

WTB | Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2021/2

Vorgefertigte Doppelwandelemente

S. 4-5

Berechnung der Glasdicke

S. 12-13

Deckanstriche für Holz-Außenschreinerarbeiten

S. 24-26

Shutterstock

Inhalt 2021/2

Zwei Leitworte: Bauunternehmer und Wirkung!.....3



Vorgefertigte Doppelwandelemente für wasserdichte Konstruktionen?.....4



Überhitzung im Sommer: Die Auswirkung der Dämmstoffart von geneigten Dächern ist sehr gering6



Windwiderstand von Flachdachaufbauten mit haftender Anbringung.....8



Die Umweltauswirkung von Fassaden mit Holzprofilverkleidung begrenzen..... 10



Berechnung der Glasdicke: Was bringt die 2020er-Fassung der Norm NBN S 23-002-2? 12



Die akustische Qualität in einem Raum mit einem Akustikputz verbessern 14



Bearbeitung von Naturstein: Verpflichtungen für das Inverkehrbringen 16



EPS-Mörtel als Ausgleichsschicht..... 18



Grundannahmen bei der Berechnung der Heizlast..... 20



Alternative Maßnahmen zur Legionellenbekämpfung 22



Dauerhafte Deckanstriche für Holz-Außenschreinerarbeiten 24

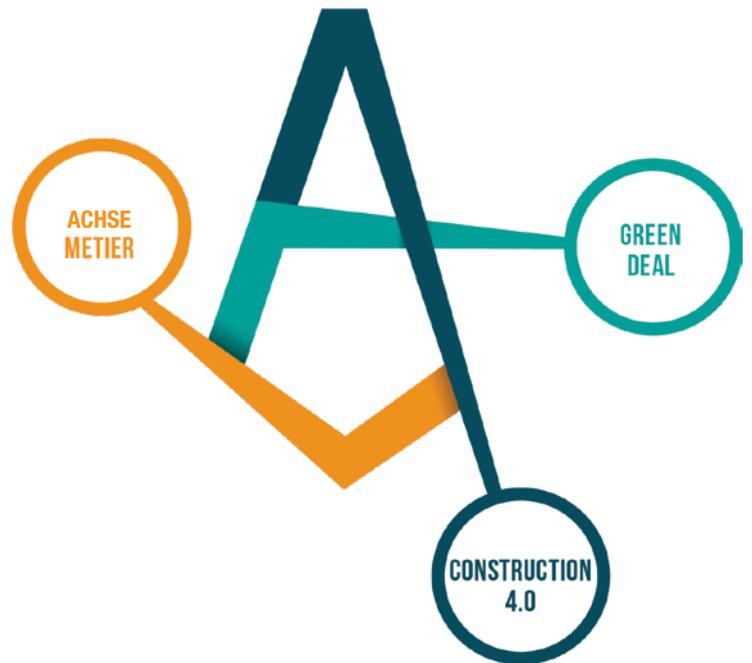
Zwei Leitworte: Bauunternehmer und Wirkung!

Am 26. Januar hat das WTB während einer Online-Veranstaltung seine **Ambitionen für die kommenden fünf Jahre** bekanntgemacht. Die verschiedenen Sprecher legten sehr genau dar, welche Wirkung wir auf den Sektor und speziell die Bauunternehmen haben möchten.

Olivier Vandooren (Generaldirektor des WTB): ‚Dies ist der Zeitpunkt für Veränderung, mit dem Ziel anders und effizienter zu arbeiten. Dies gilt für das WTB, aber sicher auch für den Bausektor! ‚Ambitions 2025‘ ist ein ehrgeiziger Plan, dessen Aktionen ganz auf den Bauunternehmer gerichtet sind. Wir möchten, dass diese Aktionen wirklich eine Wirkung auf seine täglichen Arbeiten haben. Wir möchten auch die Zukunft unseres Sektors vorbereiten.‘

Der Plan dreht sich um drei Achsen: ‚Metier‘, ‚Green Deal‘ und ‚Construction 4.0‘. Die Achse ‚**Metier**‘ bezieht sich auf die derzeitigen Erfordernisse der Bauunternehmen. Wir möchten einem globalen Ansatz den Vorzug geben, bei dem die verschiedenen technischen Anforderungen (Wärme- und Schalldämmung, Brandschutz ...), die bei den Arbeiten zur Anwendung kommen, und die Aspekte berücksichtigt werden, die mit der Führung des Unternehmens im Zusammenhang stehen. Ein Bauunternehmer darf sich gegenwärtig nicht damit zufriedengeben, ein guter Techniker zu sein; er muss auch ein guter Manager sein.

Die Achse ‚**Green Deal**‘ ist zwar eine echte Herausforderung für unseren Sektor, aber auch eine wirkliche Wachstumschance für – große und kleine – Bauunternehmen. Denn um die von Europa festgelegten Ziele zu erreichen, ist es erforderlich, dass nicht weniger als 400 Wohnungen pro Tag renoviert werden! ... Und da die Wärmedämmung der Wände die Eigentümer häufig dazu motiviert, auch die Verkleidungen zu verändern, werden



alle Baugewerke auf ihre Kosten kommen. Bei der Achse ‚Green Deal‘ geht es u.a. darum unseren ökologischen Fußabdruck zu verkleinern, indem wir bestehende Gebäude möglichst lange instand halten sowie lernen, Materialien besser (wieder) zu verwenden und wir mehr recyceln. Wie lässt sich beispielsweise die Qualität von wieder zu verwendeten Fliesen garantieren, die von anderen Baustellen stammen? Dies sind Herausforderungen, auf die wir konkrete und wissenschaftlich validierte Antworten geben möchten.

Die Achse ‚**Construction 4.0**‘ muss wiederum die Manager und Betriebsleiter in die Lage versetzen, ihre Produktivität zu verbessern, indem bestimmte Handlungen erleichtert werden und so Zeit frei wird, damit sie sich auf ihre ausführenden Aufgaben konzentrieren können. Dies kann mittels sehr einfacher Anwendungen erfolgen, wie z.B. einem zeitsparenden Programm für das Erstellen von Angeboten und das Überwachen von Rechnungen, oder mithilfe von Messtechniken, die effizienter und schneller sind als die Nutzung eines Maßbands, wie beispielsweise bestimmte Laserentfernungsmesser, deren Kosten sehr schnell amortisiert werden können (siehe [Les Dossiers du CSTC 2021/1.3](#)).

Unser gemeinsames Ziel ist dabei das Erreichen einer optimalen Qualität, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit. Die Website ambitions2025.cstc.be steht ganz im Zeichen dieses Aktionsplans.

Vorgefertigte Doppelwandenelemente für wasserdichte Konstruktionen?

Vorgefertigte Doppelwandenelemente sind gegenwärtig auf der Baustelle sehr gefragt, da sie zulassen, die Kosten und die Dauer der Arbeiten stark zu reduzieren. Deren Ausführung geht mit einer Anzahl spezifischer Probleme einher, insbesondere wenn sie für das Errichten von ‚wasserdichten‘ Konstruktionen verwendet werden.

T. Lonfils, Dr. Ir., Senior-Projektleiter, Laboratorium Strukturen und Bausysteme, WTB

J.-F. Rondeaux Dr. Ir.-Arch., Projektleiter, Laboratorium Strukturen und Bausysteme, WTB

Ausführung von vorgefertigten Doppelwandenelementen: Vorteile und Risiken

In der Vergangenheit entstanden die verschiedenen strukturellen Betonelemente (Fundamentplatten, Gusswände, Hourdis ...) durch Verschalung und anschließendem Guss auf der Baustelle. Diese Technik kommt heute noch regelmäßig zur Anwendung, da diese in bestimmten Fällen unvermeidlich ist. Sie wird jedoch zunehmend durch die **Anwendung vorgefertigter Elemente** ersetzt.

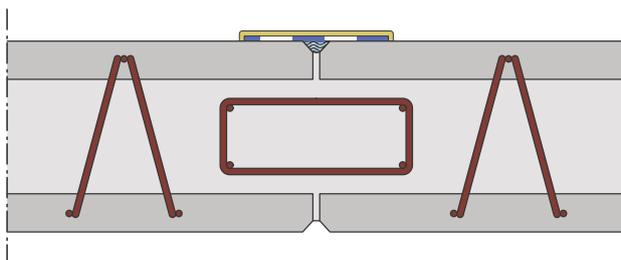
Vorgefertigte Doppelwandenelemente sind aufgebaut aus zwei dünnen Betonwänden, die miteinander durch Verstärkungselemente verbunden sind. Sie werden in der Werkstatt unter kontrollierten Bedingungen vorgefertigt. Nach ihrer Positionierung werden sie befestigt und danach vor Ort mit Frischbeton verfüllt, so dass **eine monolithische Gesamteinheit** gebildet wird. Diese Technik bietet in vielerlei Hinsicht Vorteile:

- eine bessere Kontrolle der Produktqualität dank der kontrollierten Umgebung und des kontrollierten Fertigungsprozesses
- Zeitersparnis auf der Baustelle durch vereinfachte Montage
- eine Verkürzung und bessere Einhaltung der Ausführungsfristen
- eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen und der Sicherheit.

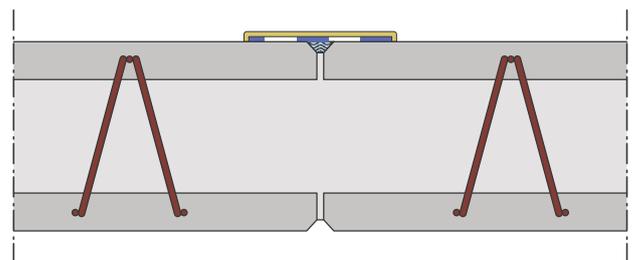
Die unbestreitbaren Vorteile der Vorfertigung sind jedoch auch mit einer Reihe von Risiken verbunden, die nicht nur mit dem Verhalten der vorgefertigten Elemente, sondern auch mit deren Einbau (Ausführung der Anschlüsse, Verfüllen mit Beton ...) zusammenhängen. So gibt es z.B. für Bauten, die der Wasserdichtheitsklasse 1 (bei der eine bestimmte Leckrate akzeptiert wird) oder der Wasserdichtheitsklasse 2 (bei der keine Leckage akzeptiert wird) entsprechen müssen, noch keine Einigkeit über die Baudetails, **die die Wasserdichtheit im Bereich des Anschlusses zwischen den vorgefertigten Doppelwandenelementen** gewährleisten müssen. Die Empfehlungen bezüglich der Armierung oder der Abdichtungsfugen (wasserdichte Barrieren zwischen zwei Betonierphasen) sind eher spärlich und werden zudem nicht selten in Frage gestellt. Dies gilt insbesondere für die Regeln bezüglich der Mindestdicke, die zur Gewährleistung der Wasserdichtheit erforderlich ist.

Pränormative Studie

Im Rahmen der pränormativen Studie WASH II hat das WTB eine Reihe von Empfehlungen verfasst, die auf einer genauen Bewertung der in diesen Konstruktionen erzeugten inneren Spannungen basieren. Es wurde auch ein fortgeschrittenes numerisches Modell für die Analyse der ‚Gusswand‘-Verbindungen zwischen den vorgefertigten Doppelwandenelementen erstellt.



1 | Verbindung von zwei vorgefertigten Doppelwandenelementen mithilfe eines Armierungskorbs.



2 | Verbindung von zwei vorgefertigten Doppelwandenelementen ohne Armierung im Bereich des Anschlusses.



menten entwickelt. Mit diesem Modell kann das **Risiko der Rissbildung aufgrund der Trocknungsschwindung** simuliert werden.

Dank der numerischen Analyse war es möglich, den sehr langfristigen Einfluss der Parameter zu identifizieren, die der Rissbildung in Konstruktionen zugrunde liegen, die aus vorgefertigten Doppelwandelementen aufgebaut sind. Dabei wurde eine große Anzahl von Parametern untersucht:

- der Armierungsanteil der Verbindung zwischen den vorgefertigten Doppelwandelementen
- die relative Außenluftfeuchtigkeit, die für die Schnelligkeit und die Größenordnung der Trocknungsschwindung ausschlaggebend ist
- die Phaseneinteilung beim Gießen von Beton
- die Haftung zwischen den Betonierphasen, und zwar zwischen den vorgefertigten Doppelwandelementen und dem gegossenen Beton einerseits und zwischen zwei Betonierphasen andererseits.

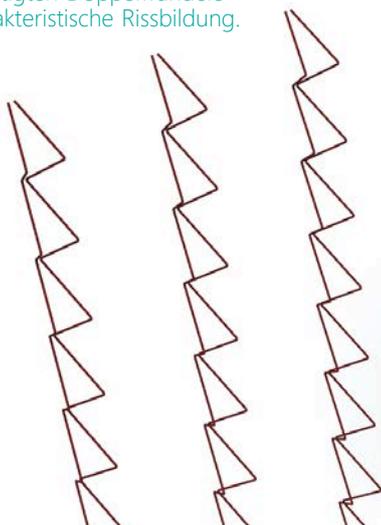
Beschäftigen wir uns einmal mit der **Auswirkung des Armierungsanteils an der Verbindung zwischen den vorgefertigten Doppelwandelementen**, die im Allgemeinen angebracht wird, um die Überlappung zwischen der Armierung der zwei Wandelemente sicherzustellen. Anhand der numerischen Analyse wurde die Auswirkung von zwei Verbindungsarten bewertet:

- die einer typischen auf der Baustelle verwendeten Verbindung zwischen vorgefertigten Doppelwandelementen, die aus einem Armierungskorb besteht, der aus Rahmen mit einem Durchmesser von 10 mm aufgebaut ist, die im Abstand von 150 mm angeordnet sind (siehe Abbildung 1 auf Seite 4)
- die einer Verbindung ohne Armierungskorb, bei der der Anschluss zwischen zwei vorgefertigten Doppelwandelementen nur durch die Durchgängigkeit des gegossenen Betons gewährleistet ist (siehe Abbildung 2 auf Seite 4).

In beiden Fällen wird die Wasserdichtheit durch eine spezielle äußere Vorrichtung bewerkstelligt.

Aus den Analysen hat sich ergeben, dass die mit vorgefertigten Doppelwandelementen ausgeführten Konstruktionen sich in keiner Weise wie eine monolithische Gesamteinheit verhalten. Denn die vorgefertigten Wände zeigen so gut wie keine Rissbildung, während der vor Ort gegossene Beton einem verminderten Schwinden und damit auch einer Rissbildung unterliegt.

3 | Armierung des vor Ort gegossenen Betons zwischen vorgefertigten Doppelwandelementen und charakteristische Rissbildung.



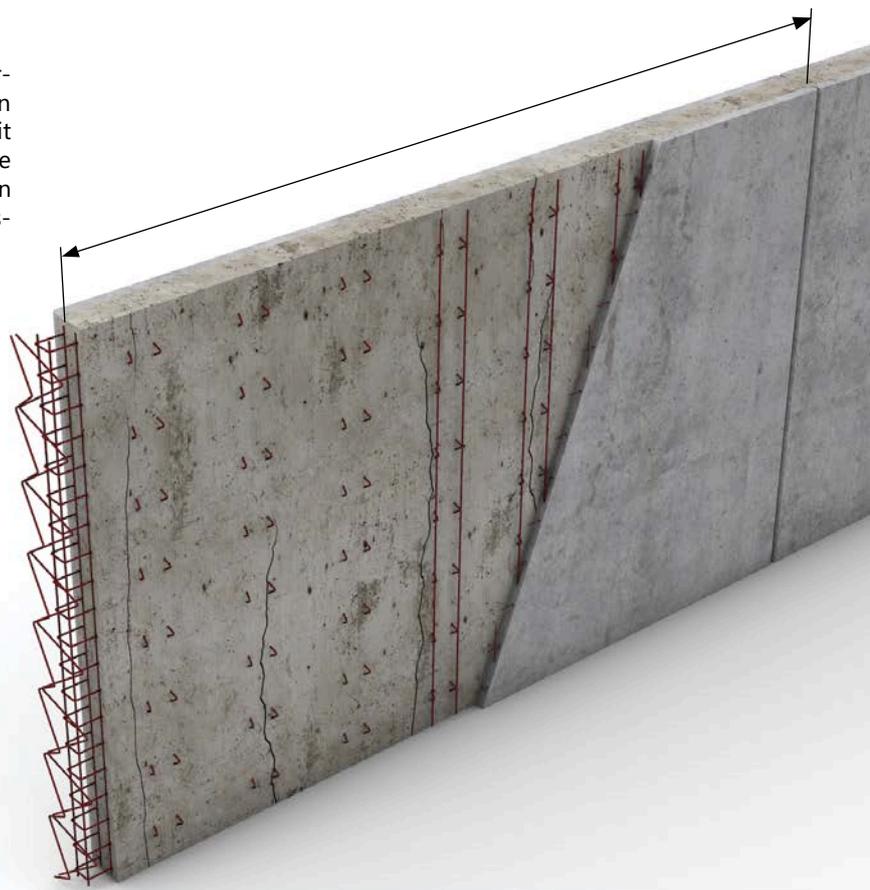
Durch die Wahl eines hohen Armierungsanteils lässt sich die Rissbildung zwischen den vorgefertigten Doppelwandelementen kontrollieren, was jedoch zu einer Erhöhung der Schwindspannungen führt und somit auch das Risiko der Rissbildung des auf der Baustelle gegossenen Betons zur Folge hat (siehe Abbildung 3). Umgekehrt kann man durch die Wahl eines geringeren Armierungsanteils das Risiko der Rissbildung des Betons verringern, das jedoch im Bereich des Anschlusses zwischen den vorgefertigten Doppelwandelementen zunehmen wird.

Eine weitere wichtige Erkenntnis, die aus der numerischen Analyse klar hervorgeht, hat mit dem **Risiko der Langzeit-rissbildung** zu tun. Die Trocknungsschwindung ist nämlich ein Phänomen, das mehrere Jahrzehnte dauern kann, bevor das Feuchtgleichgewicht erreicht ist. Dieser Aspekt muss bei dem Entwurf und der Ausführung der Wände berücksichtigt werden. Die Rissbildung in Betonwänden wird derzeit übrigens im Rahmen einer pränormativen WTB-Studie (Reinforce) untersucht.

Schlussfolgerung

Wenn man beabsichtigt, vorgefertigte Doppelwandelemente für die Ausführung einer wasserdichten Konstruktion zu verwenden, muss man:

- die **Durchgängigkeit der Armierung** an den Verbindungen zwischen vorgefertigten Doppelwandelementen sicherstellen. Das Planungsbüro muss beispielsweise der Dimensionierung der Verbindungsarmierung eine besondere Aufmerksamkeit schenken
- die **Wasserdichtheit an den senkrechten Fugen** gewährleisten, und zwar sowohl am Anschluss zwischen zwei vorgefertigten Doppelwandelementen (z.B. Überlappung durch ein bituminöses Dichtungsband) als auch an den Anschlüssen im Frischbeton (Verbindungsarmierung, wie z.B. Bandstahl). ◆



Überhitzung im Sommer: Die Auswirkung der Dämmstoffart von geneigten Dächern ist sehr gering

Angesichts der in Belgien beobachteten Zunahme der Anzahl und der Intensität von Hitze- wellen muss man versuchen, das Überhitzungsrisiko in Gebäuden zu verringern. Aus einer unserer Studien hat sich ergeben, dass die Art der Dämmung, die bei geneigten Dächern verwendet wird, nur einen sehr geringen Einfluss auf diese Überhitzung hat.

*D. De Bock, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB
N. Heijmans, Ir., Hauptprojektleiter, Laboratorium Energieeigenschaften und PEB-Koordinator, WTB*

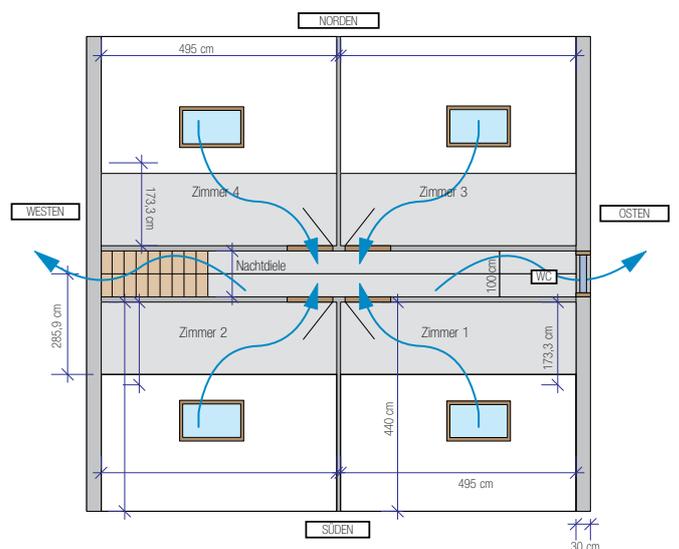
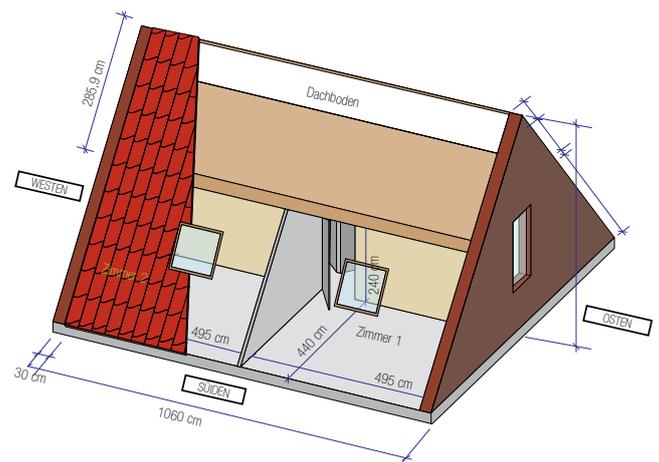
Kontext

Im Jahr 2010 führte das WTB eine Reihe von **numerischen Wärmeübertragungssimulationen** durch, um die Auswirkung der Art der Wärmedämmung auf das Überhitzungsrisiko während einer Hitzewelle zu bewerten (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/3.6](#)). Es wurden damals nur zwei Dämmstoffarten für Dächer verglichen, nämlich: Holzwolle und Mineralwolle. Auf Anfrage des Technischen Komitees Dachdeckungen wurde das damals zur Anwendung kommende Modell (siehe Abbildung 1) erneut eingesetzt, um auch den Einfluss der auf Polyisocyanurat (PIR) und Zelluloseflocken basierenden Dämmstoffe zu bewerten.

Bekämpfung der Überhitzung

Ganz allgemein kann eine Überhitzung auf dreierlei Weise bekämpft werden:

- **durch Minimierung der Wärmezufuhr.** Dies kann beispielsweise durch die Dämmung der Wände, die Reduzierung der durch die Fenster einfallenden Sonneneinstrahlung oder die Begrenzung der von den Elektrogeräten und Anlagen für sanitäres Warmwasser stammenden Energiezufuhr geschehen
- **durch Herunterkühlung der Räume,** insbesondere durch Nachtlüftung. Die Installation einer Klimaanlage kann in Betracht gezogen werden, aber es müssen in dem Fall auch andere Faktoren berücksichtigt werden, um deren Verbrauch zu kontrollieren. Das Vorhandensein einer Klimatisierung ist auch für das PEB-Zertifikat des Gebäudes ungünstig
- **durch Ausnutzung der thermischen Trägheit der Materialien im Inneren des Gebäudes.** Je größer die Volumenmasse und die Wärmekapazität der Materialien sind, desto höher ist auch deren Trägheit. Dies führt zu



1 | Darstellungen der als Modell verwendeten Wohnung.

Kennwerte von Dämmstoffen, die bei geneigten Dächern üblicherweise verwendet werden und Vergleich mit zwei anderen gängigen Materialien.

Dämmstoffe	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Dichte [kg/m ³]	Spezifische Wärmekapazität [kJ/kgK]	Volumetrische Wärmekapazität [kJ/m ³ K]
PIR	0,023	30	1,4	42
Zellulose	0,038	50	2	100
Holzwohle (*)	0,038	160	2,1	336
Mineralwolle	0,035	25	1,03	25
Stahlbeton	–	2500	0,79	1997
Gipsblocksteine	–	950	1,08	1026

(*) Um den Einfluss auf die thermische Trägheit zu maximieren, wurde für die Simulationen eines der schwersten auf dem Markt erhältlichen Materialien verwendet.

einer Verringerung der Schnelligkeit und Intensität der Aufheizung unter dem Dach und begünstigt eine stabilere Innentemperatur zwischen Tag und Nacht.

Bei geneigten Dächern ist es oft schwieriger, die Trägheit der Konstruktion auszunutzen. Denn es handelt sich dabei häufig um einen Holz-Dachstuhl, der eine relativ leichte Konstruktion darstellt. Wenn wir jedoch die Fähigkeit der Materialien, Wärme pro Volumeneinheit zu speichern, miteinander vergleichen (siehe letzte Spalte der obigen Tabelle), sehen wir jedoch, **dass es die schweren Materialien sind, die die thermische Trägheit der Konstruktion am meisten erhöhen**. Es kann daher verlockend sein, diese der Dämmschicht selbst zu erhöhen.

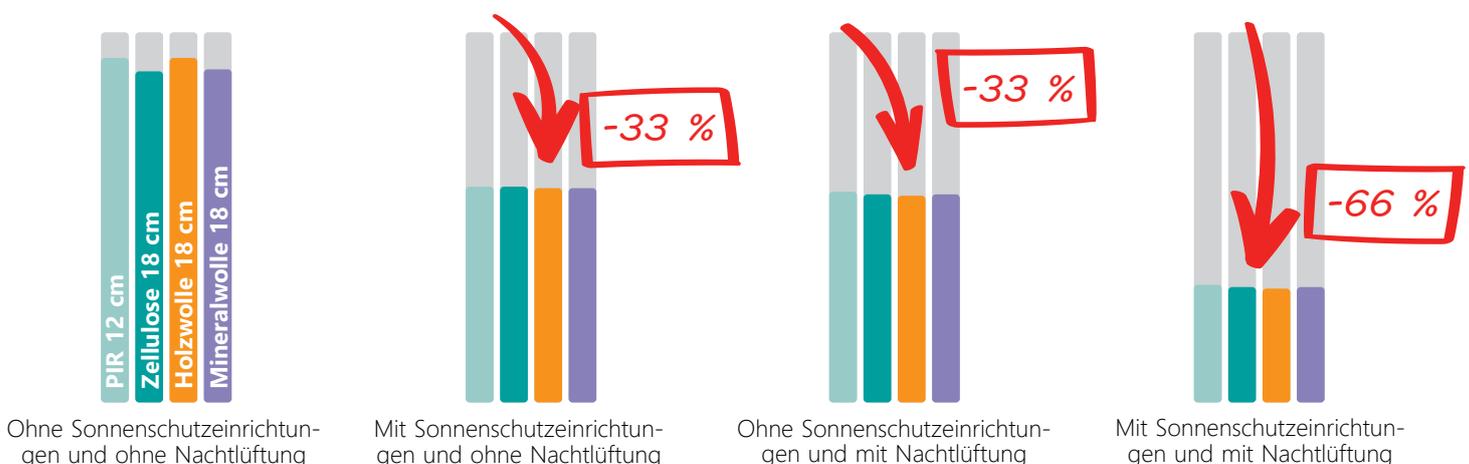
Der Unterschied hinsichtlich der Masse oder Wärmekapazität kann zwischen Dämmschichten mit ähnlichem Dämmwert recht groß sein. Denn wie aus der obigen Tabelle ersichtlich ist, können die Kennwerte der üblicherweise bei geneigten Dächern verwendeten Dämmstoffe sehr unterschiedlich sein.

Um die Intensität der Überhitzung in einem Gebäude bei gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Dauer zu bewerten,

haben wir einen **Überhitzungsindikator**, ausgedrückt in Gradstunden, verwendet. In der Praxis entspricht 1 Gradstunde nicht nur der Überschreitung einer bestimmten Temperaturgrenze von 1 °C während 1 Stunde, sondern auch einer Überschreitung von 0,5 °C während 2 Stunden oder von 2 °C für eine halbe Stunde.

Die Simulationsergebnisse mit den anderen Dämmstoffarten führen zur gleichen Schlussfolgerung wie bei der Studie aus dem Jahr 2010: Die Überhitzung wird nicht so sehr durch die Dämmstoffarten beeinflusst, sondern eher durch **die Verwendung von Sonnenschutzeinrichtungen** an der Außenseite der Verglasungen oder durch eine Nachtlüftung (siehe nachstehende schematische Darstellungen). Durch diese Maßnahmen lässt sich der Überhitzungsindikator im untersuchten Modell für einen gleichwertigen Wärmewiderstand um ein bis sogar zwei Drittel reduzieren. Sie sollten daher als vorrangige Maßnahmen betrachtet werden.

Wenn trotzdem ein großes Unbehagen besteht, können Sie die Installation einer Klimaanlage in Erwägung ziehen. Deren Verbrauch wird durch die zuvor ergriffenen passiven Maßnahmen reduziert sein. 



2 | Vergleich des Einflusses der Installation von Sonnenschutzeinrichtungen oder der Nachtlüftung auf die Überhitzungsindikatoren ab einer Temperatur von 25 °C.

Windwiderstand von Flachdachaufbauten mit haftender Anbringung

Die Bestimmung des Windwiderstandes eines Flachdachaufbaus mit haftender Anbringung erfordert einen Ansatz, bei dem jede Schicht und jede Berührungsfläche auf der Grundlage verschiedener, sich ständig weiterentwickelnder Informationsquellen untersucht wird.

E. Noirfalisse, Ir., Leiter des Laboratoriums Dämmung, Abdichtung und Dächer, WTB

Windbelastung auf Flachdächern

Die Studie des Windverhaltens eines Flachdaches beinhaltet einerseits, dass die Windlasten in den verschiedenen Dachzonen ermittelt werden müssen und andererseits, dass ein Dachaufbau ausgewählt werden muss, dessen Widerstand größer oder gleich diesen Lasten ist.

Die Berechnung der Windlasten ist eine komplexe Aufgabe, die man am besten einem Spezialisten überlässt. Diese Aufgabe kann jedoch durch die Nutzung der folgenden Hilfsmittel erleichtert werden:

- der Tabellen in der [TI 239](#), die der mechanischen Befestigung der Dämmung und der Abdichtung auf profilierten Stahlblechen gewidmet ist
- der Tools [Clnt \(Category Interactive\)](#) und [WInt \(Wind Interactive\)](#)
- [Les Dossiers du CSTC 2016/2.5](#), in denen näher auf Dächer mit einer komplexen Geometrie eingegangen wird
- [Les Dossiers du CSTC 2020/4.4](#), in denen ein vereinfachter Ansatz vorgeschlagen wird, der es erlaubt, dass die Berechnungen für einfache Fälle entfallen können.

In diesem Artikel wird erläutert, wie der Windwiderstand von Dachaufbauten mit haftender Anbringung bestimmt werden muss. Die Leser, die an anderen Befestigungstechniken interessiert sind, können diesbezüglich die [TI 239](#) (mechanische Befestigung) oder das [Informationsblatt 2012/2 der UBAtc](#) (Systeme mit Ballast) zu Rate ziehen.

Dachaufbauten mit haftender Anbringung

Ein Dachaufbau mit haftender Anbringung ist zusammengesetzt aus:

- einer Dachunterkonstruktion
- einer eventuellen Gefälleschicht
- einer eventuellen Dampfsperre
- einer oder mehreren Dämmschichten
- einer oder mehreren Dichtungsmembranen.

Diese Schichten werden gemäß verschiedener Techniken (Kleben, Schweißen, selbstklebende Membranen ...) voll- oder teilflächig haftend befestigt. Der Windwiderstand des Dachaufbaus wird durch die **Haftung und Kohäsion** von jeder dieser Schichten gewährleistet, da das Losreißen des Dachaufbaus vor allem auftreten kann durch:

- das Ablösen der Dampfsperre, der Dämmung oder der Abdichtung
- einen kohäsiven Bruch in der Dämmung oder das Ablösen ihrer Kaschierung
- einen kohäsiven Bruch in der Gefälleschicht (wegen ungünstiger Bedingungen während oder direkt nach der Ausführung; siehe [Les Dossiers du CSTC 2014/2.5](#)).

Es ist daher notwendig, den Windwiderstand jeder Schicht des Dachaufbaus zu bestimmen, deren Verträglichkeit untereinander zu prüfen und sich schließlich zu vergewissern, dass die Ausführung der verschiedenen Schichten von guter Qualität ist. Denn die Qualität der Ausführung übt einen gewissen Einfluss auf den Windwiderstand aus.

Wo kann man diese Informationen finden? Welche Schritte sind auszuführen?

Um den Windwiderstand eines Dachaufbaus mit haftender Anbringung zu bestimmen, muss man den Windwiderstand von all seinen Schichten und Berührungsflächen untersuchen (von der Abdichtung bis zur Dachunterkonstruktion).

Es gibt **Prüfberichte** und **Einsatztauglichkeitsbescheinigungen**, die einen Windwiderstandswert für sogenannte geschlossene Systeme enthalten. Dies bedeutet, dass dieser Wert nur für die betrachtete Kombination von Produkten und Ausführungstechniken gültig ist.

In allen anderen Fällen müssen mehrere Quellen herangezogen werden, um alle Daten zu erhalten, die zur Ermittlung des Windwiderstands des gesamten Dachaufbaus

erforderlich sind:

- In den **Einsatztauglichkeitsbescheinigungen** der Dämmstoffe und der Abdichtungen (technische Zulassungen ...) ist der Nutzwindwiderstand der Systeme angegeben (auf Prüfergebnissen basierende Rechenwerte, auf die die erforderlichen Sicherheitskoeffizienten angewendet wurden):
 - In der Bescheinigung eines Dämmstoffs ist der Windwiderstand angegeben, der sich auf das eigentliche Material und seine Anbringung auf dem Untergrund bezieht. Sie enthält jedoch keine Informationen über den Windwiderstand der darüberliegenden Schichten
 - In der Bescheinigung einer Dachabdichtung ist der Windwiderstand der Membran für eine Verlegung auf verschiedenen Untergründen gemäß verschiedener Anbringungstechniken angegeben
- Die **Prüfberichte** können auch die gewünschten Informationen enthalten, vorausgesetzt, die Prüfungen wurden korrekt mit den erforderlichen Sicherheitskoeffizienten durchgeführt. Sie sind gewöhnlich bei den Herstellern erhältlich
- Falls keine Bescheinigung oder kein Prüfbericht für die Abdichtung oder die Dampfsperre vorliegt, kann man auf **pauschale Windwiderstandswerte** zurückgreifen

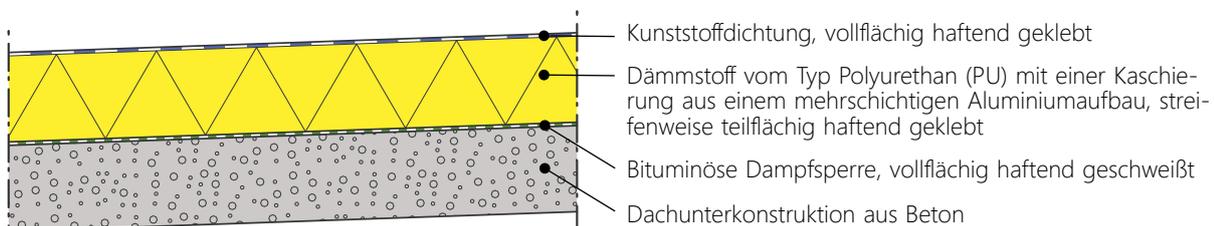
(siehe TI 215, von der die Überarbeitung im Laufe dieses Jahres erscheinen wird). Diese Werte liegen jedoch auf der sicheren Seite und sind oft ungünstiger als die Werte in den oben genannten Dokumenten (sofern es sie gibt).

Sobald diese Dokumentation zusammengetragen wurde und der Windwiderstandswert für jede Schicht bekannt ist, kann der Windwiderstand des Dachaufbaus bestimmt werden. Denn es handelt sich dabei um **den niedrigsten von all diesen Werten**. Wenn man einen Bestandteil des Dachaufbaus durch ein vergleichbares Produkt (z.B. einer anderen Marke) ersetzen möchte, muss man überprüfen, ob dessen Windwiderstand mindestens dem des Dachaufbaus entspricht. Wenn er niedriger ist, muss auch der Windwiderstand des Dachaufbaus entsprechend herabgesetzt werden.

Ferner möchten wir darauf hinweisen, dass die Materialien und die Befestigungstechniken einer ständigen Weiterentwicklung unterliegen. Die Dokumentation und die Einsatztauglichkeitsbescheinigungen werden daher sehr **regelmäßig auf den neuesten zu berücksichtigenden Stand gebracht**. 

Konkretes Beispiel

Man möchte den Windwiderstand des nachstehend abgebildeten Dachaufbaus bestimmen. Die für jeden Bestandteil des Dachaufbaus verfügbare Dokumentation ist in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.



Beispiele für die verfügbaren Produktinformationen für den oben dargestellten Dachaufbau.

Produkt	Informationsquelle	Wert	Details
Abdichtung	Einsatztauglichkeitsbescheinigung	3.300 Pa	Vollflächig haftend geklebt (mit der vorgesehenen Klebmasse und dem vorgesehenen Verbrauch) auf einen Dämmstoff vom Typ Polyurethan mit einer Kaschierung aus mehrschichtigem Aluminium (einer Marke, die über eine Bescheinigung verfügt)
Dämmung	Einsatztauglichkeitsbescheinigung	4.000 Pa	Streifenweise teilflächig haftend geklebt (mit der vorgesehenen Klebmasse und dem vorgesehenen Verbrauch) auf eine bituminöse Dampfsperre
Dampfsperre	Laborprüfbericht	3.667 Pa	Vollflächig haftend geschweißt auf eine Dachunterkonstruktion aus Beton

Der niedrigste Wert beträgt 3.300 Pa. Er repräsentiert somit den Windwiderstand des Dachaufbaus und berücksichtigt die erforderlichen Sicherheitskoeffizienten.

Die Umweltauswirkung von Fassaden mit Holzprofilverkleidung begrenzen

Angesichts der aktuellen ökologischen Herausforderungen ist es wichtig, die Umweltauswirkung der verschiedenen Fassadenbauteile zu verringern. Für Holzprofilverkleidungen bedeutet das, dass man Holzarten wählen muss, die über die Zeit beständig sind und vorzugsweise lokal produziert werden. Darüber hinaus kann man deren Geometrie optimieren und die Anzahl nicht erforderlicher Auswechslungen möglichst klein halten. Schließlich muss man eine globale Analyse von der Auswirkung der Dämmung und der Tragkonstruktion der Profilverkleidung durchführen.

E. Douguet, Ir.-Arch., Forscher, Laboratorium Umweltleistung, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des internen WTB-Projekts zum Thema der Umweltauswirkung von Fassaden mit Holzverkleidungen verfasst.

Lebenszyklusanalyse

Die Umweltauswirkung eines Fassadenaufbaus lässt sich mithilfe einer **Lebenszyklusanalyse (LCA)** untersuchen. Bei dieser Methode wird der gesamte Lebenszyklus der verschiedenen Bauteile der Fassade berücksichtigt, und zwar von der Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe bis hin zur Behandlung der Abfälle, die beim Abriss der Konstruktion am Ende ihrer Lebensdauer entstehen, einschließlich Transport und eventuellen Auswechslungen.

Es wurden dieser Analyse verschiedene Fassadenaufbauten unterzogen (siehe Beispiel in Abbildung 1). Diese wurden gemäß den Vorschriften der **TI 243** definiert, die Fassadenverkleidungen aus Holz gewidmet ist. Jeder Aufbau repräsentiert 1 m² Außenwand mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,24 W/m²K. Abbildung 2 veranschaulicht die Umweltauswirkung von zwei der zahlreichen untersuchten Fassadenaufbauten über einen **Analysezeitraum von 60 Jahren**. Die Ergebnisse werden dabei als Umweltkosten ausgedrückt. Diese stellen die gesellschaftlichen Kosten dar,

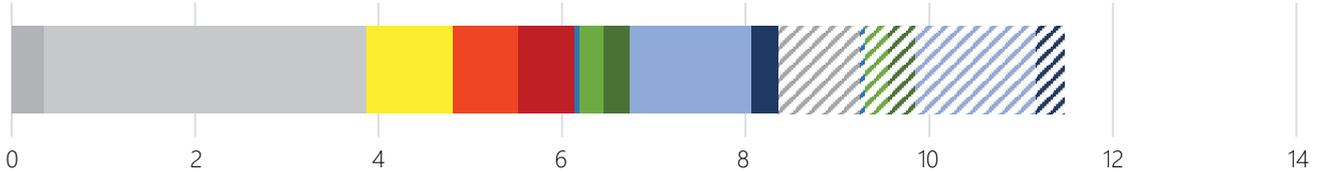


1 | Bauteile einer Fassade mit einer Holzprofilverkleidung.

Tragkonstruktion der Profilverkleidung: alle 40 cm angebrachte Latten aus Fichte + Profilverkleidung aus Lärche (19 cm)



Tragkonstruktion der Profilverkleidung: alle 60 cm angebrachte Latten aus Fichte + Profilverkleidung aus Lärche (25 cm)



- Innenverkleidung: Gips + Anstrich
- Tragende Wand: Ziegelstein
- Dämmstoff: Steinwolle (15 cm, 40 kg/m³)
- Tragkonstruktion der Profilverkleidung: Sparren aus imprägnierter Fichte
- Metallbefestigungen der Tragkonstruktion
- Regensperre
- Unterkonstruktion der Profilverkleidung: Lattung aus nicht imprägnierter Lärche
- Metallbefestigungen der Unterkonstruktion
- Profilverkleidung: nicht imprägnierte Lärche mit Nut und Feder
- Edelstahlbefestigungen der Profilverkleidung

2 | **Umweltauswirkung von zwei Holzprofilverkleidungen mit unterschiedlichen Dicken, ausgedrückt in EUR gemäß der Methode MMG 2014 (Dez. 2017, v1.05) (die schraffierten Teile zeigen die Umweltauswirkung an, die auf die möglichen Auswechslungen zurückzuführen sind).**

um eine Reihe von Umweltproblemen (z.B. Klimawandel oder Zerstörung der Ozonschicht) zu vermeiden oder zu kompensieren (siehe auch [Les Dossiers du CSTC 2018/2.2](#)).

Ausführung der Profilverkleidung

Die gewählte **Ausführungsweise** (z.B. mit Nut und Feder) und die **Geometrie der Latten der Profilverkleidung** können einen bedeutenden Einfluss auf die Umweltauswirkung haben. Einerseits bestimmen sie die Menge des pro m² zu verwendenden Holzes sowie die Anzahl und die Abmessungen der vorzusehenden Befestigungen. Je dicker beispielsweise die Latten sind, desto längere Befestigungen sind zu wählen. Andererseits kann die Geometrie der Latten einen Einfluss auf die Tragkonstruktion der Profilverkleidung haben. Denn für eine dünne Profilverkleidung aus einer weniger stabilen Holzart müssen die Latten der Tragkonstruktion alle 40 cm statt alle 60 cm angebracht werden. Die obige Grafik zeigt, dass die Auswirkungsverringerung, die durch die Reduzierung der Dicke der Profilverkleidung erreicht wird, durch die Erhöhung der Sparrenanzahl wieder zunichte gemacht wird.

Die Holzart

Die Umweltauswirkung, die durch die Gewinnung, das Sägen und das Trocknen bedingt ist, kann je nach Holzart (Hart- oder Weichholz) sehr unterschiedlich sein. Allerdings muss man auch die Auswirkung einer nicht ausreichend dauerhaften Holzschutzbehandlung berücksichtigen. Was die Art des Transports und die zurückzulegende Entfernung betrifft, sollte der Transport per Lkw auf ein Minimum beschränkt werden.

Ferner möchten wir darauf hinweisen, dass nicht alle Holzarten die gleiche Lebensdauer haben. Bestimmte Holzarten, wie z.B. Fichte, Zeder oder Lärche, müssen im Laufe des 60-jährigen Bewertungszeitraums ersetzt werden. Diese **Auswechslungen** (dargestellt durch die Schraffur in der Grafik) können die Gesamtauswirkung der Konstruktion beträchtlich beeinflussen (bis zu einer Verdopplung in einigen Fällen). Um nur ein Beispiel anzuführen: Wenn die Unterkonstruktion der Profilverkleidung weniger beständig ist als die eigentliche Profilverkleidung, müssen beide Elemente gleichzeitig ausgetauscht werden, obwohl die Profilverkleidung noch in gutem Zustand ist. Es ist daher wichtig, Materialien zu wählen, deren Beständigkeit es erlaubt, die Anzahl der Auswechslungen auf ein Minimum zu beschränken.

Dämmstoff und Tragkonstruktion des Fassadenaufbaus

Die **Verträglichkeit** zwischen den Dämmstoffen (Steinwolle, PUR ...) und der Tragkonstruktion (Schraubenabstand, Holzsparren ...) erfordert eine besondere Aufmerksamkeit. Die Abmessungen der Tragkonstruktion müssen an die anzubringende Dämmstoffdicke angepasst sein. Für zwei thermisch äquivalente Wände wird die vorzusehende Tragkonstruktion für den Dämmstoff mit dem niedrigsten λ -Wert dünner sein als für den Dämmstoff mit dem höchsten λ -Wert. Das gleiche Prinzip gilt für die Befestigungen, da deren Abmessungen von der Dicke der Tragkonstruktion abhängen.

Mit anderen Worten: Es muss die Umweltauswirkung des gesamten Fassadenaufbaus und nicht der einzelnen Materialien berücksichtigt werden. ◆

Berechnung der Glasdicke: Was bringt die 2020er-Fassung der Norm NBN S 23-002-2?

Seit 2016 gilt die belgische Norm NBN S 23-002-2 mit ihren Parametern zur Berechnung der Glasdicke als Referenzdokument für den Sektor. Die 2020er-Fassung bringt eine Reihe von Verbesserungen, insbesondere für kleine und sehr große Verglasungen.

E. Dupont, Ing., Senior-Hauptberater, Direktion Normierung und Zertifizierung, WTB

Entwicklung der Norm NBN S 23-002-2

Im Jahr 2014 hat das belgische Normungskomitee ‚Verre dans la construction‘ die Initiative ergriffen, eine Norm zur Berechnung der Glasdicke zu verfassen. Deren Inhalt basierte auf einem europäischen Normentwurf – der derzeitigen Norm EN 16612 –, wobei vor allem die Berechnung von an vier Seiten aufliegenden Verglasungen und die Berechnung des Innendrucks in Hohlräumen von Isolierverglasungen behandelt wurden.

Die 2016 veröffentlichte belgische Norm NBN S 23-002-2 legte die **Berechnungsparameter** fest und stellte somit ein Anwendungsdokument für den sich damals in der Bearbeitung befindlichen europäischen Normentwurf dar. Diese Norm ermöglichte es auch, auf zwei oder drei

Seiten aufliegende Verglasungen zu berechnen. Das WTB hat sich an all diesen normativen Arbeiten aktiv beteiligt und sich, um ein vollständiges Bild zu erhalten, auch den normativen Arbeiten für Fenster, Leichtfassaden und Eurocodes gewidmet.

Die erworbene Erfahrung und der Fortschritt bei den europäischen Arbeiten auf dem Gebiet der Eurocodes für Glaskonstruktionen haben **eine Überarbeitung der Norm NBN S 23-002-2 erforderlich gemacht**. Die 2020er-Fassung berücksichtigt nicht nur die Fertigungsbedingungen stärker, sondern auch die Besonderheiten von kleinen Verglasungen, bei denen der Hohlraumdruck ausschlaggebend ist, sowie die von sehr großen Verglasungen, bei denen die Resonanzfrequenz sehr niedrig liegt und damit problematisch ist.



Aufbau der Verglasungen: Vergleich zwischen der 2016er-Fassung und der 2020er-Fassung der Norm NBN S 23-002-2.

Lage	Expositionsklasse nach der Norm NBN S 23-002-3	Abmessungen	Aufbau gemäß der 2016er-Fassung (Mitte und Rand der Fassade)	Aufbau gemäß der 2020er-Fassung (Mitte und Rand der Fassade)
In einer Höhe von 15 m in der Stadt	Klasse 1	3 x 3 m	10/16/10	8/16/8
In einer Höhe von 15 m in der Stadt	Klasse 1	2,75 x 3,575 m	10/16/10	8/16/8
In einer Höhe von 15 m in der Stadt	Klasse 1	0,8 x 1,2 m	4/16/4	4/16/4
In einer Höhe von 9,75 m in einem ländlichen Gebiet	Klasse 2	3 x 3 m	10/16/10	8/16/8
In einer Höhe von 9,75 m in einem ländlichen Gebiet	Klasse 2	3,21 x 3,85 m	12/16/12	10/16/8
In einer Höhe von 9,75 m in einem ländlichen Gebiet	Klasse 2	2,75 x 2,75 m	8/16/8/16/8	8/16/5/16/4
In einer Höhe von 9,75 m in einem ländlichen Gebiet	Klasse 2	0,8 x 1,2 m	4/16/4	4/16/4

Durch die Norm bewirkte Änderungen

Die 2020er-Fassung enthält die folgenden Verbesserungen:

- **Der Schwellenwert für die Eigenfrequenz** von 5 Hz aus der 2016er-Fassung wurde in der 2020er-Fassung verringert und auf 4 Hz festgelegt. In der Praxis hat dies zur Folge, dass sehr große Verglasungen (d.h. mit einer Spannweite von mehr als 2,8 m) um eine Handelsdicke verringert werden. Dank der in Belgien gemachten Erfahrungen wurde dieser Schwellenwert vorgeschlagen und in den Eurocode für Glaskonstruktionen aufgenommen
- **Das Verformungskriterium im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** wurde überarbeitet, um eine größere Verformung bei großen Verglasungen zu ermöglichen, wobei die Haltbarkeit der flexiblen Dichtungen erhalten bleibt
- **Die charakteristische Windkombination**, d.h. der einmal in 25 Jahren auftretende Winddruck, wurde bei der Verformungsberechnung berücksichtigt.

Um eine höhere Genauigkeit bei der Berechnung des Hohlraumdrucks zu erreichen, wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- **Der Höhenunterschied** wird nun als Dauerlast betrachtet. Bei fehlendem Druckausgleich entspricht dies der physikalischen Realität, wobei dies im Einklang mit dem Normentwurf steht. Der Hohlraumdruck setzt sich also einerseits aus zwei variablen Komponenten zusammen, nämlich der Differenz des atmosphärischen Drucks und der Temperaturdifferenz, und andererseits aus einer permanenten Komponente: dem Höhenunterschied. Dies führt zu einem Druckanstieg, der hauptsächlich bei

kleinen Verglasungen ungünstig ist (siehe [Les Dossiers du CSTC 2018/2.7](#))

- **Die Außentemperatur bei winterlichen antizyklonalen Bedingungen** wurde auf -8 °C herabgesetzt, was den Hohlraumdruck reduziert
- Es wurde eine **Außentemperatur von 0 °C für eine winterliche antizyklonale Situation** hinzugefügt
- Es wurde ein **Abdichtungstemperaturintervall** eingeführt.

Die obige Tabelle zeigt die praktischen Konsequenzen der in der 2020er-Fassung durchgeführten Änderungen.

Das Prinzip der Verhältnismäßigkeit

Obwohl Glas und Isolierverglasungen schon geraume Zeit gemeinhin verwendet werden, handelt es sich um zerbrechliche Elemente, deren mechanisches Verhalten relativ komplex ist. Trotz der Tatsache, dass es immer möglich ist, neue Parameter in ein Berechnungsmodell einzuführen, um das Verhalten dieser Elemente genauer darzustellen, muss das **Prinzip der Verhältnismäßigkeit zwischen der Komplexität der Berechnung und der strukturellen Natur des berechneten Elements** bedacht werden.

In den allermeisten Fällen, die von der Norm NBN S 23-002-2 behandelt werden, sind die Glasprodukte reine Füllelemente, die weder zur Stabilität des Bauwerks noch zur Stabilität der Fassade, in die sie eingebaut sind, beitragen. Diese Füllelemente mit kleinen Abmessungen fallen folglich nicht in den Anwendungsbereich der Eurocodes. 



Die akustische Qualität in einem Raum mit einem Akustikputz verbessern

Ein übermäßiger Nachhall in einem Raum kann zu einer unangenehmen akustischen Umgebung führen und Stress und Ermüdung verursachen. Obwohl die Norm NBN S 01-400-1 keine Anforderungen bezüglich der akustischen Qualität in Wohnräumen enthält, schlägt dieser Artikel eine Reihe von Alternativen zu traditionellen Innenputzen vor, die ein ähnliches ästhetisches Aussehen aufweisen.

M. Lignian, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes C-Tech verfasst, der von der Region Brüssel-Hauptstadt (Innoviris) bezuschusst wird.

Die Corona-Krise hat die Telearbeit zur Pflicht gemacht, und unser Arbeitsplatz musste einen Platz in unserer Wohnung und unserem Familienleben finden. Der akustische Komfort ist damit zu einem wesentlichen Faktor in unserem täglichen Leben geworden. Die akustische Qualität in einem Raum ist jedoch ein Aspekt, dem in der Planungsphase im Allgemeinen wenig Beachtung geschenkt wird. So stellt sich oft erst nach der Ausführung heraus, dass im Raum ein Mangel an akustischem Komfort vorliegt.

Diese Situation kann vermieden werden, indem die Schallabsorption der Wände erhöht wird, um **die Nachhallzeit des Raums zu verringern**. Denn je länger die Nachhallzeit ist, desto ausgeprägter ist auch ein Echo wahrnehmbar und desto geräuschvoller wirkt der Raum.

Das **Schallabsorptionsvermögen eines Materials** wird anhand seines α' -Koeffizienten bewertet. Der Wert von α' liegt zwischen 0 (keine Absorption) und 1 (vollständige Absorption). In dem Maße, wie dieser Wert zunimmt, verbessert sich auch die akustische Qualität im Raum.

Um einer zu langen Nachhallzeit entgegenzuwirken, gibt es

verschiedene Lösungen. Die in diesem Artikel besprochene Lösung besteht darin, die traditionellen Innenputze durch **Putze mit verbesserten akustischen Leistungen** zu ersetzen. Im Gegensatz zu den erstgenannten Putzen, die nur ein sehr begrenztes Schallabsorptionsvermögen aufweisen, haben diese alternativen Putze (Mörtel auf Gipsbasis oder Zementkalkmörtel) aufgrund ihrer Mikrostruktur oder der Zugabe bestimmter Granulate ein viel größeres Absorptionsvermögen.

Wir möchten darauf hinweisen, dass das Absorptionsvermögen dieser Putze teilweise durch die **Oberflächenaustrahlung** beeinflusst wird. Zum Beispiel weist eine glatt ausgeführte Oberfläche eine geringere Absorption auf. Das Aufbringen eines ungeeigneten Farbanstrichs auf einen solchen Putz führt daher zu einer Verringerung des Schallabsorptionsvermögens des Systems. Es ist somit sehr wichtig, die Empfehlungen des Herstellers zu befolgen.

Je nach Produkt kann der jeweilige Putz direkt auf dem Untergrund aufgebracht werden oder es kann notwendig sein, zuerst eine Verkleidung (z.B. auf Mineralwollbasis) anzubringen. In unserer **TechCom**-Datenbank finden Sie eine nicht vollständige Liste von Akustikputzen.

Absorption/Dämmung

Absorption ist die Fähigkeit eines Materials, die auf seine Oberfläche treffende Schallwelle mehr oder weniger zu absorbieren. Die **Dämmung** ist wiederum die Fähigkeit, die Schallübertragung durch das Trennelement hindurch mehr oder weniger zu dämpfen. Das Vorhandensein eines absorbierenden Materials in einem Raum führt daher nicht zu einer Verringerung des genormten Schalldämmniveaus mit dem Nachbarraum.





Formel nach Sabine

$$T = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$$

wobei:

T: Nachhallzeit des Raums (s)

V: Volumen des Raums (m³)

A: äquivalente Absorptionsfläche (m²).

Die Nachhallzeit in einem Raum kann mit der Formel nach Sabine (siehe nebenstehend) abgeschätzt werden. Diese basiert auf der äquivalenten Absorptionsfläche (A) des Raums und seinen geometrischen Eigenschaften.

Eine Nachhallzeit in der Größenordnung von 0,5 Sekunden in einem mittelgroßen Wohnzimmer garantiert eine angenehme akustische Umgebung und gute Sprachverständlichkeit.

Normative Anforderungen

Die belgischen Akustiknormen (eine Übersicht davon finden Sie auf der Website der [Normen-Außenstelle Akustik](#)) auferlegen Anforderungen in Bezug auf:

- **die Nenn-Nachhallzeit (T_{nom}):** Dies ist die Zeit, die ein Schall benötigt, um nach Abschalten der Schallquelle in seiner Intensität um 60 dB abzunehmen
- **die Schallabsorptionsfläche (A_w):** Dies ist die Summe des Beitrags jeder Art von Oberfläche in einem Raum, die sich ergibt, indem ihr gewichteter Schallabsorptionsgrad α_w mit ihrer Fläche S multipliziert wird.

Schlussfolgerung

Um die in den verschiedenen Akustiknormen definierten Nachhallzeit- und/oder Absorptionskriterien für bestimmte Raumtypen zu erfüllen, müssen auf einer ausreichend großen Fläche absorbierende Verkleidungsmaterialien angebracht werden.

Das Phänomen des Nachhalls kann beispielsweise dadurch begrenzt werden, dass in Räumen, in denen die akustische Qualität verbessert werden soll (Wohnzimmer, Esszimmer ...), der traditionelle Putz an der Decke durch einen Putz mit verbesserten Akustikleistungen ersetzt wird. ◆

Konkretes Beispiel

Wir möchten überprüfen, ob die nebenstehend abgebildete Eingangshalle eines Appartementhauses die Anforderungen der überarbeiteten Akustiknorm für Wohngebäude, die als Normentwurf prNBN S 01-400-1:2019 vorliegt, erfüllt.

Für eine Eingangshalle muss die Schallabsorptionsfläche (A_w) mindestens dem 0,3-fachen der horizontal projizierten Lauffläche entsprechen. Die nachstehende Tabelle führt die Schallabsorptionsfläche der Halle und die Bewertung der Nachhallzeit auf und gibt an, ob sie der Norm entspricht.



Für die Bewertung der Nachhallzeit des Raums und des Beitrags von jeder Oberfläche/jedem Element wird die Formel nach Sabine verwendet. Unter der Annahme, dass die Halle im ursprünglichen Zustand aus einem Fliesenbodenbelag sowie Wänden und einer Decke mit einem Innenputz auf Gipsbasis und einem vollverglasten Haupteingang bestand, erhalten wir eine Nachhallzeit in der Größenordnung von 1,5 Sekunden für eine Schallabsorptionsfläche von 7 m². Im Falle unseres Beispiels empfiehlt die Norm jedoch eine Fläche von 9 m² (0,3 x 30 m² Bodenfläche). Indem man an der Decke anstelle eines traditionellen Putzes einen schallabsorbierenden Putz aufbringt, kann die Nachhallzeit auf ca. 0,4 Sekunden verringert werden, wobei die Schallabsorptionsfläche des Raumes größer wird (32 m²). Durch diese Verbesserung wird es daher möglich, die Anforderung der Norm prNBN S 01-400-1 zu erfüllen.

Vergleich der Nenn-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom aufgetragenen Putz.

Putztyp	Schallabsorptionsfläche (A_w)	Nenn-Nachhallzeit (T_{nom})	Entspricht der Norm
Traditioneller Putz	7 m ²	1,5 Sek.	Nein
Absorbierender Putz an der Decke	24 m ²	0,5 Sek.	Ja
Absorbierender Putz auf einer Verkleidung an der Decke	32 m ²	0,4 Sek.	Ja

Bearbeitung von Naturstein: Verpflichtungen für das Inverkehrbringen

Gemäß der Bauproduktenverordnung (BPV) muss jedes Produkt, das auf den europäischen Markt gebracht wird, über eine CE-Kennzeichnung, eine Leistungserklärung (DoP für *Declaration of Performance*) und ein technisches Dossier verfügen. Als Marmorbearbeiter oder Steinmetz sind Sie für die Erstellung dieser Erklärungen und für die Übereinstimmung Ihrer Produkte mit den deklarierten Leistungen verantwortlich.

*D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums Mineralogie und Mikrostruktur, WTB
S. Piedboeuf, Generalsekretär, Confédération Construction Naturstein*

Die CE-Kennzeichnung

Ist der Marmorbearbeiter oder Steinmetz (nachfolgend wird in diesem Artikel für beide Berufe nur der Ausdruck ‚Marmorbearbeiter‘ verwendet) immer für das Anbringen der CE-Kennzeichnung auf Natursteinprodukten verantwortlich? Dies hängt davon ab, mit welcher Situation er konfrontiert ist:

- **Situation Nr. 1:** Der Marmorbearbeiter kauft einen Block aus einem Steinbruch, fertigt daraus Platten mit geflammter Oberflächenausführung für einen Außenbodenbelag und verlegt diese Platten selbst bei einem Kunden. In diesem Fall kommt die CE-Kennzeichnung nicht zur Anwendung, da der Naturstein nicht in den Verkehr gebracht wird
- **Situation Nr. 2:** Der Marmorbearbeiter verkauft die von ihm gefertigten Platten an Dritte. Durch das Inverkehrbringen der Platten ist die CE-Kennzeichnung verpflichtend, außer für Produkte, deren Verwendung nicht unter eine

harmonisierte Norm fällt (Küchenarbeitsplatten, Türschwellen, Mauerabdeckungen, Grabsteine ...)

- **Situation Nr. 3:** Der Marmorbearbeiter kauft seine Platten bei einem Lieferanten. In dem Fall ist der Lieferant für die Anbringung der CE-Kennzeichnung verantwortlich, es sei denn, der als Käufer auftretende Marmorbearbeiter ändert die Verwendung der Platten. Denken wir in diesem Zusammenhang nur einmal an Platten, die für Innenanwendungen (siehe Norm NBN EN 12058) vorgesehen sind, aber tatsächlich für einen Außenbelag (siehe Norm NBN EN 1341) verwendet werden sollen. In dem Fall geht die Verantwortung für die CE-Kennzeichnung der Platten auf den Marmorbearbeiter über, wenn ihre Verwendung unter eine harmonisierte Norm fällt.

Die CE-Kennzeichnung wird auf dem Produkt oder seiner Verpackung angebracht, kann aber auch Bestandteil eines Begleitdokumentes (Lieferschein, Rechnung ...) sein.

Harmonisierte Normen, deren Gegenstand Natursteinprodukte sind.

Harmonisierte Norm	Titel
NBN EN 1469:2015	Natursteinprodukte. Wandbekleidungsplatten. Anforderungen
NBN EN 12057:2004 (*)	Natursteinprodukte. Modulare Plättchen. Anforderungen
NBN EN 12058:2004 (*)	Natursteinprodukte. Bodenplatten und Stufenbeläge. Anforderungen
NBN EN 14527:2006+A1:2010 (*)	Duschwannen für den Hausgebrauch
NBN EN 14688:2006 (*)	Sanitärausstattungsgegenstände. Waschbecken. Funktionsanforderungen und Prüfverfahren
NBN EN 13310:2015 + A1:2018	Küchenspülen. Funktionsanforderungen und Prüfverfahren
NBN EN 1341:2013	Platten aus Naturstein für Außenbereiche. Anforderungen und Prüfverfahren
NBN EN 1343:2013	Bordsteine aus Naturstein für Außenbereiche. Anforderungen und Prüfverfahren
(*) Es existiert eine neuere Fassung dieser Norm, aber da sie noch nicht im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurde, gilt für die Zwecke der CE-Kennzeichnung die hier angegebene Fassung.	

Die Leistungserklärung

Es gibt eine große Anzahl von Normen, deren Gegenstand Natursteinprodukte sind. Diese unterscheiden sich voneinander durch den Verwendungszweck der Produkte (Fassadenverkleidungen, Treppen, Waschbecken ...), ihre Eigenschaften und die Anforderungen an die interne Qualitätskontrolle (siehe TI 228). Die Tabelle auf der vorherigen Seite gibt eine Übersicht über alle geltenden harmonisierten Normen.

Alle grundlegenden Merkmale im Zusammenhang mit der in den harmonisierten Normen vorgesehenen Verwendung müssen in der Leistungserklärung enthalten sein. Sie sind im Anhang ZA der verschiedenen Normen deutlich angegeben. Die Leistungserklärung muss auch mindestens eines der grundlegenden Merkmale des Bauprodukts enthalten, die für die beabsichtigte Verwendung relevant sind (siehe Les Dossiers du CSTC 2015/3.11).

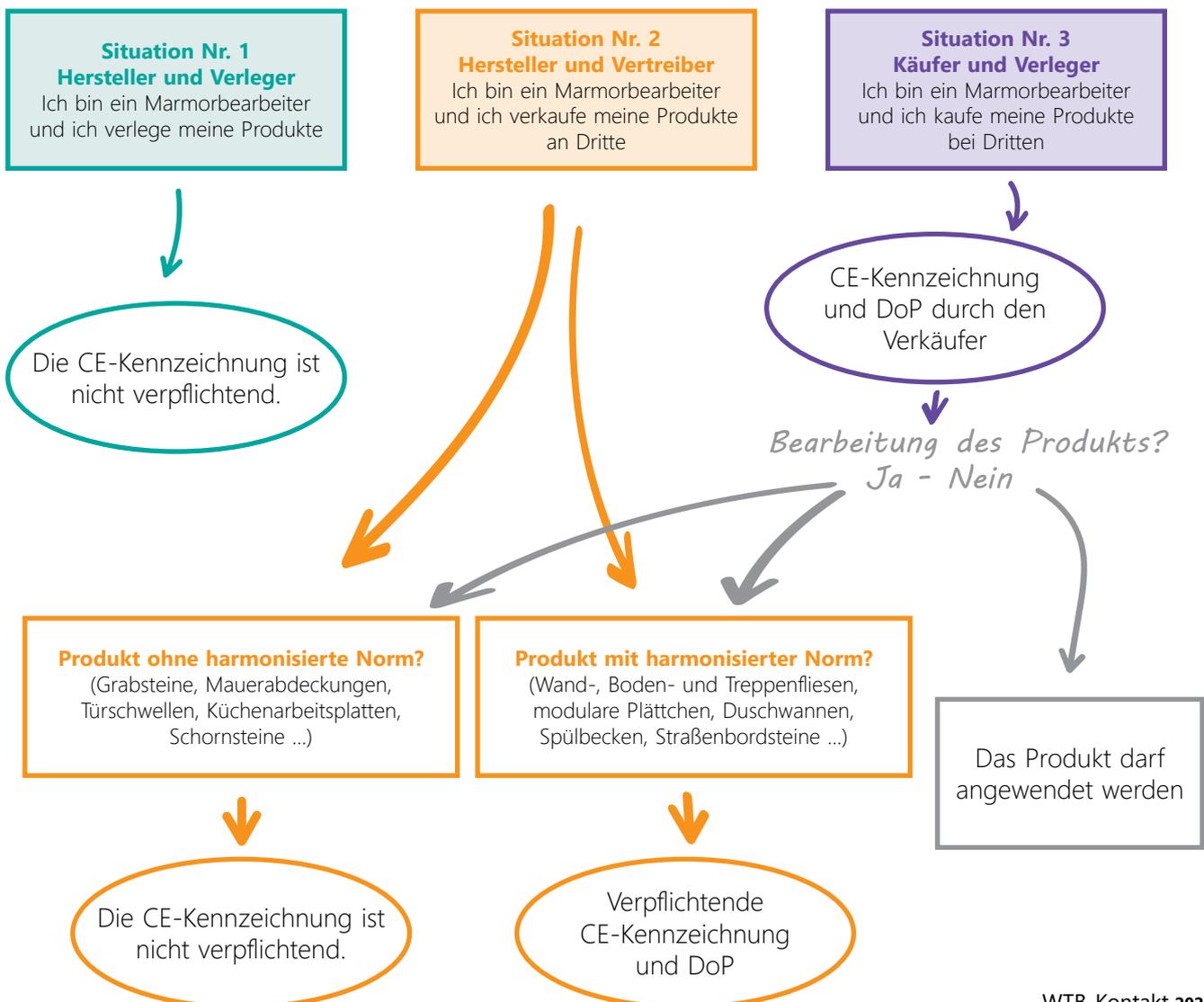
Das technische Dossier

Der Marmorbearbeiter, der Natursteinprodukte in Verkehr bringt, muss ebenfalls über ein technisches Dossier ver-

fügen, das sich mit der Leistungserklärung deckt. Deren Inhalt hängt von der Art des Produkts ab und muss ihn in die Lage versetzen, **die technische Konformität seines Produkts mit den harmonisierten Normen bzw. mit den grundlegenden Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 nachzuweisen**. Das technische Dossier muss unter anderem Folgendes enthalten:

- den Namen der Firma
- die Angaben zum Produkt: Name, eingetragene Schutzmarke, eingetragene Handelsmarke, Kontaktadresse, die auf dem Produkt oder in den Begleitdokumenten angegeben ist
- die Anweisungen und Informationen hinsichtlich der Sicherheit und Installation
- eine Beschreibung des angewandten Qualitätsbewertungsverfahrens (diese Informationen sind auf der Website der Europäischen Union verfügbar)
- die Prüfberichte
- eine Risikoanalyse.

Die Confédération Construction Naturstein (mit Unterstützung des WTB) hat beschlossen, ihre Mitglieder bei allen, in diesem Artikel beschriebenen Verfahren zu unterstützen und zu begleiten. Außerdem wird sie ihren Mitgliedern einen Qualitätsplan zur Verfügung stellen. 





EPS-Mörtel als Ausgleichsschicht

Es ist nicht mehr möglich, sich die gegenwärtigen Fußbodenaufbauten ohne Ausgleichsschicht vorzustellen. Eines der Materialien, die dafür verwendet werden, ist ein mit Polystyrolgranulat angereicherter Mörtel. Dieser Artikel befasst sich mit dem normativen Rahmen und einigen Ausführungsaspekten.

T. Vangheel, Ir, Senior-Hauptberater, Abteilung Kommunikation und Ausbildung, WTB

Funktionen der Ausgleichsschicht

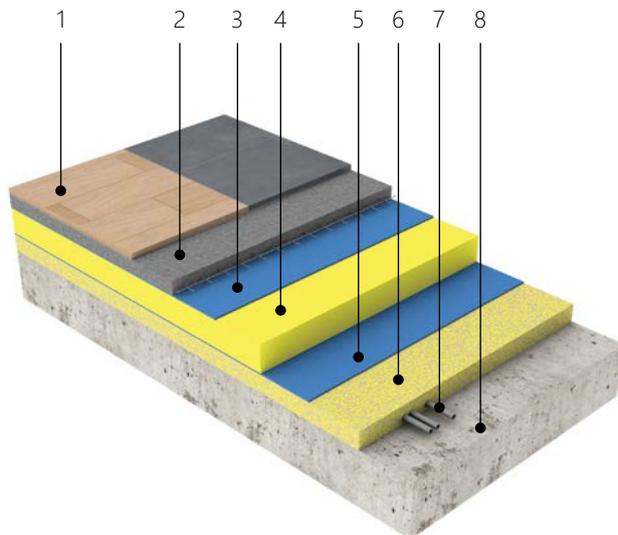
Die Ausgleichsschicht oder Unterschicht befindet sich bei den gegenwärtigen Fußbodenaufbauten zwischen der tragenden Geschossdecke und dem Estrich (siehe Abbildung 1). Diese Schicht dient unter anderem dazu, **Bodenunebenheiten** (z.B. aufgrund vorhandener Rohre) auszugleichen. Die Oberseite der Schicht muss ausreichend eben sein, damit die im Allgemeinen auf der Ausgleichsschicht aufgebraachten Dämmplatten (siehe Abbildung 1A) bestmöglich unterstützt werden können. Diese ebene Ausführung ist auch notwendig, um zu große **Dickenunterschiede** zu vermeiden, wenn der Estrich direkt auf die Ausgleichsschicht aufgebracht wird (siehe Abbildung 1B).

Die mechanischen Leistungen von Ausgleichsschichten für Fußböden sind in der Regel geringer als die von Estrichen.

Deshalb sind Ausgleichsschichten für die direkte Aufbringung eines Bodenbelags meistens nicht geeignet. Das bedeutet jedoch keinesfalls, dass ihre mechanischen Leistungen zweitrangig wären: Da sie in Fußbodenaufbauten eingesetzt werden, müssen sie eine ausreichende Druckfestigkeit aufweisen, um deren Verformung zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen.

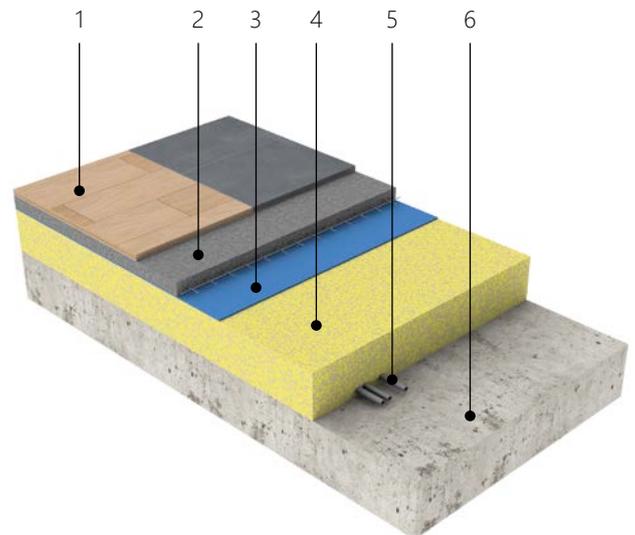
EPS-Mörtel als Ausgleichsschicht

Die Ausgleichsschicht lässt sich mit Schaumbeton, mit Magerbeton oder mit Mörtel realisieren. In der Regel werden auch traditionelle oder leichte Granulate hinzugefügt. Ein leichter Füllstoff, der in diesem Zusammenhang häufig verwendet wird, ist EPS-Granulat in Form von **EPS-Kugeln**. Diese ggf. recycelten Kugeln (die nicht recycelten Kugeln



A. Aufbau mit Dämmplatten

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Belagsmaterial | 5. PE-Folie |
| 2. Armierter Estrich | 6. EPS-Mörtel |
| 3. PE-Folie | 7. Rohre |
| 4. Dämmplatten | 8. Tragende Geschossdecke |



B. Aufbau ohne Dämmplatten

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Belagsmaterial | 4. EPS-Mörtel |
| 2. Armierter Estrich | 5. Rohre |
| 3. PE-Folie | 6. Tragende Geschossdecke |

1 | Lage der Ausgleichsschicht in einem Fußbodenaufbau.



2 | Ausführung einer Ausgleichsschicht aus EPS-Mörtel.

werden auch als Perlen bezeichnet) werden mit Wasser, Zement, Zusatzmitteln und eventuell auch Sand gemischt.

Die mit EPS-Granulat angereicherte Mörtel haben in den letzten Jahren eine besondere Entwicklung durchgemacht. Denn den Herstellern ist es gelungen, deren **Wärmedämmwert** zu verbessern, ohne übermäßige Abstriche bei der Druckfestigkeit und Volumenmasse machen zu müssen. Möglich wurde dies u.a. durch eine Reihe von Innovationen, wie z.B. die Optimierung der Perlen (Kugelform, Oberfläche ...) und die Zugabe von Graphit (als Umhüllung des EPS-Granulats oder als Zusatzmittel).

Auf dem belgischen Markt sind derzeit EPS-Mörtel mit Druckfestigkeiten von 0,1 bis mehr als 3,0 N/mm² erhältlich.

Produktnormen

Es gibt zwei Produktnormen für EPS-Mörtel, nämlich NBN EN 16025-1 (Anforderungen an werkseitig vorgemischte EPS-Trockenmörtel) und NBN EN 16025-2 (Verarbeitung und vom Ausführenden durchzuführende Kontrollen).

Bisher wird im Amtsblatt der Europäischen Kommission noch nicht auf die Norm NBN EN 16025-1 verwiesen. Dies bedeutet, dass die CE-Kennzeichnung dieser Produkte vorerst nicht verpflichtend ist.

EPS-Mörtel mit einer ATG

Auf dem belgischen Markt gibt es inzwischen bereits verschiedene EPS-Mörtel, die über eine technische Zulassung (ATG) verfügen. Diese ATGs enthalten die folgenden Informationen:

- die Mörtelzusammensetzung
- eine Tabelle mit den Mörtelkennwerten (Volumenmasse, Druckfestigkeit, λ -Wert ...)

- Herstellungs- und Verarbeitungshinweise, die unbedingt beachtet werden müssen, um die in der Tabelle angegebenen Kennwerte zu erreichen
- die beabsichtigte Anwendung (z.B. Dächer, Fußböden)
- die damit verbundene Zertifizierung mit dazugehörigen Kontrollen.

Die PEB-Produktdatenbank

Weitere Informationen zu EPS-Mörteln findet man auch in der **von den Regionen bereitgestellten PEB-Datenbank**. Denn diese enthält Informationen über Dämmstoffe, die im Rahmen einer PEB-Erklärung erforderlich sind. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Wärmeleistungen (dem λ -Wert) der Dämmstoffe.

Achtung: Wenn der auf der Baustelle verwendete Zementgehalt von dem abweicht, der für die im Rahmen der PEB-Erklärung durchgeführten Prüfungen verwendet wurde, werden sich auch andere Materialeigenschaften ergeben.

Bei der Ausführung zu beachtende Punkte

Der **λ -Wert** von EPS-Mörteln variiert zwischen 0,04 und 0,12 W/mK, und zwar je nach beabsichtigter Anwendung in Fußböden oder Flachdächern. Dieser kann somit um ein Vielfaches größer sein als der λ -Wert von Dämmplatten und Spritzdämmstoffen. Dies hat zur Folge, dass EPS-Mörtel manchmal in einer größeren Dicke (um mindestens den Faktor 3 größer im Vergleich zu gespritztem PUR) aufgetragen werden müssen, um einen gleichartigen **Wärmewiderstand** zu erreichen. Wir möchten darauf hinweisen, dass diese erforderliche Höhe nicht immer zur Verfügung steht, was insbesondere bei Renovierungsarbeiten der Fall ist.

EPS-Mörtel müssen auf einen trockenen, tragfähigen und – falls erforderlich – mit einer Grundierung versehenen Untergrund aufgebracht werden.

Wenn diesbezüglich keine besonderen Vereinbarungen getroffen wurden, entsprechen die Toleranzen für das Niveau und die Ebenheit einer Ausgleichsschicht aus EPS-Mörtel den (normalen) Toleranzen einer tragenden Geschossdecke gemäß der **TI 189**. Außerdem müssen lokale Unebenheiten der Ausgleichsschicht vermieden werden.

Bei Ausgleichsschichten mit größeren Dicken müssen längere Trocknungszeiten berücksichtigt werden.

Um zu verhindern, dass Feuchtigkeit aus der Ausgleichsschicht in die darüberliegende Dämmung wandern kann, ist zwischen der Ausgleichsschicht und den Dämmplatten eine PE-Folie vorzusehen (siehe Abbildung 1A). Es muss auch eine Folie zwischen der Ausgleichsschicht und dem Estrich angebracht werden (siehe Abbildung 1B).

Angesichts ihrer unzureichenden Oberflächenhaftfestigkeit sind Ausgleichsschichten aus EPS-Mörtel in der Regel nicht für die direkte Aufbringung eines Bodenbelags geeignet. Es muss daher ein traditioneller Estrich vorgesehen werden. ◆

Grundannahmen bei der Berechnung der Heizlast

Eine korrekte Berechnung der Heizlast ist eine notwendige Voraussetzung für eine störungsfreie und leistungsstarke Heizungsanlage. Der Installateur muss den Kunden darüber informieren, was er von seiner Installation erwarten kann und was nicht, und in gegenseitiger Absprache eine Reihe von Grundannahmen festlegen.

*P. Van den Bossche, Ing., Hauptprojektleiter, Abteilung Intelligente Anlagen und nachhaltige Lösungen, WTB
B. Poncelet, Ir.-Arch., Projektleiter, Laboratorium Wassertechniken, WTB*

Die Berechnung der Heizlast von Gebäuden, die auch als Wärmeverlustberechnung bekannt ist, stellt einen wesentlichen Schritt bei der **Dimensionierung einer Heizungsanlage** dar (siehe auch [Les Dossiers du CSTC 2020/2.10](#)). Einerseits muss die Leistung des Wärmeerzeugers (Kessel, Wärmepumpe ...) und des Wärmeabgabesystems (Heizkörper, Konvektoren, Fußbodenheizung ...) groß genug sein, um den Komfort zu gewährleisten; andererseits erfordert eine zu große Leistung eine zusätzliche Investition und kann dazu führen, dass die Anlage nicht optimal arbeitet. In diesem Artikel konzentrieren wir uns auf Heizungsanlagen für **Einzelwohnungen**.

Obwohl die Norm NBN EN 12831-1:2017 und ihr belgischer nationaler Anhang NBN EN 12831-1 ANB:2020 das Berechnungsverfahren festlegen, lassen sie dem Planer auch eine Reihe von Wahlmöglichkeiten, die einen großen Einfluss auf das Endergebnis haben können. Es wird deshalb empfohlen, dass der Installateur zuvor gute Absprachen mit dem Kunden trifft.

1 Absprachen mit dem Kunden

Der Kunde muss sich darüber im Klaren sein, dass die Heizlast auf **einer Reihe von Grundannahmen** beruht und dass der gewünschte Komfort nicht zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden kann, wenn von diesen abgewichen wird. Bei etwaigen späteren Beschwerden bezüglich des Komforts wird der Installateur daher diese Grundannahmen heranziehen, um die Rechtmäßigkeit der Beschwerden zu überprüfen.

1.1 Temperaturen in den Wohnräumen

Die Berechnung der Heizlast basiert auf der Annahme, dass die **Komforttemperaturen** in allen Räumen gleichzeitig

erreicht werden (z.B. 20 °C im Wohnzimmer, 24 °C im Badezimmer und 18 °C im Schlafzimmer).

Wenn einige Räume (z.B. die Schlafzimmer) nicht beheizt werden, ist der Wärmeerzeuger zwar für die Erzeugung der erforderlichen Wärme groß genug ausgelegt, aber es ist möglich, dass dann das Wärmeabgabesystem in einigen Räumen nicht mehr ausreichend bemessen ist.





Wenn die Heizkörper im Badezimmer beispielsweise unter der Annahme berechnet werden, dass die angrenzenden Schlafzimmer eine Temperatur von 18 °C haben, während die Temperatur in diesen Schlafzimmern tatsächlich nur 15 °C beträgt, kann es sein, dass die gewünschte Temperatur von 24 °C im Badezimmer nicht aufrechterhalten werden kann.

1.2 Luftdichtheit

Die Gebäudehülle ist nie vollkommen luftdicht. Dies führt zum **Eindringen von kalter Luft**, die erwärmt werden muss. Es ist daher ratsam, die Luftdichtheit zu messen (z.B. durch eine Druckbeaufschlagungsprüfung), um den korrektesten Berechnungswert zu ermitteln. Wenn keine Messergebnisse verfügbar sind (z.B. bei Neubauten), gibt es zwei Möglichkeiten:

- entweder nutzt man die Vorgabewerte der Norm NBN EN 12831-1:2017 ($n_{50} = 6/h$). Während diese Werte für neuere Einzelwohnungen mehr oder weniger realistisch sind, können sie für ältere Wohnungen in der Praxis viel höher sein (bis zu einem Faktor 2 oder mehr)
- oder man führt die Berechnung auf Basis einer genau festgelegten Zielvorgabe (z.B. $v_{50} = 2 \text{ (m}^3/h)/\text{m}^2$) aus, für die der Bauherr oder sein Vertreter schriftlich die Garantie übernehmen muss.

1.3 Zusätzliche Aufheizleistung

Wenn die Räume ab und zu beheizt werden, kann es erforderlich sein, eine zusätzliche Aufheizleistung vorzu-

sehen, damit die Komforttemperaturen nach einem vorübergehenden Temperaturrückgang schnell genug wieder erreicht werden.

Um den Wärmeerzeuger in Wohngebäuden nicht zu sehr überzudimensionieren, empfiehlt die Norm NBN EN 12831-1:2017, diese zusätzliche Aufheizleistung bei der Berechnung nicht zu berücksichtigen. Dies erfordert jedoch ein **spezifisches Regelsystem**, das verhindert, dass die Heizung während der kältesten Tage vorübergehend abgeschaltet wird. Außerdem muss sich der Gebäudenutzer darüber im Klaren sein, dass es ohne zusätzliche Aufheizleistung nicht möglich sein wird, alle Räume zu gleicher Zeit genauso schnell zu beheizen.

Auch bei klassischen Fußbodenheizungssystemen, die relativ langsam auf Änderungen des Wärmebedarfs reagieren, ist es nicht empfehlenswert, eine zusätzliche Aufheizleistung bei der Berechnung zu berücksichtigen. In Badezimmern sowie Schlaf- oder Arbeitszimmern mit Heizkörpern oder Konvektoren kann es, da diese Räume oft eine sehr variable Nutzung haben, durchaus sinnvoll sein, eine zusätzliche Aufheizleistung vorzusehen (500-1000 W im Badezimmer, 50-100 W/m² in Schlafzimmern, die auch als Arbeitszimmer genutzt werden).

Um spätere Diskussionen zu vermeiden, empfehlen wir dem Installateur wärmstens, dass er **in einem Anhang zu seinem Angebot die von ihm getroffenen Annahmen und deren mögliche Folgen für den Komfort klar erläutert**. Dies gilt umso mehr, wenn diese Annahmen von den Vorgabewerten der Norm abweichen.

2 Die eigentliche Berechnung

In der Praxis wird die Heizlast **nicht immer vom Installateur selbst berechnet**. Denn er kann diese Aufgabe an Dritte übertragen (Planungsbüro, Lieferant der Materialien ...). Es ist daher wichtig, dass die oben erwähnten Grundannahmen vollständig an die mit der Berechnung beauftragten Person übermittelt werden.

Der Installateur muss darüber hinaus mitteilen, welche Informationen er genau benötigt. Diese umfassen mindestens:

- die Leistung für den Wärmeerzeuger
- die Leistung des Abgabesystems pro Raum (bei einer Fußbodenheizung muss auch die Wärmeabgabe nach unten angegeben werden).

Je nach Situation kann es nützlich sein, auch über die folgenden Informationen zu verfügen:

- die detaillierte Berechnung für jeden Raum (Flächen, U-Werte, Lüftungsvolumenströme ...)
- eine Dimensionierung der Fußbodenheizung (Verlegeplan, Länge der Schleifen, einzustellende Durchflüsse pro Schleife, Druckverluste ...) und das mögliche Leistungsdefizit, das durch ein zusätzliches Wärmeabgabeelement ausgeglichen werden muss
- das Temperaturregime der vorgeschlagenen Heizleistung. ◆





Alternative Maßnahmen zur Legionellenbekämpfung

Angesichts der Notwendigkeit, den Energieverbrauch unserer Gebäude zu senken, geraten die hohen Temperaturen des sanitären Warmwassers (SWW-Temperaturen), die zur Verhinderung der Legionellenentwicklung erforderlich sind, mehr und mehr unter Druck. Es können alternative Maßnahmen zur Legionellenbekämpfung in Erwägung gezogen werden, jedoch nur unter strengen Auflagen.

B. Bleys, Ir., Leiter des Laboratoriums Wassertechniken, WTB

K. Dinne, Ing., Leiter des Laboratoriums Mikrobiologie und Mikropartikel, WTB

Alternative Legionellenbekämpfungsmaßnahmen

Die **Standardmaßnahme zur Bekämpfung der Legionellenentwicklung** in sanitären Anlagen basiert auf der Temperaturkontrolle. Kaltwasser muss kalt sein ($< 25\text{ °C}$) und Warmwasser muss warm bleiben ($> 55\text{ °C}$) (siehe auch [Les Dossiers du CSTC 2017/2.12](#)).

Neben dieser Standardbekämpfungsmaßnahme gibt es noch **mehrere alternative Maßnahmen**, wobei zwei Haupttypen unterschieden werden können:

- die kontinuierliche chemische Desinfektion
- die physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen.

Die **kontinuierliche chemische Desinfektion** besteht darin, dass dem Wasser kontinuierlich die zulässige Menge von Folgendem zugesetzt wird:

- Chlordioxid (ClO_2), das vor Ort durch die Reaktion zwischen Natriumchlorit (NaClO_2) und Chlorwasserstoffsäure (HCl) entsteht
- Kupfer- und Silberionen, die vor Ort durch Elektrolyse erzeugt werden (und zwar mithilfe von Kupfer- und Silberelektroden, die in das zu behandelnde Wasser getaucht werden)
- Hypochlorit (ClO^-). Dieser Stoff wird vor Ort hergestellt durch die Zugabe von Salzlauge (d.h. einer Salzlösung (NaCl)) zu Trinkwasser, das vollständig enthärtet ist und einer Elektrolyse unterzogen wird
- silberstabilisiertem Wasserstoffperoxid (H_2O_2), das gebrauchsfertig geliefert wird.

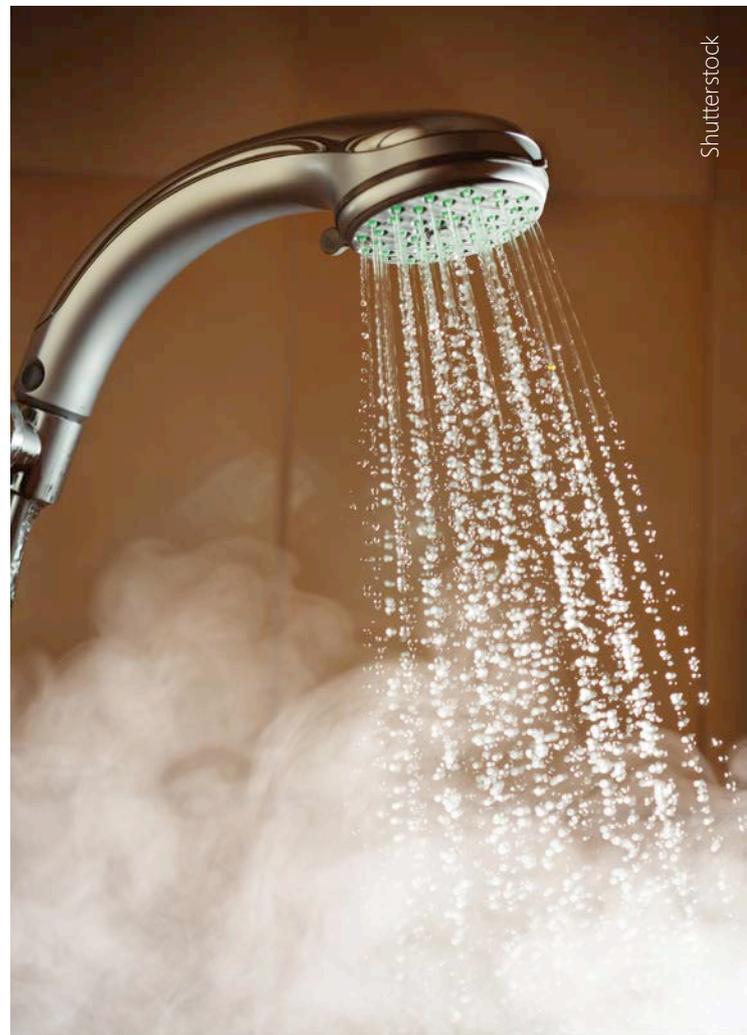
Die **physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen** umfassen vor allem die Behandlung mit UV-C-Licht sowie eine Mikro- und Ultrafiltration. Eine solche Filtration kann an verschiedenen Stellen in der Anlage in Erwägung gezogen werden:

- nach dem Wasserzähler
- in einem Bypass an der SWW-Zirkulationsleitung

- an den Entnahmestellen (z.B. Duschköpfen mit einem eingebauten Filter).

Situation in den verschiedenen Regionen

Derzeit verfügt nur **Flandern** über eine umfassende Legionellengesetzgebung. Es handelt sich dabei genauer gesagt





um den **Veteranenbesluit** aus dem Jahr 2007 sowie die dazugehörigen Best **Beschikbare Technieken** (BBT), ein Dokument, das im Jahr 2017 veröffentlicht wurde und in dem die besten verfügbaren Techniken zur Legionellenbekämpfung in neuen Sanitärsystemen aufgeführt sind (WTB-Monographie Nr. 31). In dieser Gesetzgebung wird die Zulassung von alternativen Bekämpfungstechniken durch den zuständigen Minister vorgesehen. Derzeit gibt es sieben genehmigte Systeme auf dem Markt. Jedes System war nach Durchlaufen einer Prüfzeit und nach einer positiven Stellungnahme durch den Obersten Gesundheitsrat Gegenstand eines ministeriellen Erlasses, der eine kurze Beschreibung des Gerätes und der Einsatzbedingungen (z.B. maximale Konzentrationen, Unverträglichkeit mit bestimmten Rohrleitungsmaterialien ...) enthält. Nur die Installation eines solchen genehmigten Systems gestattet es, von der oben erwähnten, auf der Einhaltung der Wassertemperaturen basierenden Standardbekämpfungsmaßnahme abzuweichen. Die im Veteranenbesluit enthaltene Definition für die alternativen Techniken lässt jedoch nur eine kontinuierliche chemische Desinfektion zu. Es ist daher derzeit nicht möglich, die Zulassung für die physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen zu beantragen.

In **Brüssel** und in der **Wallonie** besteht bis jetzt **kein vergleichbares Zulassungsverfahren**. Dennoch wird auch in diesen Regionen empfohlen, nur Systeme, die schon eine Prüfzeit durchlaufen haben, zu installieren. Angesichts dessen, dass der Legionella-Parameterwert in der neuen, Anfang 2021 veröffentlichte europäische Richtlinie für Trinkwasser (Richtlinie (EU) 2020/2184) aufgenommen wurde, werden Brüssel und Wallonien ihre Gesetzgebung nach einer gewissen Zeit sowieso anpassen müssen.

Mit welcher Temperatur das SWW bei Anwendung alternativer Techniken erzeugen?

Gemäß der flämischen Gesetzgebung ist der Einsatz von Anlagen, die mit niedrigeren Temperaturen arbeiten als der, die durch die Standardbekämpfungsmaßnahme auferlegt ist, zugelassen, sofern man auf eine zugelassene alternative Technik zurückgreift. Bei diesen Anlagen muss es jedoch technisch möglich sein, SWW von 60 °C kontinuierlich zu erzeugen. Ferner ist es bei thermischen Desinfektionen erforderlich, dass an den verschiedenen Entnahmestellen 70 °C erreicht werden. Ursprünglich waren diese alternativen Techniken ausschließlich für bestehende Anlagen bestimmt, die schwer zu behobende Entwurfsfehler aufwiesen. Heute werden sie aber auch immer häufiger bei neuen Anlagen eingesetzt.

Wichtige zu beachtende Punkte

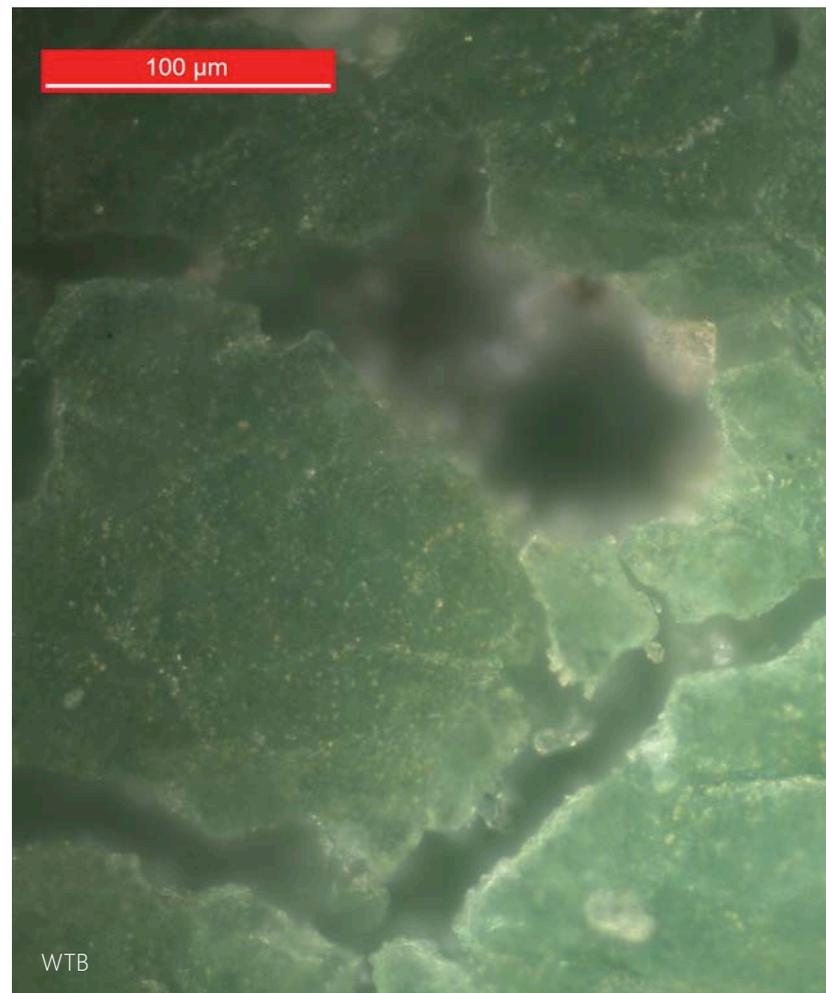
Alternative Techniken werden immer noch zu oft als Gesamtlösung zur Verhinderung der Legionellenentwicklung angesehen. Wir möchten jedoch betonen, dass es sogar bei der Anwendung solcher Systeme äußerst wichtig bleibt, **auch das eigentliche System korrekt zu entwerfen**, zu installieren und zu nutzen. Denken wir dabei beispielsweise nur einmal an die wöchentliche Erneuerung des Wassers in den Leitungen durch deren regelmäßige Benutzung bzw.

Spülung, das Vermeiden von toten Leitungsabschnitten (denn wenn kein Durchfluss möglich ist, kann das Desinfektionsmittel nicht dorthin fließen), das Verhindern der Erwärmung von Kaltwasser und dergleichen mehr. All diese Anforderungen sind strikt einzuhalten, wenn man eine etwaige Legionellenentwicklung bekämpfen möchte.

Im Zusammenhang mit einer kontinuierlichen chemischen Desinfektion ist es auch äußerst wichtig, die Konzentrationen genau zu überwachen und die Behandlung regelmäßig zu kontrollieren. Diese Ergebnisse müssen sorgfältig in ein **Register** eingetragen werden. Das für die Anlage verantwortliche Personal muss darüber hinaus Kenntnisse von deren Betrieb und Einstellungen haben.

Schließlich sind die im ministeriellen Erlass angegebenen **Einsatzbedingungen** einzuhalten und es ist bei den Herstellern nachzufragen, ob der aktive Stoff mit dem Material des Rohrnetzes **verträglich** ist. Denn wir konnten bereits mehrere Fälle der Schädigung von Kunststoffrohren sowie eine erhöhte Korrosion von Metallrohren feststellen, die möglicherweise auf die Anwendung von zu hohen Konzentrationen von Desinfektionsmitteln zurückzuführen sind. ◆

Risse in der Innenwand eines Rohrs aus Polypropylen infolge einer ClO₂-Behandlung.





Dauerhafte Deckanstriche für Holz-Außenschreinerarbeiten

Es gibt verschiedene Parameter, die die Dauerhaftigkeit eines Holzdeckanstrichs beeinflussen können. Einer pränormativen Studie zufolge muss dessen Verträglichkeit mit dem Untergrund vorrangig geprüft werden. Der Farbton des Deckanstrichs, seine Ausgangsdicke und der Dickenverlust im Laufe der Zeit haben ihrerseits einen erheblichen Einfluss auf die Instandhaltungsfristen.

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



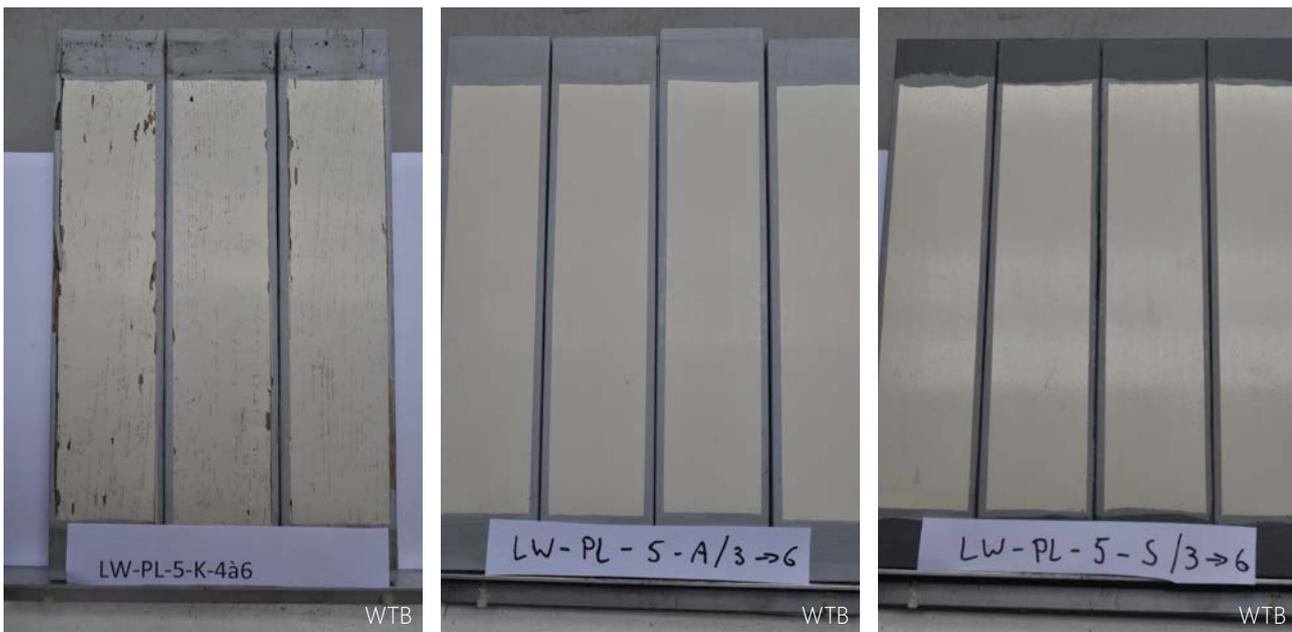
Das Auswählen eines dauerhaften Deckanstrichs auf einem Holzuntergrund ist nicht so einfach wie es scheint. Denn dabei müssen mehrere Parameter berücksichtigt werden, darunter:

- die Holzart
- die Zusammensetzung des Anstrichstoffs
- der zu schützende Elementtyp.

Dank der Normenreihe NBN EN 927 konnten erhebliche Fortschritte in Bezug auf die Klassifizierung der Leistungen von Holzdeckanstrichen und deren Anpassung an die beabsichtigte Anwendung erzielt werden (siehe [Les Dossiers du CSTC 2018/4.8](#)). Denn darin sind **Umgebungsklassen** und bestimmte Empfehlungen in Bezug auf den Einfluss verschiedener Parameter – darunter die Dauerhaftigkeit des Deckanstrichs – aufgeführt.

Um diese Daten zu ergänzen, wurde eine pränormative Studie innerhalb des WTB und des Zentrums WOOD.BE durchgeführt. Dabei wurden mehr als zwanzig Deckanstriche, darunter Lacke und Lasuren, auf verschiedene Holzarten aufgetragen und einer Außenalterung unterzogen (*). Nach etwas mehr als zwei Jahren sind signifikante Veränderungen zu beobachten und es lassen sich erste Schlussfolgerungen bezüglich der zeitlichen Entwicklung der Deckanstriche ziehen. Die Entwicklung der Wasserdurchlässigkeit und die des Aussehens waren bereits Gegenstand eines vorherigen Artikels (siehe [Les Dossiers du CSTC 2020/4.8](#)).

(*) Es handelte sich dabei um Deckanstriche, die dafür bestimmt waren, vor Ort vom Maler aufgetragen zu werden. Jene, die in der Werkstatt angebracht worden waren, wurden nicht berücksichtigt. Die Bindemittel bestanden hauptsächlich aus Alkyd- und Acrylharzen sowie aus Alkyd-Acryl-, PU-Alkyd- oder PU-Acryl-Gemischen.



Eiche

Afzelia

Sapelli

1 | Nach einer Alterung von zwei Jahren ist der Deckanstrich auf Eiche schneller beschädigt als der auf anderen Holzuntergründen.

Einfluss des Holzes

Die Holzart und ihre Verträglichkeit mit dem Deckanstrich sind sehr wichtig. Denn bestimmte Holzarten enthalten Antioxidantien, die das Trocknen und Aushärten der Alkydharze oder Öle verhindern. Andere Holzarten geben **Gerbstoffe** ab oder verursachen **Harzabsonderungen**. Diese Pathologien und die möglichen Abhilfemaßnahmen dafür sind beschrieben in der [TI 249](#) und [Les Dossiers du CSTC 2006/4.11](#).

Die Ergebnisse der pränormativen Studie zeigen auch, dass die Holzart einen wichtigen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit des Deckanstrichs haben kann. So wurde bei vier der getesteten Anstrichstoffe eine schnellere Schädigung auf Eiche festgestellt, während die gleichen Systeme auf Afzelia und Sapelli gute Leistungen zeigten (siehe Abbildung 1). Die Ursachen für diese **Dauerhaftigkeitsunterschiede** wurden noch nicht ganz herausgefunden. Denn die betreffenden Deckanstriche wiesen keine besonderen Merkmale auf, die zu einem Risiko einer frühzeitigen Schädigung hätten führen können, und ihre Leistungen lagen bei mittleren Werten des für die anderen Systeme gemessenen Bereichs.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die derzeit in den technischen Merkblättern enthaltenen Merkmale keine Vorhersage des Schadensrisikos ermöglichen. Ferner möchten wir darauf hinweisen, dass diese Verhaltensunterschiede erst nach Ablauf der von der Normenreihe NBN EN 927 vorgesehenen Expositionszeit von einem Jahr auftraten.

Um die Eignung eines Deckanstrichsystems für eine bestimmte Holzart zu überprüfen, müsste der Hersteller zuvor ihre Verträglichkeit während einer ausreichend langen Alterungszeit (mehr als ein Jahr) überprüfen.

Einfluss des Farbtons des Deckanstrichs

Auch der Farbton eines Deckanstrichs kann seine Dauerhaftigkeit beeinflussen.

Dunklere Farbtöne haben aufgrund der stärkeren Absorption der Sonnenstrahlung eine höhere Erwärmung zur Folge. Sie sind daher anfälliger für **Schädigungen, die mit der Wärmeausdehnung des Holzes oder dem Vorhandensein von Feuchtigkeit im Holz zusammenhängen** (Blasenbildung).

Die Ergebnisse der pränormativen Studie zeigen auch, dass Lasuren mit einem helleren Farbton häufiger zu Aussehensunterschieden führen. Diese scheinen vor allem mit den Entwicklungen des Holzes zusammenzuhängen (siehe Abbildung 2 auf Seite 26). Darüber hinaus schützen die natürlichen Farbtöne das Holz weniger vor einer Beschädigung durch Sonneneinstrahlung. Letzteres kann zum photochemischen Abbau des Holzes führen, der mit dem **Ablösen des Deckanstrichs und der Entwicklung von Schimmelpilzen** (Blauverfärbung) einhergehen kann, was dunklere Bereiche entstehen lässt (siehe Abbildung 3 auf Seite 26).

Was die Lasuren betrifft, können die dazwischenliegenden Farbtöne als die dauerhaftesten betrachtet werden.

Dickenunterschiede und Exposition

Während der zweijährigen Alterungszeit wurde die Dicke der Deckanstriche in regelmäßigen Abständen gemessen. Obwohl gewisse Unterschiede wahrnehmbar sind, lässt sich dennoch feststellen, dass:

- die Dickenverluste über die Zeit relativ linear sind



2 | Veränderung des Aussehens, die hauptsächlich auf eine Entwicklung des Holzes zurückzuführen ist. In dem Fall wurde eine Lasur mit einem hellen Eichenfarbton auf Sapelli aufgetragen. Der linke Prüfling ist die Referenzprobe ohne Alterung.



3 | Photochemischer Abbau des Holzes in Verbindung mit der Entwicklung von Schimmelpilzen, was dunklere Bereiche anstehen lässt.

- die Dickenverluste für den gleichen Deckanstrich meistens unabhängig von der Holzart und dem Farbton des Deckanstrichs sind.

Die größten Unterschiede wurden zwischen Lacken auf Lösemittelbasis und Lacken auf Wasserbasis festgestellt, wobei letztere im Allgemeinen eine geringere Erosionsgeschwindigkeit aufwiesen. Dieser Unterschied wurde bei den Lasuren nicht festgestellt.

Die nachstehende Tabelle enthält eine Abschätzung der **jährlichen Dickenverluste**, die aus den Untersuchungsergebnissen abgeleitet wurden. Diese Werte gelten nur für die stärksten Expositionen (nicht geschützte Bereiche oder Elemente mit einer südwestlichen Ausrichtung und einer Anordnung zwischen der Horizontalebene und 45°). Indem man diese Daten mit den aufgetragenen Ausgangsdicken kombiniert, erhält man eine erste Abschätzung von der Dauerhaftigkeit der Deckanstriche. Geht man von einer 75 µm dicken Lasur und einem Dickenverlust von 15 µm/Jahr

aus, so sind nach zwei Jahren fast 40 % des Deckanstrichs verloren gegangen. Bei einer weniger starken Exposition (z.B. geschützter Bereich, vertikal angeordnet oder mit einer nördlichen Ausrichtung) ist die Erosionsgeschwindigkeit deutlich geringer.

Die Ergebnisse der Studie zeigen auch, dass bereits eine **Instandhaltung erforderlich** ist, bevor der Deckanstrich vollständig verschwunden ist. Für die Lasuren, bei denen die Beschädigungen am schnellsten auftraten, lässt sich der Schwellenwert auf etwa 40 µm abschätzen.

In naher Zukunft werden weitere Analysen durchgeführt, um die Schwellenwerte für andere Deckanstriche abzuschätzen und letztendlich Dauerhaftigkeitsklassen für Außendeckanstriche festlegen zu können. Beim Auftragen der Deckanstriche sind die vorgeschriebenen Dicken in jedem Fall einzuhalten. Scharfe Kanten, an denen sich die Anstrichstoffdicken nur schwer einhalten lassen, sind ebenfalls zu vermeiden. ◆

Abschätzung der Schnelligkeit des Dickenverlustes für verschiedene Deckanstriche (aus der pränormativen Studie abgeleitete Ergebnisse).

Typ des Deckanstrichs	Ausgangstrockendicke	Abschätzung des Dickenverlustes (µm/Jahr) für eine starke Exposition
Lack auf Lösemittelbasis	Von 90 bis 150 µm	Von 10 bis 15 µm/Jahr
Lack auf Wasserbasis		Von 8 bis 12 µm/Jahr
Lasur	Von 70 bis 120 µm	Von 10 bis 15 µm/Jahr

WTB-Veröffentlichungen



Technische Informationen



Nr. 275 ,Ouvrages particuliers en verre. Partie 3: applications non structurales (cloisons intérieures en verre)'.



Nr. 244 ,Les ouvrages de raccord des toitures plates: principes généraux' (ersetzt die TI 191). Ausgabe Februar 2021.

Monographie

Nr. 36 ,Les ambitions 2025 du CSTC'.

Infomerklärungen

- Nr. 87** ,Fissuration et décollement d'une chape adhérente'.
- Nr. 92** ,Jeu excessif entre une porte Rf et une dalle en béton'.
- Nr. 93** ,Isolation insuffisante aux bruits de choc entre appartements'.
- Nr. 94** ,Nuisances sonores après avoir remplacé le revêtement de sol'.
- Nr. 96** ,Décollement de peinture sur volets extérieurs en bois décapés chimiquement par bain de trempage'.

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. Vangheel.
- 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. D'Heygere und D. Van de Velde
Illustrationen: 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 Mausclicks 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