oberfläche verschwinden werden, wird sich der Reinigungseffekt in den ersten Wochen nach der Anwendung noch vergrößern.

Weiter fortgeschrittene oder dunkel verfärbte Verschmutzungen wiederum erfordern eine ganze Reihe von Maßnahmen. Untersuchungen haben gezeigt, dass in diesen Fällen eine **Hochdruckreinigung mit Wasser, gefolgt von einer (bio-)chemischen Behandlung** am wirkungsvollsten ist (siehe Abbildungen 1 und 2). Ein Nachteil ist jedoch, dass die vollständige Wirkung dieser Behandlung nicht unmittelbar sichtbar ist, da das Produkt einige Zeit einwirken muss.



- A. Reinigung mit einem Produkt
- B. Hochdruckreinigung mit Wasser
- C. Reinigung mit einem Produkt, gefolgt von einer Hochdruckreinigung mit Wasser
- D. Hochdruckreinigung mit Wasser, gefolgt von der Anwendung eines Produkts

1 | Anwendung verschiedener Behandlungen bei einem Silikonharzputz mit biologischer Verschmutzung.



Voraussetzungen für die Hochdruckreinigung mit Wasser

Eigenschaft der Hochdruckreinigung mit Wasser	Voraussetzung
Arbeitsabstand zur Oberfläche	Mindestens 30 cm
Spritzdüse der Lanze	Flachstrahl mit einem Spritzwinkel von mindestens 40°
Wasserdruck	50 - 60 bar
Wassertemperatur	Kaltes Wasser (Leitungswassertemperatur)

Bei **hartnäckiger Verschmutzung** ist es möglicherweise erforderlich, das Reinigungsverfahren zu wiederholen. Dabei kann eventuell ein Behandlungsprodukt auf Basis eines anderen Wirkstoffs angewandt werden.

Bestimmte Verschmutzungen können jedoch so hartnäckig sein, dass sie sich kaum beseitigen lassen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass beginnende Verschmutzungen möglichst schnell behandelt werden. Man sollte sich auch der Tatsache bewusst sein, dass die biologische Verschmutzung ohne die Bekämpfung eventueller zugrunde liegender Ursachen im Laufe der Zeit wiederkehren wird.

Voraussetzungen für die Hochdruckreinigung mit Wasser

Die Hochdruckreinigung mit Wasser ist ein wirksames und gängiges Verfahren zur Beseitigung biologischer Verschmutzungen. Damit ein Verfahren dieser Art auf einem relativ empfindlichen Untergrund wie einem WDVS-Putz zur Anwendung kommen kann, sind jedoch einige Voraussetzungen zur Vermeidung von Beschädigungen zu berücksichtigen (siehe obige Tabelle).

(Bio-)chemische Behandlung: Wie wählt man einen geeigneten Wirkstoff aus?

Um einen für die vorhandene Verschmutzung geeigneten Wirkstoff zu finden, sollte von **der Farbe und dem Erscheinungsbild** der Verschmutzung ausgegangen werden.

Wenn die vorhandene Verschmutzung **eindeutig eine grüne Farbe** hat und/oder **Moose oder Flechten** vorhanden sind, ist vorzugsweise ein Behandlungsprodukt auf **Enzymbasis** einzusetzen. Zu finden sind Produkte dieser Art in der **Produktdatenbank** des WTB in der Produktkategorie ‚Produits de nettoyage à base d’enzymes pour applications industrielles diverses‘.

Wenn die Verschmutzung **dunkel aussieht**, ist dies wahrscheinlich auf das Vorhandensein von Cyanobakterien oder Schimmeln zurückzuführen. Diese lassen sich jedoch mit bloßem Auge nur schwer unterscheiden. Hierfür ist eine mikroskopische Analyse der Verschmutzung erforderlich. Als Alternative kann man bei der Produktauswahl zu Orientierungszwecken auf dem Putz eine Reihe von Tests an nebeneinander liegenden Stellen durchführen. Falls es sich um **Cyanobakterien** handelt, kann zunächst ein **enzymatisches Produkt** eingesetzt werden. Wenn sich dies als zu wenig wirkungsvoll erweist, sollte man zu einer

Behandlung mit **einem Produkt auf der Basis von quaternärem Ammoniumsalz** (DidecylDimethylAmmoniumChlorid (DDAC) oder BenzAlkoniumChlorid (BAC)) übergehen. Bei **Schimmel** empfiehlt sich die Anwendung eines quaternären Ammoniumsalzes auf Basis von BAC.

Da die Gesundheits- und Umweltrisiken bei Produkten auf Enzymbasis am geringsten und bei Produkten auf der Basis von BAC am höchsten sind, empfiehlt es sich – falls die Art der Verschmutzung es zulässt – zunächst ein enzymatisches Produkt in Erwägung zu ziehen, anschließend zu einem Produkt auf Basis von DDAC zu wechseln (falls sich das enzymatische Produkt als nicht ausreichend erweist) und erst zuletzt auf ein Produkt auf der Basis von BAC zurückzugreifen.

Wenn auch nach Wiederholung des Reinigungsverfahrens noch eine unerwünschte Verschmutzung oder Verfärbung vorhanden ist, kann der gezielte Einsatz eines Mittels zur **oxidierenden Behandlung** auf Basis von Natriumhypochlorit (Bleichmittellösung) oder Wasserstoffperoxid erwogen werden. Diese Produkte wirken am besten, wenn der Umfang der biologischen Verschmutzung bereits reduziert wurde. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass solche Produkte bei Silikonharzputzen zu leichten Farbunterschieden und bei anderen in der Fassade verarbeiteten Materialien zu bleibenden Flecken führen können. Deshalb sollte die Anwendung von oxidierenden Produkten als **letzter Rettungsanker** betrachtet werden und müssen in der Fassade verarbeitete empfindliche Materialien während der Reinigung geschützt werden.

Die in Belgien zugelassenen Biozidprodukte auf Basis von quaternären Ammoniumsalzen oder oxidierenden Wirkstoffen sind über eine **interaktive Webanwendung** zu finden, die auf der Website des Föderalen Öffentlichen Diensts Volksgesundheit zu finden ist. 

- 2 | Silikonharzputz mit biologischer Verschmutzung nach kompletter Hochdruckreinigung mit Wasser, gefolgt von der Anwendung eines Behandlungsprodukts.





Schallschutzeigenschaften von schwimmenden Estrichen: Auswirkungen der Ausgleichsschicht

Der Einbau einer elastischen Schicht unter einem Estrich ist eine wirkungsvolle Lösung zur Begrenzung der Trittschallübertragung. Das Vorhandensein einer Ausgleichsschicht kann jedoch abhängig von deren Dicke und inhärenten Eigenschaften sowohl positive als auch negative Folgen für die Schallschutzeigenschaften des schwimmenden Estrichs haben.

C. Crispin, Lic. Physik, Hauptprojektleiterin, Abteilung Akustik, Fassaden und Schreinerarbeit, WTB
A. Dijkmans, Dr. Ir., Senior-Projektleiter, Laboratorium Akustik, WTB

Problematik der Ausgleichsschicht

Der Hauptzweck der Ausgleichsschicht besteht darin, den Estrich auf die passende Höhe zu bringen und Leitungen in den Fußboden zu integrieren. Unter akustischen Gesichtspunkten wird sie empfohlen, da sie für einen ebenen Untergrund sorgt, auf dem sich die elastische Zwischenschicht korrekt verlegen lässt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2009/4.18](#)). Diese Schicht kann je nach Zusammensetzung auch als Wärmedämmung für den Fußboden dienen.

Das Vorhandensein einer Ausgleichsschicht hat jedoch auch Folgen für die Schallschutzeigenschaften des schwimmenden Estrichs. **Denn diese Schicht kann je nach Art und Dicke zu einer erheblichen Steigerung oder Verringerung seiner Effizienz führen.**

Daher sollten Baufachleute auf folgende Aspekte achten:

- Zusammensetzung der bei der Laborprüfung verwendeten Elemente.

Sie muss bei der Analyse von technischen Datenblättern der Hersteller kontrolliert werden. Denn falls eine elastische Zwischenschicht auf einer anderen als der im Prüfbericht aufgeführten Ausgleichsschicht verlegt wird, sind die angegebenen Schallschutzeigenschaften nicht mehr gewährleistet.

- Wirksamkeit der elastischen Zwischenschichten. Sie lässt sich nur anhand von Laborprüfungen ohne Ausgleichsschicht objektiv vergleichen.
- Jede Veränderung in Bezug auf die Art oder Dicke einer Ausgleichsschicht. Denn sie kann dazu führen, dass die akustischen Anforderungen nicht erfüllt werden.

Die akustischen Auswirkungen in Zahlen

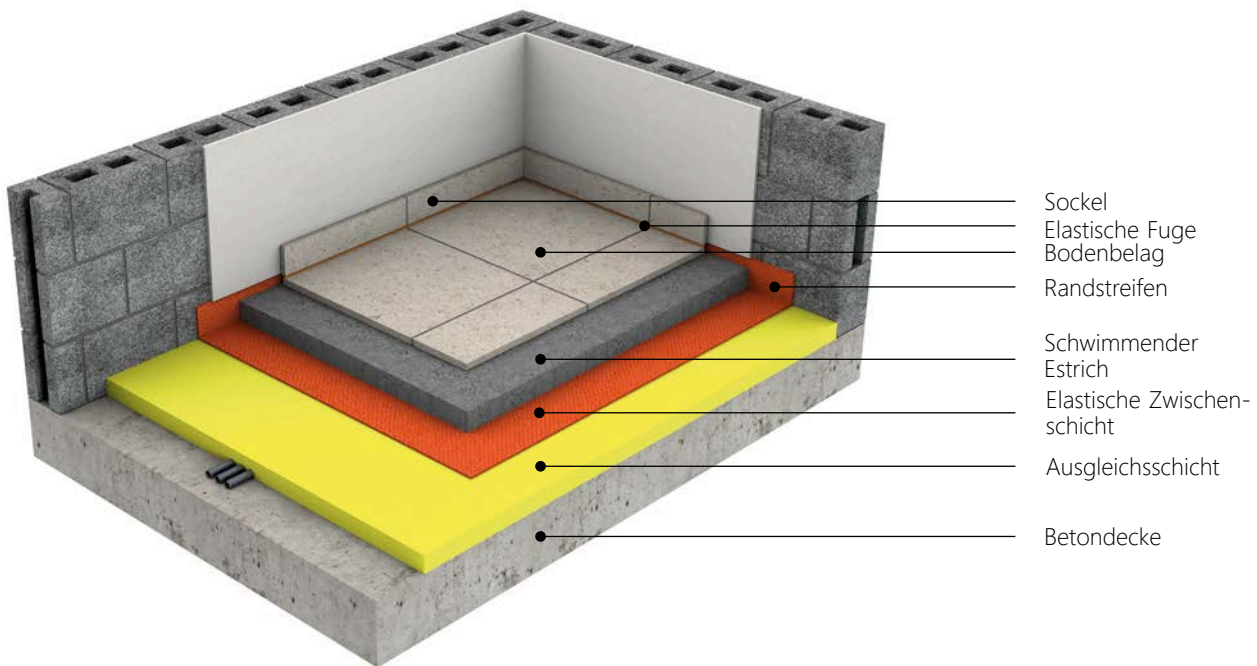
Mit dem ΔL_w -Wert, der in den technischen Datenblättern der Hersteller zu finden ist, wird die Trittschallminderung infolge eines schwimmenden Estrichs ausgedrückt. Je höher dieser Wert, desto leistungstärker das Produkt.

In zahlreichen Laborprüfungen wurde nachgewiesen, dass das Vorhandensein einer Mörtelschicht mit Kügelchen aus expandiertem Polystyrol (EPS) oder auf Basis von Schaumbeton mit einer Dicke von circa 5 cm zu einer Erhöhung des ΔL_w -Werts um +1 bis +5 dB führt. Bei der Verwendung von Polyurethanschaum (PU) gibt es dagegen die Tendenz einer Verringerung der Effizienz des schwimmenden Estrichs um maximal 3 dB (siehe Tabelle).

Im Allgemeinen scheint sich durch eine Ausgleichsschicht (außer bei PU-Schaum) die Effizienz eines schwimmenden Estrichs zu erhöhen. Die Unterschiede beim ΔL_w -Wert in der Tabelle geben jedoch hauptsächlich wieder, was bei den niedrigen Frequenzen geschieht. Eine eingehendere Analyse der Ergebnisse ergibt für Schaumbeton und PU-

Effizienzsteigerung oder -einbußen des schwimmenden Estrichs bei Vorhandensein einer Ausgleichsschicht unter einer klassischen Zwischenschicht.

Art der Ausgleichsschicht	Differenz bei ΔL_w
EPS-Mörtel (150 bis 300 kg/m ³) Dicke: ± 5 cm	von +2 bis +5 dB
Schaumbeton (350 bis 400 kg/m ³) Dicke: ± 5 cm	von +1 bis +2 dB
PU-Schaum (10 bis 50 kg/m ³) Dicke: ± 5 cm	von -3 bis +1 dB



Schematische Darstellung des Aufbaus eines schwimmenden Estrichs mit Ausgleichsschicht.

Schaum bei mittleren Frequenzen die Tendenz einer Verringerung der Effizienz des schwimmenden Estrichs um -2 bis -4 dB. Dieser Effizienzverlust kann bei PU-Schäumen sogar eindeutig wahrnehmbare Werte von -10 dB für hohe Frequenzen erreichen.

Erste Erkenntnisse und Empfehlungen

Für die Realisierung einer akustisch optimalen Ausgleichsschicht ist es wichtig, ein **subtiles Gleichgewicht zwischen ihren inhärenten Eigenschaften und ihrer Dicke zu finden**. Dennoch lassen sich auf Grundlage der ersten Analysen der Laborprüfungen einige Erwägungen formulieren:

- Bei einer Ausgleichsschicht, die viel steifer ist als die elastische Zwischenschicht, gibt es eine Tendenz zur Minderung der Schallschutzeigenschaften des schwimmenden Estrichs. Vorzuziehen sind daher **weniger steife Schichten**, zum Beispiel Mörtel auf EPS-Basis.
- Da der ΔL_w -Wert von allen Elementen unter dem Estrich abhängig ist, empfiehlt es sich, zur Vermeidung unangenehmer Überraschungen nach der Ausführung der Arbeiten den gesamten gewählten Aufbau (elastische Zwischenschicht einschließlich Ausgleichsschicht) einer **Laborprüfung** zu unterziehen. Manche Hersteller führen in ihren technischen Datenblättern bereits die Schallschutzeigenschaften verschiedener Kombinationen von Ausgleichs- und Zwischenschichten auf.
- Eine klassische Ausgleichsschicht bietet keine hohe Trittschallminderung und entspricht daher an sich meist nicht den Normkriterien. Um einen hinreichenden Schallschutz zu erzielen, muss im Allgemeinen eine **Ausgleichsschicht**

mit einer elastischen Zwischenschicht kombiniert werden. Es sind auch Lösungen auf dem Markt erhältlich, bei denen Ausgleich, Wärmedämmung und Trittschallminderung mit einer einzigen Schicht gewährleistet werden.

- Ausgleichsschichten, die aus einem **Gemisch von Kugeln aus EPS-Schaum und Zement** bestehen, scheinen derzeit in Bezug auf die Schallschutzeigenschaften eines schwimmenden Estrichs die größten Vorteile zu bieten, und zwar wegen ihrer im Vergleich zu anderen Schichten relativ geringen Steifigkeit und ihrem hohen Dämpfungsvermögen.
- PU-Schaum-Schichten haben ein sehr geringes Dämpfungsvermögen, was zu einer Beeinträchtigung der Leistungen des schwimmenden Estrichs im mittleren und hohen Frequenzbereich führt. Unter akustischen Gesichtspunkten betrachtet ist es daher ratsam, unter Berücksichtigung der thermischen Anforderungen **keine allzu dicken Schichten** einzubauen.

Anders als bei Schaumbeton sind die Auswirkungen auf den ΔL_w -Wert bei einer Kombination aus Schaumbeton und einer elastischen Zwischenschicht noch nicht gut definiert. Dies wird somit später in der Studie verdeutlicht werden müssen. Es wird auch ein Berechnungsverfahren zur Einschätzung der Auswirkungen der Ausgleichsschicht auf den ΔL_w -Wert mit oder ohne elastische Zwischenschicht entwickelt werden. ■

Dieser Artikel wurde im Rahmen der vom FÖD Wirtschaft geförderten Normen-Außenstelle Akustik und dem von Innoviris bezuschussten Technologischen Beratungsdienst C-Tech verfasst.



Klebstoffe für elastische Bodenbeläge: Auswirkungen von Feuchtigkeit

Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs führt häufig zur Ablösung von weichen Bodenbelägen (auch elastische Bodenbeläge genannt). Denn die Aushärtung des Klebstoffs kann sich durch das Vorhandensein von Feuchtigkeit erheblich verzögern. Diese Verzögerung wird von der Wasserdampfdurchlässigkeit des Bodenbelags beeinflusst. Generell gelten noch stets die Grenzwerte für den Feuchtigkeitsgehalt von Estrichen in der TI 241. Bei sehr dampfdichten Belägen muss auf die Einhaltung dieser Kriterien geachtet werden.

E. Nguyen, Ir., stellvertretende Leiterin des Laboratoriums Baumaterialien, WTB

E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Bauchemie, WTB

Die heutigen Kriterien in Bezug auf den zulässigen Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs für die Verlegung elastischer Bodenbeläge basieren hauptsächlich auf Erfahrungswerten. Auf europäischer Ebene unterscheiden sich die Werte in der Technischen Spezifikation CEN/TS 14472-1 von Land zu Land und stützen sich in manchen Fällen auf veraltete Werte, die neueste Weiterentwicklungen nicht berücksichtigen. Infolgedessen können sie immer Gegenstand von Diskussionen sein.

In einigen **zuvor durchgeführten WTB-Studien** zu Feuchtigkeitskriterien von Estrichen wurde nachgewiesen, dass die Dampfdrücke, die sich unter elastischen Bodenbelägen entwickeln können, sehr niedrig und für sich allein genommen keine Erklärung für die Ablösung von Belägen sind. Man kann zwar davon ausgehen, dass die im Estrich vorhandene Feuchtigkeit einen Einfluss auf die Aushärtung des Klebstoffs hat, aber diese Hypothese ist noch nicht belegt und das Phänomen wurde noch nicht eindeutig quantifiziert.

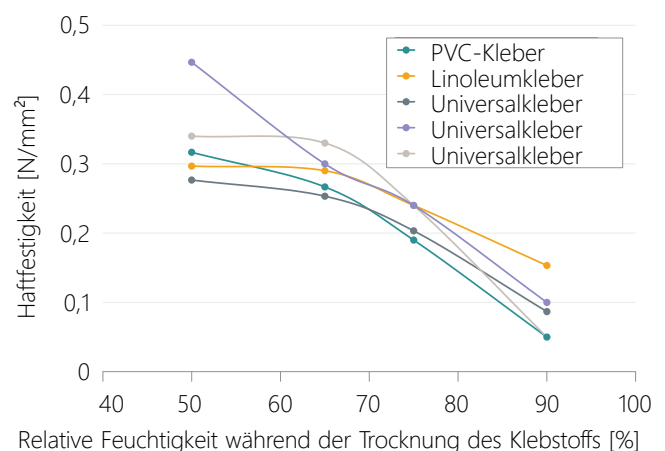
Ziel der **pränormativen Studie Adersol** ist es, einen besseren Einblick in das Phänomen der Ablösung elastischer Bodenbeläge zu verschaffen und die heutigen Kriterien zu validieren oder anzupassen. Im Rahmen dieser Studie wurden das Verhalten verschiedener Klebstoffe und der Einfluss der Wasserdampfdurchlässigkeit des Bodenbelags untersucht.

Einfluss von Feuchtigkeit auf den Klebstoff

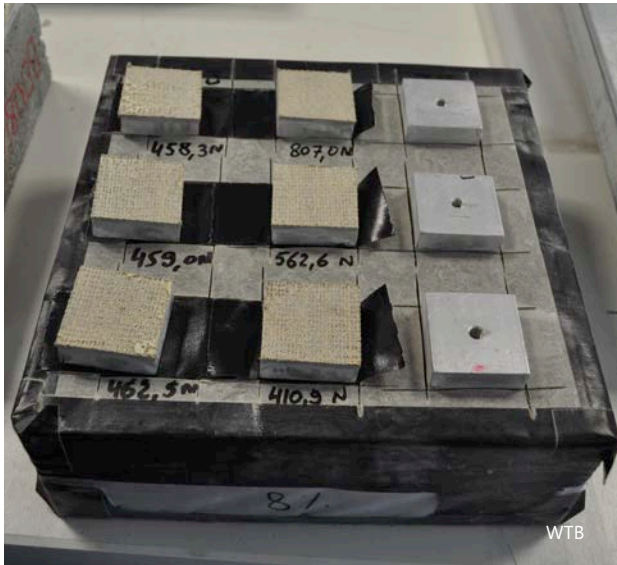
Die Studie bezieht sich sowohl auf **Linoleum- und PVC-Kleber** als auch auf **Universalkleber**. Bei allen untersuchten Klebstoffen wurde das sogenannte Nassklebeverfahren

angewandt, das eine kurze Wartezeit zwischen dem Klebstoffauftrag und der Verlegung des Bodenbelags beinhaltet. Die Klebstoffe härten durch die Verdunstung des Wassers und das Zusammenklumpen der Teilchen in der Dispersion aus.

Bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % verschwindet der Großteil des in den Klebstoffen vorhandenen Wassers nach **10 bis 15 Minuten**. Diese Zeit entspricht ungefähr der in den technischen Datenblättern angegebenen Wartezeit. Wenn sich die Luftfeuchtigkeit einem Wert von 100 % annähert, verzögert sich die Wasserverdunstung und verlängert sich die Wartezeit je nach verwendetem Klebstoff auf **30 bis 45 Minuten**.



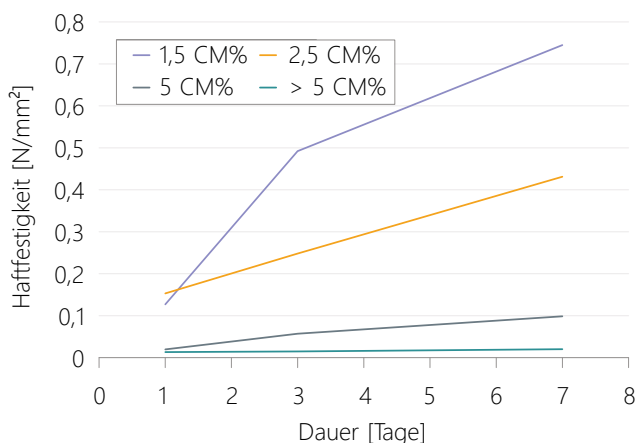
1 | Einfluss der relativen Feuchtigkeit auf die Haftung des Klebstoffs.



2 | Haftungsprüfung bei einem Estrich.

Einige **Haftungsprüfungen** bei Metallblechen bestätigen, dass das Vorhandensein von Feuchtigkeit auch einen großen Einfluss auf die Aushärtung der Klebstoffe hat (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite). Die verschiedenen untersuchten Produkte zeigen ein ganz ähnliches Verhalten. So stellten wir unter anderem fest, dass:

- das Vorhandensein von Feuchtigkeit die Aushärtung des Klebstoffs verhindert und damit auch die Haftungswerte auf null reduziert
- die Haftung mit steigender relativer Luftfeuchtigkeit abnimmt. Dieses Phänomen beschleunigt sich, wenn die Luftfeuchtigkeit auf über 70 % ansteigt. Beim Großteil der geprüften Klebstoffe können wir davon ausgehen, dass eine relative Luftfeuchtigkeit von circa 65 % es zulässt, eine maximale Haftung von 80 bis 100 % zu erreichen.



3 | Haftung eines Gummi-Bodenbelags im Zeitverlauf abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs.

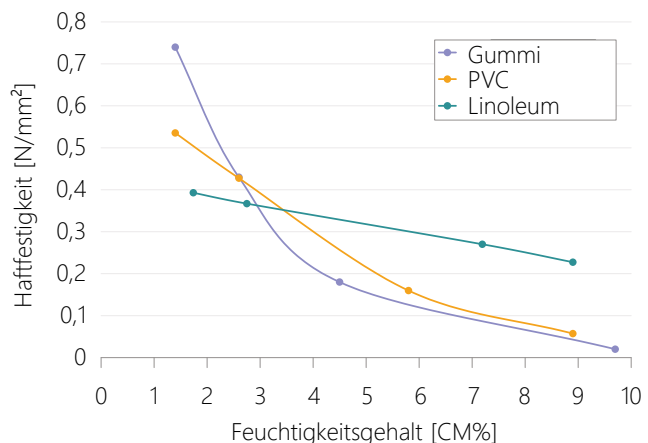
Einfluss des Bodenbelags

Zur Beurteilung des Einflusses des Bodenbelags auf die Aushärtung des Klebstoffs wurden einige **zusätzliche Haftungsprüfungen** durchgeführt. Dabei wurden Beläge aus PVC, Linoleum und dünne Gummibeläge untersucht. Sie wurden gemäß Herstellervorschriften auf Estrichplatten verklebt, die zuvor bis auf genau definierte Werte befeuchtet wurden. Die Durchführung der Prüfungen erfolgte unter Laborbedingungen (bei einer Temperatur von 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 %; siehe Abbildung 2).

Bei allen Bodenbelägen wurde mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs eine verringerte Haftung des Klebstoffs festgestellt. Der Umfang dieses Phänomens hängt jedoch von der Art des Bodenbelags ab.

So sinkt die Haftung von Klebstoff bei sehr dampfdichten Belägen wie beispielsweise Gummi sehr rasch (siehe Abbildungen 3 und 4). Bei dampfdurchlässigeren Belägen, wie zum Beispiel Linoleum oder PVC, hat das Vorhandensein von Feuchtigkeit im Estrich dagegen geringere Auswirkungen und sollte eine Verklebung auch bei höheren Feuchtigkeitsgehalten möglich sein (siehe Abbildung 4). Ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs verhindert jedoch in allen Fällen die Aushärtung des Klebstoffs.

Die **TI 241** schreibt für den Estrich einen Feuchtigkeitsgehalt von **2 CM% (Messung über die Calciumcarbid-Methode) für die Verlegung von Belägen mit geringer Wasserdampfdurchlässigkeit** (z.B. Gummi) und von **2,5 CM% für dampfdurchlässigere Beläge** (z.B. Linoleum) vor. Im Vergleich zu Gummibelägen sind Beläge aus PVC weniger feuchtigkeitsempfindlich. Sie könnten somit als dampffest betrachtet werden. Aus dem Diagramm in Abbildung 4 geht hervor, dass mit diesen Grenzwerten eine Haftung von ungefähr 80 bis 90 % erreicht wird und diese somit akzeptabel erscheinen. Da Gummibeläge feuchtigkeitsempfindlicher sind, muss der Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs zur Erfüllung der Kriterien in der TI in diesem Fall strenger kontrolliert werden. ■



4 | Einfluss des Feuchtigkeitsgehalts des Estrichs auf die Haftfestigkeit von Bodenbelägen (nach 7 Tagen).

Die Auswirkungen von Holzöfen auf die Luftqualität in Gebäuden reduzieren

Die Planung der Abgasführung und die Position der Schornsteinmündung beeinflussen den Betrieb eines Holzofens und die Rauchverteilung. Zur Vermeidung von Problemen wie beispielsweise mangelhaftem Schornsteinzug oder einer Belästigung der Nachbarn sollte die Mündung im Idealfall bei Schrägdächern 50 cm über dem First und bei Flachdächern 200 cm über der Attika liegen. Die Verwendung von Holz, das trocken genug ist, und ein korrekter Betrieb des Ofens bewirken eine Verbesserung der Qualität des Rauchs.

X. Kuborn, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB

P. Van den Bossche, Ing. Lic., Hauptprojektleiter, Abteilung Intelligente Anlagen und nachhaltige Lösungen, WTB

Zur Begrenzung des Eindringens von verunreinigenden Stoffen und Brandgeruch in Gebäude bei der Verwendung eines Holzofens ist Folgendes zu berücksichtigen:

- die **Qualität des Rauchs**
- die **Verteilung des Rauchs** und die Tatsache, dass er von Fenstern und Lüftungsöffnungen ferngehalten werden muss.

Dieser Artikel beinhaltet eine Übersicht zu Elementen einer Studie des WTB und des Forschungsinstituts VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek), die im Auftrag der Flämischen Region durchgeführt wurde ⁽¹⁾.

Die Empfehlungen in diesem Artikel zielen darauf ab, Bestandssituationen zu verbessern, bei denen Geruchsprobleme, ein mangelhafter Schornsteinzug oder Rauchrückschlag gemeldet werden. Einige Empfehlungen sind jedoch in der Praxis schwer umsetzbar. Obwohl sie nicht als zu erfüllende Mindestanforderungen betrachtet werden dürfen, können sie dennoch als Leitlinien für die Planung neuer Anlagen dienen.

Rauchqualität: Leistung, Abgasführung, Brennstoff, Betrieb, Wartungsöffnungen

Die **Abgabeleistung des Ofens** muss auf den Bedarf des Gebäudes und die Bedürfnisse der Nutzer abgestimmt werden. Dies kann am besten durch eine Anpassung der Holzmenge im Feuerraum erreicht werden. Selbstverständlich lässt sich die Verbrennung auch durch das Regeln (teilweises Schließen) der Verbrennungsluftzufuhr optimieren. Zur Vermeidung einer Verschlechterung der Verbrennungsqualität und einer Verstopfung von Ofen und Rauchrohr darf die Luftzufuhr jedoch nie zu stark blockiert sein. Pelletöfen bieten auf jeden Fall eine bessere Leistungsregelung und erzeugen im Allgemeinen qualitativ besseren Rauch.

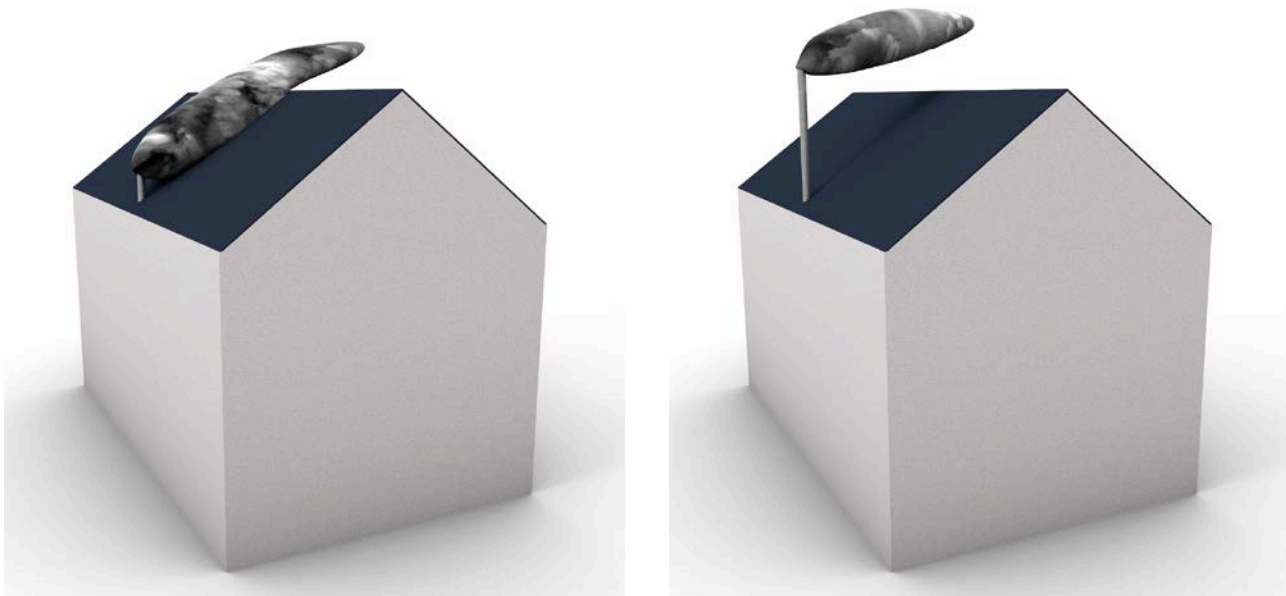
In der Regel ist eine **Abgasführung** ausreichend, die sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes thermisch isoliert ist und denselben Durchmesser hat wie der entsprechende Anschlussstutzen des Ofens. Das Rohr sollte möglichst vertikal verlaufen und Bögen sind zu vermeiden. Der Schornstein muss vom Ofen bis zur Mündung zwischen

Holzverbrennung: Wachsamkeit ist geboten

In vielen Haushalten wird gelegentlich mit Holz geheizt. Trotz der beträchtlichen Fortschritte, die bereits erzielt wurden, kann Verbrennungsrauch unverbrannte Bestandteile enthalten und unangenehme Gerüche und Augen- und Atemwegsreizungen verursachen. Daher ist es wichtig, weiterhin Augenmerk auf die Qualität der Verbrennung und die Verteilung des Rauchs zu legen.

⁽¹⁾ Leidraad voor het voorkomen en beperken van hinder van rook afkomstig van huishoudelijke houtverwarmingstoestellen. VITO, Mol, 2021. Dieser Leitfaden ist über folgenden Link zu finden:

https://emis.vito.be/sites/emis/files/study/Leidraad_schouwen_en_ventilatieopeningen_20210719.pdf



Vergleich von Rauchfahnen in Abhängigkeit von der Höhe der Mündung (anhand von Simulationen).

4 und 12 m hoch sein, es sei denn, der Ofen ist mit einem Zuluftventilator ausgestattet.

Für eine gute Verbrennung ist es erforderlich, trockenes Holz zu verwenden. Zur Einhaltung der strengsten Normen darf der Feuchtigkeitsgehalt der **Pellets** nicht mehr als 10 % betragen. **Holzscheite** müssen mindestens zwei Jahre abgedeckt getrocknet werden, um den empfohlenen Feuchtigkeitsgehalt von 15 % zu erreichen.

Der **Holzofen** muss nicht nur einen hohen Wirkungsgrad haben und gut dimensioniert sein, sondern auch richtig betrieben werden ⁽²⁾ (siehe [Les Dossiers du CSTC 2015/3.14](#)). Außerdem sollte der Ofen vorzugsweise luftdicht sein, das heißt, die Verbrennungsluft soll direkt von draußen zugeführt werden. Bei nicht luftdichten Öfen muss der Raum mit einer permanenten Öffnung für die Verbrennungsluftzufuhr ausgestattet sein. Der Betrieb einer Dunstabzugshaube kann bei nicht luftdichten Öfen zu einem Rauchrückschlag führen.

Sowohl die Abgasführung als auch die Feuerungsanlage müssen regelmäßig gereinigt werden. Es ist daher notwendig, an strategischen Stellen in der Abgasführung **Reinigungsöffnungen** vorzusehen.

Lage der Schornsteinmündung

Die Position der Mündung ist von wesentlicher Bedeutung, um:

- genügend Zug im Schornstein und einen optimalen Betrieb des Holzofens zu erreichen
- zur Begrenzung von Beeinträchtigungen für die Nach-

barschaft eine schnelle Verdünnung des Rauchs in der Umgebung sicherzustellen.

In den Normen NBN EN 15287-1 und -2 ist festgelegt, dass die Mündung **möglichst weit oben auf dem Gebäude** liegen muss, um Zug und Rauchverteilung sicherzustellen. Einige Abmessungen erscheinen uns im Falle von Holzöfen in der Praxis als unzureichend. Dies ist insbesondere beim Abstand zwischen Mündung und Zuluftöffnungen der Fall (siehe Anhang M der Norm NBN EN 15287-1).

Die Anordnung der Mündung in einer Fassade ist nicht gestattet. Die Abgasführung darf zwar horizontal durch eine Fassade verlaufen, muss aber danach vertikal bis über das Dach weitergeführt werden. Zur Förderung der Rauchverteilung liegt die Mündung **bei Schrägdächern mindestens 50 cm über dem First und bei Flachdächern mindestens 200 cm über der Attika**. So entfernt sich die Rauchfahne von den Gebäuden, ohne in Höhe einer Wand oder Dachfläche hängen zu bleiben, in der sich gegebenenfalls Zuluftöffnungen befinden (siehe obige Abbildung). Im Falle von Flachdächern kann die Mündung in geringerer Höhe angeordnet werden, wenn das Risiko auf einen Wiedereintritt von Rauch ins Gebäude gering ist (z.B. falls sich keine Zuluftöffnung in der Nähe befindet).

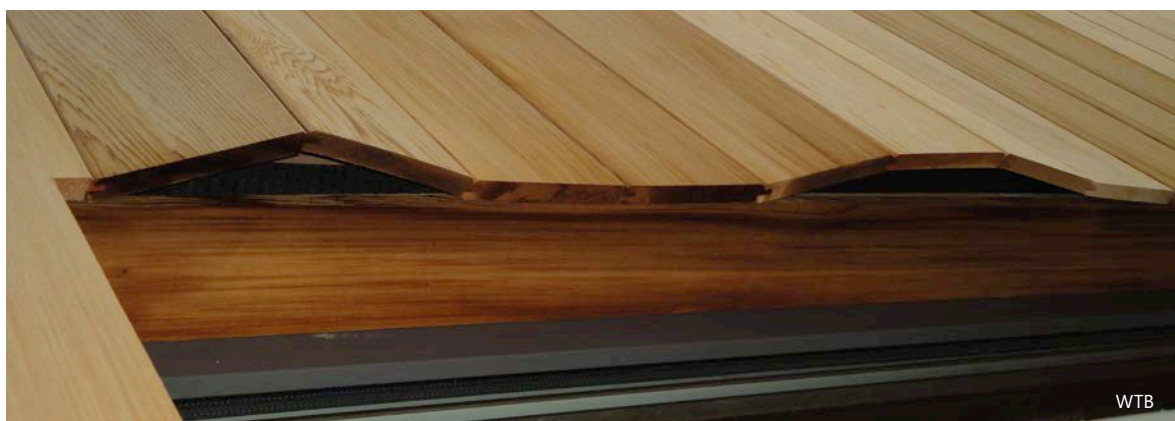
Wenn ein Nachbargebäude ein Hindernis darstellt, wie im Dokument des Forschungsinstituts VITO und des WTB definiert, wird die Mündung vorzugsweise oberhalb des höchsten Punkts dieses Gebäudes angeordnet. Falls keinerlei Nachbargebäude ein Hindernis darstellen, liegt die Mündung im Idealfall höher als die Zuluftöffnungen innerhalb eines Umkreises von circa 10 Metern. ◆

⁽²⁾ Code van Goede Praktijk voor huishoudelijke houtverwarming – gebruik van het toestel. VITO, Mol, 2021. Dieser Leitfaden ist über folgenden Link zu finden: https://emis.vito.be/sites/emis/files/study/Code%20van%20goede%20praktijk_20210719.pdf

FAQ

Ist eine Hinterlüftung von Fassadenverkleidungen aus Holz notwendig?

Ja. Es muss ein Hinterlüftungsspalt mit einer Mindestbreite von 15 mm vorgesehen werden. Dieser Luftspalt ist außerdem angemessen zu belüften.



Weitere Informationen: [TI 243](#)

Dürfen Zentralheizungsanlagen mit unbehandeltem Stadtwasser befüllt werden?

Nicht in jedem Fall. Je nach installierter Gesamtleistung und dem spezifischen Fassungsvermögen der Anlage muss das Füllwasser einen bestimmten Härtegrad aufweisen. Hierfür kann es erforderlich sein, das Wasser zu enthärten oder zu demineralisieren.

Weitere Informationen: [Les Dossiers du CSTC 2017/3.10](#)

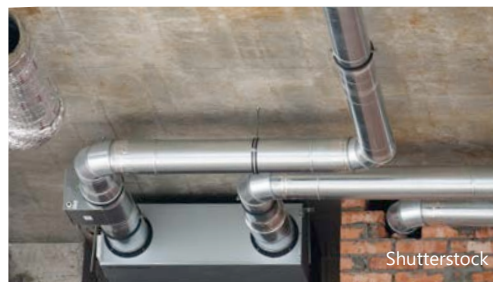


Wie wählt man einen geeigneten Lüftungskanal aus?

Die Lüftungskanäle müssen unter anderem:

- über eine glatte Innenseite verfügen
- geringe Druckverluste aufweisen
- luftdicht ausgeführt und angeschlossen werden können
- im Hinblick auf ihre Reinigung leicht erreichbar bleiben.

Weitere Informationen: [TI 258](#)



WTB-Veröffentlichungen



Les Dossiers du CSTC

- 2021/3.4** La sécurité incendie: un frein au développement des façades végétalisées?
- 2021/3.6** Les viewers BIM pour un accès facile aux informations relatives à l'ouvrage.
- 2021/3.8** Comment limiter l'impact environnemental? En utilisant moins de matériaux ou moins d'énergie?
- 2021/4.11** Après le désastre des inondations, place à la rénovation.
- 2021/4.16** Rinçage des installations d'eau potable avant la mise en service.
- 2021/5.8** Technologies connectées pilotées par des données: une situation avantageuse pour toutes les parties.
- 2021/5.9** Remise en service de l'installation de chauffage central à eau chaude après une inondation.
- 2021/5.10** Fissuration dans les bâtiments due au retrait ou au gonflement des sols plastiques.

WTB-Berichte

- Nr. 21** Installations d'évacuation gravitaire des eaux pluviales des bâtiments. Conception et dimensionnement selon la norme NBN EN 12056-3.

Infomerkblätter

- Nr. 97** Acceptabilité des noirures dans la pierre bleue de Belgique.
- Nr. 98** Acceptabilité des terrasses dans la pierre bleue de Belgique.
- Nr. 99** Fissuration des joints d'un revêtement de sol en linoléum.
- Nr. 100** Infiltration au droit d'une paroi de douche en verre.
- Nr. 101** Déformation d'un bardage en bois.

Technische Informationen

- Nr. 279** Revêtements durs sur isolation extérieure (ETICS avec revêtements durs).

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

- auf unserer Website:
 - kostenlos für Auftragnehmer, die Mitglied des WTB sind
 - über den Bezug im Abonnement für die sonstigen Baufachleute (Registrierung unter www.cstc.be)
- in gedruckter Form.

Weitere Auskünfte erhalten Sie telefonisch unter 02/529.81.00 (von 8.30 bis 12.00 Uhr) oder schreiben Sie uns per E-Mail (publ@bbri.be).

Schulungen

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11) oder per E-Mail (info@bbri.be) an T. Vangheer.
- Nützlicher Link: www.cstc.be (Rubrik 'Agenda').

Veröffentlichung des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums, Institut anerkannt in Anwendung der Rechtsverordnung vom 30. Januar 1947

Verantwortlicher Herausgeber: Olivier Vandooren, WTB, Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel

Dies ist eine Zeitschrift mit allgemein informativer Ausrichtung. Sie soll dazu beitragen, die Ergebnisse der Bauforschung aus dem In- und Ausland zu verbreiten.

Das Übernehmen oder Übersetzen von Texten dieser Zeitschrift, auch wenn es nur teilweise erfolgt, ist nur bei Vorliegen eines schriftlichen Einverständnisses des verantwortlichen Herausgebers zulässig.

www.wtb.be

Übersetzung: Communicationwise
Layout: J. Beaulercq, J. D'Heygere und D. Van de Velde
Illustrationen: G. Depret, R. Hermans und Q. van Grieken
Fotos WTB: M. Sohie et al.



Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als 55 Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit den Beiträgen der 95.000 angeschlossenen belgischen Bauunternehmen finanziert. Dank dieser heterogenen Mitgliedergruppe sind fast alle Gewerke vertreten und kann das WTB zur Qualitäts- und Produktverbesserung beitragen.

Forschung und Innovation

Eine Industrieraufgabe ohne Innovation ist wie Zement ohne Wasser. Das WTB hat sich deswegen entschieden, seine Forschungsaktivitäten möglichst nahe bei den Erfordernissen des Sektors anzusiedeln. Die Technischen Komitees, die die WTB-Forschungsarbeiten leiten, bestehen aus Baufachleuten (Bauunternehmer und Sachverständige), die täglich mit der Praxis in Berührung kommen.

Mithilfe verschiedener offizieller Instanzen schafft das WTB Anreize für Unternehmen, stets weitere Innovationen hervorzubringen. Die Hilfestellung, die wir anbieten, ist auf die gegenwärtigen gesellschaftlichen Herausforderungen abgestimmt und bezieht sich auf diverse Gebiete.

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

Auf Anfrage von öffentlichen oder privaten Akteuren arbeitet das WTB auch auf Vertragsbasis an diversen Entwicklungsprojekten mit. So ist das Zentrum nicht nur bei den Aktivitäten der nationalen (NBN), europäischen (CEN) und internationalen (ISO) Normierungsinstitute aktiv beteiligt, sondern auch bei Instanzen wie der *Union belge pour l'agrément technique dans la construction* (UBAtc). All diese Projekte geben uns mehr Einsicht in den Bausektor, wodurch wir schneller auf die Bedürfnisse der verschiedenen Gewerke eingehen können.

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

Um das Wissen und die Erfahrung, die so zusammengetragen wird, auf effiziente Weise mit den Unternehmen aus dem Sektor zu teilen, wählt das Bauzentrum mit Entschlossenheit den Weg der Informationstechnik. Unsere Website ist so gestaltet, dass jeder Bauprofi mit nur wenigen Mausklicks die gewünschte WTB-Publikationsreihe oder gesuchten Baunormen finden kann.

Eine gute Informationsverbreitung ist jedoch nicht nur auf elektronischem Wege möglich. Ein persönlicher Kontakt ist häufig noch stets die beste Vorgehensweise. Jährlich organisiert das Bauzentrum ungefähr 750 Informationssitzungen und Thementage für Baufachleute. Auch die Anfragen an unseren Beratungsdienst Technische Gutachten finden regen Zuspruch, was anhand von mehr als 18.000 geleisteten Stellungnahmen jährlich deutlich wird.

Firmensitz

Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel
Tel.: 02/502 66 90
Fax: 02/502 81 80
E-Mail: info@bbri.be
Website: www.wtb.be

Büros

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
Tel.: 02/716 42 11
Fax: 02/725 32 12

- Technische Gutachten – Publikationen
- Verwaltung – Qualität – Informationstechniken
- Entwicklung – Valorisierung
- Technische Zulassungen – Normierung

Versuchsgelände

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
Tel.: 02/655 77 11
Fax: 02/653 07 29

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

Brussels Greenbizz

Rue Dieudonné Lefèvre 17, B-1020 Brüssel
Tel.: 02/233 81 00