



**wtb.be**  
Forscht • Entwickelt • Informiert

# Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2014/2



**Innovative  
Betonarten auf  
der Baustelle**  
S. 6

**Auf die  
Verglasung  
geklebte Folien**  
S. 9

**Unterhalt von  
Fliesen- und  
Plattenböden**  
S. 14

**Warten auf  
warmes Wasser**  
S. 18



# Inhalt 2014/2

	Zusammenbauen an der Zukunft des Sektors .....	3
	CCTB 2022: das neue wallonische Typen-Lastenheft .....	4
	Vorteile von innovativen Betonsorten auf der Baustelle .....	6
	Integration von Photovoltaikanlagen in geneigte Dächer .....	7
	Gefälleschichten auf Zementbasis auf Flachdächern .....	8
	Die Energieleistungen von Verglasungsfolien .....	9
	Ein Blick auf Holzfenster mit hohen Energieleistungen .....	10
	Normativer Kontext für Innenputze .....	12
	Neue Bestimmungen für die Emissionen von Bodenbelägen und ihren Klebern .....	13
	 Unterhalt von Fliesen- und Plattenböden: Empfehlungen .....	14
	 Unterhalt von Lüftungssystemen .....	16
	Warten auf warmes Wasser .....	18
	Innovative vorgefertigte Holzskelettbausysteme für Appartementshäuser .....	20
	BIM: Zusammenarbeit ist die Botschaft .....	22



# Zusammenbauen an der Zukunft des Sektors

Es ist für niemanden ein Geheimnis, dass der Bausektor in den vergangenen Jahren eine Reihe von wichtigen Entwicklungen erfahren hat. Es ist dann auch nicht verwunderlich, dass das WTB es sich zur Aufgabe gemacht hat, dem Sektor bei diesen Veränderungen beizustehen. Das Bauzentrum konzipierte demzufolge einen Kurs, bei dem die wichtigsten Pfeiler aus den Arbeitsplänen der Technischen Komitees aufgenommen sind. Dieser kollektive Ansatz, in Absprache mit den Behörden und den Berufsorganisationen, bildet die Triebfeder hinter den Aktivitäten des Bauzentrums und legt die Prioritäten für die folgenden Jahre fest.

Diese Prioritäten werden künftig in vier große Themas unterteilt:

- Energie und Umwelt
- Komfort, Gesundheit, Zugänglichkeit und Sicherheit
- Materialien und Bausysteme
- Technische Anlagen.

Ziel dieser Arbeitsweise ist es, die notwendige Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen beteiligten Parteien zu fördern.

Ohne Forschung und Innovation gibt es natürlich keine Zukunft und würde jeder Sektor früher oder später unweigerlich verschwinden. Deshalb sind die WTB-Mitarbeiter jedes Jahr erneut bei ca. 70 Projekten beteiligt. Für eine knappe Übersicht über die Aktivitäten von 2013 verweisen wir auf den Jahresbericht, der seit kurzem auf unserer Webseite verfügbar ist. Die Projektdatenbank, die über den Link [www.cstc.be/go/projects](http://www.cstc.be/go/projects) konsultiert werden kann, enthält ihrerseits zusätzliche Erläuterungen über die Zielsetzungen und die bereits erreichten Ergebnisse. Die meisten Projekte umfassen verschiedene Themen und dies reflektiert den interdisziplinären Charakter der WTB-Aktivitäten. Wir beobachten beispielsweise, dass mehr als 35 % der Projekte sich mit **Energie** und **Umwelt** befassen. Dies ist nicht verwunderlich, angesichts der zahllosen technologischen und organisatorischen Herausforderungen, die mit den Zielsetzungen auf diesem Gebiet einhergehen. Ein anderer wichtiger Teil der Forschungsaktivitäten behandelt die Entwicklung von **Materialien** und **Bausystemen**, was nicht nur ein notwendiger Faktor für die Verbesserung der Effizienz des Sektors, sondern auch für die Arbeitsbedingungen der Arbeitnehmer ist. Auch die zwei anderen Themen sind wichtige Gebiete innerhalb des Sektors; dies ergibt sich ganz deutlich aus der Anzahl der Seiten, die ihnen im Jahresbericht gewidmet sind.

In einer Gesellschaft, in der die technologischen Entwicklungen schnell aufeinanderfolgen, dürfen wir jedoch nicht aus dem Auge verlieren, dass das Bauen an sich bezahlbar bleiben muss, um das Wachstum des Sektors nicht zu gefährden. Dies ist übrigens auch der Grund, warum bei vielen Forschungsprojekten gegenwärtig auch der wirtschaftliche Aspekt berücksichtigt wird. |



Das neue Typen-Lastenheft CCTB 2022 wird derzeit in Wallonien zur Referenz in Sachen öffentliche Ausschreibungen. Es handelt sich hierbei um ein einzigartiges Referenzdokument, das das Leben der Bauunternehmer vereinfachen soll und das das Ergebnis aus einer engen Zusammenarbeit zwischen den privaten und dem öffentlichen Sektor ist.

# CCTB 2022: das neue wallonische Typen-Lastenheft

Im Oktober 2007 ermittelte die *Confédération construction wallonne* (CCW) innerhalb des wallonischen Ständigen Ausschusses zur Konzertierung für das Bauwesen (*Comité permanent de concertation de la construction*) die Möglichkeit, ein Typen-Lastenheft für Gebäude zu verfassen, da das Fehlen eines solchen Referenzdokuments für Bauunternehmer nachteilig ist. Anlässlich dieser Anfrage rief der Ständige Ausschuss eine Arbeitsgruppe ins Leben, die den Auftrag erhielt, dieses Referenzlastenheft nach dem Vorbild des Typen-Lastenhefts *CCT Qualiroutes* für Straßenarbeiten auszuarbeiten. Die Arbeitsgruppe konnte sich auch in starkem Maße auf den Inhalt des Typen-Lastenhefts der *Société wallone du logement* (CCT SWL) stützen. Das WTB sorgte in diesem Zusammenhang für die Anpassung der Texte des CCT SWL an den gegenwärtigen Stand der Normgebung und für das Verfassen einer Reihe von neuen Artikeln.

Ab Juli 2014 soll das Typen-Lastenheft CCTB 2022 in Wallonien für alle öffentlichen Ausschreibungen und Arbeiten mit einem Subventionsanteil von mehr als 50 % anwendbar sein. Angesichts dessen, dass das CCTB 2022 sowieso das Referenzlastenheft werden wird, liegt es übrigens hinsichtlich der Erwartungen nahe, dass sich dessen Verwendung auch für private Ausschreibungen durchsetzen wird, insbesondere weil dieses Dokument und das zugehörige Informatiktool den Planern gratis zur Verfügung gestellt werden.

## Inhalt des Typen-Lastenhefts

Die im Rahmen des CCTB 2022 gehandhabte

**Online**

Einer der Besonderheiten des CCTB 2022 besteht darin, dass es kostenlos ist und nur unter folgender Adresse online zur Verfügung steht: <http://batiments.wallonie.be> (nur auf Französisch).

Klassifikation wurde innerhalb einer Anzahl von öffentlich-privaten Arbeitsgruppen realisiert, die vom WTB koordiniert wurden. Diese Klassifikation, die das Skelett des Typen-Lastenhefts bildet, umfasst zehn Bände:

- Band 0: Unternehmung / Baustelle
- Band 1: Erdarbeiten / Gründungen
- Band 2: Strukturelemente
- Band 3: Dacharbeiten
- Band 4: Fassadenschließung / Außenverkleidungen
- Band 5: Fassadenschließung / Innenverkleidungen
- Band 6: HVAC – Sanitärartikel
- Band 7: Elektrizität
- Band 8: Malerarbeiten / Oberflächenbehandlung
- Band 9: Umgebungsarbeiten.

Jeder Band ist gemäß einer Struktur mit sechs Niveaus aufgebaut: Band, Abschnitt, Titel, Untertitel und Artikel (siehe Abbildung). Jedem Niveau ist ein beschreibender Artikel zugeordnet. Die ersten fünf Niveaus enthalten Allgemeinheiten, deren Inhalt im letzten Niveau vervollständigt wird (das ist der letztendliche Artikel, in dem die auszuführenden Arbeiten beschrieben stehen).

Diese zehn Bände enthalten nicht weniger als 9.500 Artikel (wobei noch einige ergänzt werden müssen). Ein Viertel der fertig gestellten Artikel basiert auf den Texten des CCT SWL und alle Verweise auf die Referenzdokumente (Normen, STS, TI) wurden kontrolliert. Zu diesen Artikeln wurden auch zahlreiche andere, im Zusammenhang mit dem nachhaltigen Bauen, hinzugefügt. Das Ganze bildet eine solide Arbeitsbasis, auf die sich die Vorschreiber basieren können. Falls ein bestimmter Artikel aus dem CCTB 2022 keinen Inhalt aufweist, obliegt es dem Vorschreiber, diese Lücke in seinem eigenen Sonderlastenheft zu schließen.

Im CCTB 2022 wird für alle Posten eine breite Vielfalt an Materialtypen und Ausführungsmöglichkeiten angeboten. Beim Verfassen seines Sonderlastenhefts muss der Planer hieraus die technischen Vorschriften auswählen, die für seine Ausschreibung spezifisch sind.

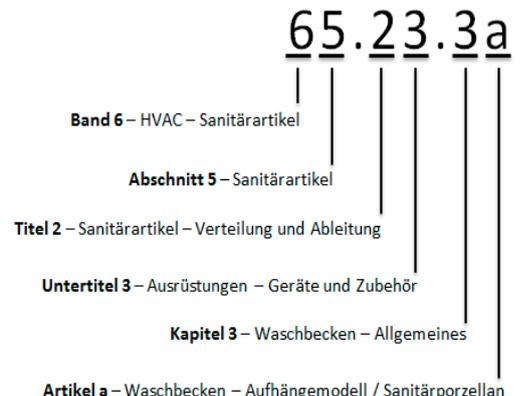
Dieser Ansatz verbessert die Lesbarkeit der Lastenhefte und vereinfacht das Leben der Bauunternehmer, da sie sich künftig auf einzigartige Referenztexte basieren können, die für alle (subventionierten) Baustellen identisch sind. Auf diese Weise werden die Vorschriften für eine spezifische Ausschreibung viel knapper sein und für die Auszuführenden auch viel deutlicher werden.

## Aktualisierungen

Alle Texte des CCTB 2022 werden von technischen Arbeitsgruppen ständig an die technischen oder normativen Entwicklungen angepasst. In diesen Arbeitsgruppen werden sowohl Partner aus dem öffentlichen als auch dem Privatsektor (Verbände, Bauunternehmer, WTB-Mitarbeiter) vertreten sein, um ein gewisses Gleichgewicht zwischen der Realität vor Ort und den Anforderungen der Verwaltung zu erhalten.

Diese technischen Gruppen werden von der

Beispiel der Klassifikationsstruktur für die Artikel des CCTB 2022





*Société wallonne du logement* und dem WTB koordiniert werden.

Der Vorteil des CCTB 2022 liegt somit in seinem Charakter, der den Entwicklungen folgen kann: Der Sektor verfügt künftig über eine ‚lebendige‘ Quelle an Vorschriften, die auf permanente Weise aktualisiert und mit neuen Artikeln dank einer kontinuierlichen Verfolgungsstruktur ergänzt werden kann.

### Das dem CCTB 2022 zugeordnete Informatiktool

Neben den Arbeiten am Inhalt des CCTB 2022 hat der Öffentliche Dienst von Wallonien (SPW), in Zusammenarbeit mit dem

Um den Sektor auf die Nutzung des CCTB 2022 vorzubereiten, werden in Kürze vom Anbieter Greenwal Schulungen organisiert werden. Auskünfte und Anmeldungen unter folgender Adresse:

<http://www.greenwal.be/formations-cctb/>.

WTB und der *Union wallonne des architectes* (UWA) auch ein Informatiksystem für die Nutzung und die Gestaltung von Lastenheften gemäß dem CCTB 2022 entwickelt. Dieser Informatikteil umfasst eine Website, die den einzigen Weg bildet, über den die Texte des CCTB 2022 (im .pdf-, .doc- und .html-Format) verteilt werden sollen. Auf dieser Website kann auch eine kostenlose Anwendung heruntergeladen werden, die es ermöglicht,

Sonderlastenheften und Aufmaße zu verfassen (\*). Diese Anwendung versetzt den Benutzer in die Lage, die Struktur und den Inhalt des CCTB 2022 zu nutzen. Dieses Tool wurde so entworfen, das nach geraumer Zeit auch neue, von Dritten entwickelte Funktionalitäten hinzugefügt werden können. Ferner ist das Tool auch mit einer kontextuellen Suchfunktion versehen, die den Link zwischen Texten des CCTB 2022 und möglichen anderen Referenzdokumenten (Normen, STS, TI, ...) legt. Hierdurch wird es möglich, ausgehend von einem Text eines Lastenhefts, Zugang zu WTB-Veröffentlichungen und Normen zu erhalten.

### Schlussfolgerung

Das CCTB 2022 ist ein einzigartiges Tool, das es gestattet, das Verfassen und die Nutzung von Sonderlastenheften stark zu vereinfachen. Dieses Tool ist das Ergebnis einer öffentlich-privaten Zusammenarbeit. Dank dieses Tools verfügt der Benutzer über eine ganze Reihe von gemeinsamen Vorschriften, deren Inhalt regelmäßig von technischen Arbeitsgruppen, in denen das WTB mitarbeitet, aktualisiert werden wird. Das Bauzentrum wacht auch darüber, dass die Lehren, die aus der Forschung und den Arbeiten seiner Technischen Komitees gezogen wurden, im Rahmen des Möglichen in die Aktualisierungen einfließen.

Das Interesse der Region Brüssel-Hauptstadt an diesem Dossier müsste es zulassen, dass dieser Ansatz für ein noch größeres Publikum zugänglich gemacht wird und – wer weiß – man schließlich zu einem gemeinsamen Typen-Lastenheft für die drei Regionen kommt. |

*P.-H. Lefebvre, Dr. Sc., Projektleiter, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB*

*J. Van Dessel, Ir., Leiter der Abteilung Nachhaltige Entwicklung und Renovierung, WTB*

(\*) Die Anwendung VitruV kann man unter folgender Adresse herunterladen:  
<http://batiments.wallonie.be>.





# Vorteile von innovativen Betonsorten auf der Baustelle

Die Verwendung von innovativen Betonsorten wie selbstverdichtenden und faserverstärkten Beton bleibt auf den belgischen Bauplätzen vorerst eher begrenzt. Solche Betonsorten können jedoch eine Reihe von Vorteilen bieten, sofern sie korrekt vorgeschrieben und ausgeführt werden. In diesem Artikel werden wir anhand eines laufenden Bauprojekts nachzuweisen versuchen, wo diese günstigen Einflüsse sich am stärksten bemerkbar machen.

Es handelt sich hierbei um ein Bauprojekt mit einer Fläche von etwa 9.000 m<sup>2</sup>, auf denen der Bauherr drei Gebäude (zur Unterbringung von 24 Apartementen) errichten möchte. Der Zugang zu den drei Gebäuden steht über eine unterirdische Straße miteinander in Verbindung. Insgesamt werden im Rahmen dieses Projekts nicht weniger als 3.000 m<sup>3</sup> Beton verarbeitet werden, wovon schon allein 720 m<sup>3</sup> für die Fundamentplatte verwendet werden. Der Bauunternehmer hat in diesem Zusammenhang daher die Beratung der WTB-Mitarbeiter in Anspruch genommen, die mithilfe des Projekts ‚Stortklaar beton voor de toekomst‘ die Anwendungsmöglichkeiten von diversen innovativen Betonsorten untersucht haben.

Angesichts dessen, dass erfahrene Arbeitskräfte rar und teuer sind, wollte der Bauunternehmer dieses Projekt möglichst effizient und schnell mit Erfolg durchführen, ohne dabei Qualitätsabstriche zu machen. Die Verwendung von faserverstärktem Beton für die Ausführung der Fundamentplatte wurde daher schon ab der Entwurfsphase in Erwägung gezogen.

Die Fundamentplatte hat eine Fläche von ca. 1.900 m<sup>2</sup>, eine Dicke von 37 cm und wird von 240 Gründungspfählen getragen. Außerdem muss sie noch eine Reihe von spezifischen Stabilitätsanforderungen und technischen Anforderungen erfüllen. So wurde die Berechnung unter der Annahme einer maximalen Rissweite von 0,2 mm durchgeführt und es wurde eine Lösung ohne Verguss- und Dehnungsfugen ausgewählt. Denn die-

Berechnete Basisarmierung und Schätzung der Anzahl an Arbeitsstunden für den Fall einer traditionellen Armierung und einer Kombinationsarmierung

Vergleichsparameter	Traditionelle Armierung	Kombinationsarmierung
Armierungsnetz	131 kg/m <sup>3</sup> 12/12/100/100 (unteres und oberes Netz)	31 kg/m <sup>3</sup> 10/10/150/150 (oberes Netz)
Dosierung der Stahlfasern	-	40 kg/m <sup>3</sup>
Gesamtmenge der Basisarmierung	131 kg/m <sup>3</sup>	71 kg/m <sup>3</sup>
Schätzung der Arbeitsstundenanzahl	701 Std.	162 Std.

se sind, was die Ausführung betrifft, sehr arbeitsintensiv und bilden darüber hinaus einen Schwachpunkt hinsichtlich der Wasserdichtheit der Konstruktion.

In Zusammenarbeit mit dem Faserlieferanten untersuchte das Planungsbüro sowohl die traditionelle armierte Lösung als auch eine Alternative auf Basis einer Kombinationsarmierung (bei der ein Teil der Armierung der Fundamentplatte durch Stahlfasern ersetzt wird). In der obigen Tabelle werden beide Lösungen miteinander verglichen. Wir möchten darauf hinweisen, dass in dieser Tabelle nur die Basisarmierung (ohne die lokale Zusatzarmierung, den Armierungsanschluss der Wände, ...) berücksichtigt wird. Aus dieser Vorstudie ergab sich bereits, dass die Verwendung einer Kombinationsarmierung zu beträchtlichen Einsparungen hinsichtlich des Materials führen kann (fast eine Halbierung der Basisarmierung).

Auf der Grundlage der so berechneten Stahlmenge konnte der Bauunternehmer eine Schätzung der Ausführungszeitdauer vornehmen (siehe Tabelle). Aus dieser Vorkalkulation ging hervor, dass die Kombinationsarmierung auch für diesen Aspekt eine wertvolle Alternative darstellen kann (mit einer theoretischen Verringerung in der Größenordnung von 75 % der Arbeitsstunden). Die Option mit der Kombinationsarmierung erfordert darüber hinaus weniger Zusatzar-

mierung. Dies ist ein zusätzlicher Vorteil, da deren Verlegung recht arbeitsintensiv ist. Ferner ist das Basisarmierungsnetz viel leichter (10/10/150/150), wodurch es von Hand angebracht werden kann und die Anzahl der Kranbewegungen beträchtlich reduziert wird.

Nach dieser Vorstudie wurde die Probe auf Exempel gemacht und es wurde die Fundamentplatte mit der vorstehend detaillierten Kombinationsarmierung ausgeführt. In weniger als fünf Werktagen wurde die vollständige Platte armiert und gegossen (dies erfolgte in einer kontinuierlichen Gießphase von ungefähr 12 Stunden): eine Rekordzeit, die mit traditioneller Armierung sicher nicht erreichbar gewesen wäre.

## Nützliche Informationen

Für weitere Informationen bezüglich der Verwendung von selbstverdichtendem, faserverstärktem oder Grünbeton verweisen wir auf die Infomerkblätter der Reihe 71 sowie auf der Projektwebsite [www.betonica.be/stortbeton](http://www.betonica.be/stortbeton) (nur auf Niederländisch).

P. Van Isterbeeck, Dr. Ir. Arch., Projektleiter, Laboratorium Structuren, WTB

Das Projekt ‚Stortklaar beton voor de toekomst‘ profitiert von der Unterstützung der Nieuw Industrieel Beleid und der Agentschap Ondernemen.



Ausführung der Fundamentplatte mit einer Kombinationsarmierung





Das Anbringen von thermischen Solaranlagen und Photovoltaikanlagen auf geneigten Dächern ist in unserem Land gängige Praxis geworden. Während die thermischen Anlagen zur Warmwassererzeugung im Allgemeinen eine kleine Größe aufweisen und häufig in das Dach eingebaut werden, sind die Photovoltaikanlagen zur Elektrizitätserzeugung gewöhnlich größer und werden deshalb in der Regel auf die Dachdeckung montiert. In Les Dossiers du CSTC 2012/2.5 werden die wichtigsten Montagetechniken für geneigte Dächer beschrieben. Obwohl diese Technik in Belgien nur selten Anwendung findet, ist es auch möglich, die Photovoltaikanlagen in das Dach zu integrieren. In diesem Artikel gehen wir darauf ein, welche Folgen diese Wahl mit sich bringt.

# Integration von Photovoltaikanlagen in geneigte Dächer

## Heikle Montage

Bei einer Montage durch Integration ersetzen die Solarpaneele und ihre Anschlüsse die Dachdeckung gegebenenfalls vollständig, wodurch sie ihrerseits auch die Regendichtheit übernehmen müssen. Um die Dichtigkeitsleistungen auch langfristig zu garantieren, muss die Montage der Paneele von einem qualifizierten Dachdecker ausgeführt werden, wobei die elektrischen Arbeiten einem Elektriker anvertraut werden müssen.

Die Durchgängigkeit der Abdichtung zwischen der Dachdeckung und den Paneelen wird durch die Anschlüsse an dem Kopf, dem Fuß und den Seiten der Paneele sowie zwischen jeder Paneele und -spalte sichergestellt. Diese Anschlüsse müssen außerdem mit den Dachdeckungselementen und der Dachneigung vereinbar sein. Das Unterdach darf auf keinen Fall als Bestandteil der Wasserdichtung der Solaranlage betrachtet werden. In Abhängigkeit des Typs der Solarpaneele und der Anbringungstechnik muss das Unterdach gegebenenfalls UV-beständig sein.

Die Paneele müssen am Dachstuhl solide befestigt werden, um das Losreißen durch den Wind zu vermeiden. Falls eine direkte Befestigung am Dachstuhl unmöglich ist, kann man sich dafür entscheiden, die Paneele an einem Element mit einer ausreichenden Stärke zu befestigen, das dann am Dachstuhl festgeschraubt wird. Befestigungssysteme mit Nägeln sind weniger gut geeignet, die durch den Wind hervorgerufenen Zugkräfte aufzunehmen.

Es sind gegenwärtig diverse Systeme für die integrierte Anbringung von Solarpaneelen auf dem Markt (gegebenenfalls mit einer technischen Zulassung, die deren Eignung für die betrachtete Anwendung angibt). Eine Anzahl dieser Systeme ist mit spezifischen Rahmenprofilen ausgerüstet, die sowohl die Dichtheit zwischen den Paneelen untereinander als auch zwischen den Paneelen und dem Dach gewährleisten. Bei anderen Systemen werden dagegen Techniken angewandt,

die mit diesen vergleichbar sind, die zur Anbringung von Glas in Dächern zur Anwendung kommen (siehe TI 221, Abschnitt 8).

Photovoltaikanlagen, die in Form einer Integration angebracht werden, müssen so entworfen sein, dass sie das Verhalten des Daches nicht ändern. So muss man darauf achten, dass keine Wasserstagnationen auftreten können, dass die Temperaturanstiege begrenzt bleiben und dass die Elemente, die vorher durch die Dachdeckung geschützt waren, nicht der Sonne ausgesetzt werden.

## Wenig Einfluss auf die Erzeugungsverluste

Die Leistung eines kristallinen Photovoltaikpaneels sinkt in dem Maße, wie die Arbeitstemperatur steigt. Diese Temperatur hängt unter anderem von der Sonneneinstrahlung, der Windgeschwindigkeit, der Umgebungstemperatur und der Anbringungskonfiguration ab. Im Gegensatz zu der vorherrschenden Auffassung ist der Unterschied hinsichtlich des Erzeugungsverlustes zwischen einer in das Dach integrierten und einer auf die Dachdeckung montierten Anlage in Belgien relativ klein (< 1-3 %), sofern die Montagetechnik die freie Luftzirkulation zwischen den Photovoltaikpaneelen und dem Unterdach nicht beeinträchtigt.

## Ästhetik hat einen Preis

Dadurch dass die Oberfläche der eingebauten Paneele viel weniger aus der Dachdeckung heraussteht, wirkt die Anlage natürlich ein Stück diskreter (obwohl ein kleiner Höhenunterschied unvermeidlich ist). Dem steht gegenüber, dass die Ausführung von wasserdichten Anschlüssen und die Anpassung der Dachdeckungsele-

mente einen größeren Arbeitsaufwand als bei einer Montage auf dem Dach erfordert. Bei bestehenden Dächern, die keine anderen Renovierungsarbeiten erfordern, ist die notwendige Entfernung der Dachdeckung außerdem mit ansonsten nicht anfallenden Mehrkosten verbunden. Bei Neubau- oder Renovierungsprojekten kann man dagegen, was das Dachdeckungsmaterial und die Anbringung betrifft, Einsparungen realisieren. Doch wird die Rentabilität der gewählten Lösung in erster Linie vom Preis der Photovoltaikanlage (Paneele, Abdichtung und Zubehör) und der Leichtigkeit von deren Montage abhängen.

## Schlussfolgerung

Thermische Solaranlagen und Photovoltaikanlagen sind im Begriff zu einer notwendigen Bedingung zu werden, mit der sich die Kriterien von energiepositiven Gebäuden erreichen lassen. Sie können mit anderen Worten einen wichtigen Beitrag zur Senkung der Energierechnung liefern. Bei einer Montage durch Integration fallen die Solarpaneele auf dem Dach weniger auf und ist der Unterschied hinsichtlich des Erzeugungsverlustes im Vergleich zu einer oben auf die Dachdeckung montierten Anlage – im Gegensatz zur vorherrschenden Auffassung – eher gering. Die Regendichtheit zwischen den Paneelen muss in diesem Fall jedoch mithilfe von Techniken zustandegebracht werden, die an den Dachdeckungstyp angepasst sind und ist stets von einem qualifizierten Dachdecker auszuführen. |

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

Integration von Photovoltaikanlagen (links) und thermischen Solaranlagen (rechts) in ein geneigtes Dach



In der TI 215 wird empfohlen, bei Flachdächern stets ein Gefälle von mindestens 2 % vorzusehen, um den normalen Abfluss zu den Ableitungspunkten zu gewährleisten und um so jegliche bedeutende Wasserstagnation zu vermeiden (siehe diesbezüglich auch Les Dossiers du CSTC 2013/4.7). In der erwähnten TI werden auch verschiedene Möglichkeiten zur Realisierung dieses Gefälles beschrieben. Der vorliegende Artikel konzentriert sich auf Gefälleschichten auf Zementbasis.

Man unterscheidet verschiedene Typen von Gefälleschichten auf Zementbasis. In diesem Artikel werden jedoch nur Gefälleschichten aus anderen Materialien als Strukturbeton betrachtet, wie z.B. Estrichmörtel, Magerbeton (mit einer begrenzten Zementmenge), Leichtbeton (Granulate zum Teil durch leichte Granulate ersetzt), Schaumbeton (mit einem Schaumbildner) und isolierender Mörtel (mit leichten isolierenden Granulaten).

### Vor- und Nachteile

Gefälleschichten auf Zementbasis haben den Vorteil, dass sie die Realisierung eines ausreichenden Gefälles (und folglich einer effizienten Wasserableitung), unabhängig von der Formgebung der Dachdecke, ermöglichen. Dem steht gegenüber, dass sie ein nicht vernachlässigbares Gewicht haben und bei ihrer Verarbeitung eine beträchtliche Menge an Baufeuchtigkeit enthalten können. Um den Einschluss von Feuchtigkeit zu vermeiden und eine korrekte Trocknung nach innen zu ermöglichen, werden die Gefälleschichten auf Zementbasis direkt auf der Dachbetondecke angebracht.

### Haftung und Kohäsion

Die Wirkungen des Windes auf dem Flachdach verursachen einen Unterdruck, der meistens als Last an der Dachabdichtung angreift und auf die darunter liegenden Schichten übertragen wird. Die gegenseitige Haftung und die Kohäsion der verschiedenen Schichten sind für geklebte Systeme dann auch von äußerster Wichtigkeit. Bei einer unzureichenden Kohäsion zwischen den Schichten kann die gute Haftung darüber hinaus nicht gewährleistet werden. Die Mitglieder des Technischen Komitees Abdichtungen haben uns darauf aufmerksam gemacht, dass der Erhalt einer guten Flächenkohäsion bei den hier betrachteten Gefälleschichten auf Zementbasis in der Praxis nicht immer selbstverständlich ist, und zwar aus folgenden Gründen:

- Die Sonneneinstrahlung während oder direkt nach der Verarbeitung kann eine zu

schnelle Trocknung der Oberfläche nach sich ziehen, wodurch die gute Hydratisierung des Zements beeinträchtigt wird und eine staubige Oberfläche entstehen kann

- Insbesondere Gefälleschichten aus Schaumbeton enthalten einen hohen Gehalt an Anmachwasser und sind demzufolge für Nachtfrost sehr empfindlich
- Regenschauer während oder direkt nach der Ausführung können die Oberfläche feinkrümelig machen. Die poröseren Schichten (beispielsweise bei Schaumbeton) können unter anderem bei Regen zwischen ihrer Ausführung und dem Verlegen der Dampfsperre viel Feuchtigkeit absorbieren. Dies kann dazu führen, dass ihre Oberfläche unzureichend trocken sein kann, um die gute Haftung einer eventuellen Grundierung und der Dampfsperre zu garantieren.

### Wichtigkeit der Ausführungsbedingungen

Aus dem vorhergehenden Abschnitt geht hervor, dass die Ausführungsbedingungen für die hier betrachteten Gefälleschichten auf Zementbasis sehr wichtig sind und dass eine gewisse Anzahl von Vorschriften genau eingehalten werden muss, um die gewünschten Leistungen zu erhalten (z.B. kann das Gießen, bei Frost- und Regenwetter oder wenn kurz nach der Ausführung Regen oder Frost erwartet wird, nicht erfolgen). In der Praxis können die Arbeiten jedoch nicht immer unter solchen idealen klimatischen Bedingungen ausgeführt werden.

In der TI 215 wird empfohlen, die Oberfläche von porösen oder wetterempfindlichen Materialien (z.B. Leicht- und Schaumbeton) immer mit einer gut haftenden 20 mm dicken Glattschicht aus Zementmörtel zu behan-

- 1 | Ablösung der Abdichtung infolge einer unzureichenden Oberflächenkohäsion des Schaumbetons



# Gefälleschichten auf Zementbasis auf Flachdächern

deln. Denn dadurch lässt sich die Wasserabsorption ein wenig begrenzen. Aus der praktischen Erfahrung ergab sich jedoch, dass diese dünnen Mörtelschichten selbst auch einer Ablösung unterworfen sein können (infolge von thermischen Bewegungen oder der Schwindung).

Bei nicht optimalen klimatischen Bedingungen erscheint es uns somit auch besser, sich für ein weniger wetterempfindliches Geländematerial zu entscheiden, wie z.B. einen Estrichmörtel, einen Magerbeton, Dämmplatten mit einem integrierten Gefälle oder mögliche andere Systeme, deren Eignung sich für diese Verwendung bewährt hat.

### Schlussfolgerung

Leichte und poröse Gefälleschichten auf Zementbasis (wie Schaumbeton) sind hinsichtlich der klimatischen Bedingungen empfindlich. Denn Regenschauer während oder einige Tage nach ihrer Ausführung können eine Feinkrümeligkeit von deren Oberfläche hervorrufen, wobei die Oberfläche auch eine beträchtliche Menge an Feuchtigkeit aufnimmt. Dadurch ist es nicht immer möglich, eine ausreichende Haftung der Dampfsperre oder der Abdichtung auf einem solchen Untergrund zu gewährleisten.

In Anwesenheit von Materialien mit einer unzureichenden Kohäsion empfiehlt es sich, ein mit Balast versehenes, nicht haftendes oder ggf. mechanisch an die Dachdecke befestigtes Abdichtungssystem vorzuziehen. |

*E. Mahieu, Ing., stellvertretender Leiter der Abteilung Interface und Beratung, WTB*

*E. Noiralisse, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Dämm- und Abdichtungsmaterialien, WTB*

- 2 | Feinkrümeligkeit der Oberflächenschicht einer Gefälleschicht auf Zementbasis





In den letzten Jahren erhielt das Bauzentrum regelmäßig Anfragen über die wirklichen Energieleistungen von auf der Verglasung geklebten Folien. Lassen sie es zu, das Überhitzungsrisiko im Gebäude zu begrenzen? Können sie dazu beitragen, den Wärmedämmkoeffizienten der Verglasung zu verbessern? Was kann man davon wirklich erwarten? Dieser Artikel versucht, diese Fragen zu beantworten.

# Die Energieleistungen von Verglasungsfolien

Diese Folien werden (im Allgemeinen an der Innenseite) auf die Oberfläche der bestehenden Verglasungen geklebt, um die Sonnengewinne zu begrenzen und/oder um die Glasscherben bei Bruch beieinanderzuhalten. Neben diesen zwei Hauptfunktionen können sie auch auf folgenden Gebieten eine Rolle spielen: Sicherheit von Personen, Einbruchhemmung, UV-Schutz, Verringerung der Verfärbung der Innenverkleidung, Begrenzung der Blendung, thermischer und visueller Komfort, Antigriffschutz, ... Das Anbringen von solchen Folien ist heikel und muss nach ganz bestimmten Regeln erfolgen. Es wird dann auch empfohlen, dass dies von einem qualifizierten Fachmann durchgeführt wird. In diesem Artikel werden wir uns auf die visuellen, Sonnen- und Wärmeleistungen dieser Verglasungsfolien konzentrieren.

Verglasungsfolien werden meistens verwendet, um die unzureichenden Leistungen der installierten Verglasung zu verbessern (ungeeignete ursprüngliche Verglasungswahl, Veränderung der Bestimmung des Gebäudes, ...) und können auf den Fenstern von Wohngebäuden, aber häufiger von Nichtwohngebäuden (Büros, Schulen, Pflegeheime, ...) angebracht werden.

## Visuelle Leistungen und Sonnenleistungen

Die Anbringung einer Verglasungsfolie ermöglicht es, die Sonnengewinne durch die Verglasung hindurch, je nach gewähltem Folientyp, in einem großen Wertebereich (um 10-80 %) zu verringern. Eine solche Begrenzung der Sonnengewinne geht jedoch auch mit einer Verringerung der Tageslichtzufuhr einher. Die Wahl einer geeigneten Folie muss von Fall zu Fall erfolgen, und zwar in Abhängigkeit des Gebäudetyps, seiner Orientierung, ... Ferner

möchten wir darauf hinweisen, dass es selektive Folien gibt. Diese gestatten es, die Sonnengewinne durch die Verglasung hindurch zu begrenzen (niedriger Sonnenfaktor) bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung einer relativ hohen Lichtdurchlässigkeit (d.h. dass ihr Lichtdurchlässigkeitsfaktor deutlich höher ist als ihr Sonnenfaktor).

Die Entscheidung, eine Sonnenfolie auf einer bestehenden Verglasung anzubringen, muss gegenüber der Wahl einer externen oder internen Sonnenschutzvorrichtung abgewogen werden. Aus energetischer Hinsicht scheint die Anbringung eines mobilen Außensonnenschutzes die beste Wahl zu sein. Denn diese Wahlmöglichkeit lässt es nicht nur zu wenn es nötig ist, von den kostenlosen Sonnengewinnen und dem Tageslicht zu profitieren und – falls erforderlich – sich gegen sie zu schützen. Das Anbringen eines Außensonnenschutzes ist allerdings aus ästhetischen oder architektonischen Gründen sowie wegen der Windbelastungen (hohe Gebäude) nicht immer möglich. In dem Fall kann man die Anbringung einer Sonnenfolie in Erwägung ziehen, wobei man daran denken muss, dass die Verringerung der Sonnengewinne und des Tageslichts das ganze Jahr über gegeben sein wird.

## Wärmeleistungen

Die meisten Folien sind durch eine relativ hohe Emissivität ( $\epsilon = 0,7$  bis  $0,9$ ) gekennzeichnet. Wenn sie auf die Innenseite der Verglasung geklebt werden, tragen sie daher nur im geringen Maße zu einer Verringerung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) bei. Es gibt jedoch mehrere Hersteller, die spezifische Folien mit einer begrenzten Emissivität ( $\epsilon = 0,3$  bis  $0,4$ ) anbieten, deren Wirkung auf den U-Wert in der obigen Tabelle angegeben ist. Schließlich sind kürzlich auch eine Reihe von Folien mit niedriger Emissivität (in der Größenordnung von  $0,1$ ) auf dem Markt erschienen, die es gestatten, den U-Wert einer gewöhnlichen Doppelverglasung beträchtlich

U-Werte ( $W/m^2K$ ) nach der Norm NBN EN 673

Typ der Doppelverglasung	Ohne Folie	Mit Folie		
		$\epsilon = 0,8$	$\epsilon = 0,3$	$\epsilon = 0,1$
Gewöhnliche Doppelverglasung 4/12/4	2,9	2,8	2,4	2,1
Verbesserte Doppelverglasung 4/15/4	1,1	1,1	1,0	0,9

zu verringern. Die Anbringung einer solchen Folie mit niedriger Emissivität hat jedoch eine Absenkung der Temperatur an der Innenfläche der Verglasung zur Folge (in der Größenordnung von  $3^\circ C$  für eine gewöhnliche Doppelverglasung). Dieser Aspekt muss bei der Beurteilung des Kondensationsrisikos berücksichtigt werden.

## Thermischer Bruch

Die Anbringung einer Folie erhöht die Absorption der Sonnenenergie durch die Verglasung und folglich das Risiko des thermischen Bruchs. Dieses Risiko muss von Fall zu Fall analysiert werden, und zwar unter Berücksichtigung des Glastyps (bei gekühltem Glas ist das Risiko am größten), des angebrachten Folientyps und der Umgebung, in der sich die Verglasung befindet (siehe [Les Dossiers du CSTC 2012/4.9](#)).

## Auf normativer Ebene

Es liegen momentan zwei europäische Normen zur Untersuchung vor: Die prEN 15752-1 bezieht sich auf die Folie an sich, während die prEN 15755-1 sich auf eine Einheit aus Einfachverglasung und darauf geklebter Folie bezieht. Diese Normen werden schließlich zu der CE-Kennzeichnung von diesen Folien führen, wodurch man sicher sein kann, dass alle Hersteller identische Bewertungsmethoden benutzen (auch was die Dauerhaftigkeit der Produkte betrifft).

G. Flamant, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Energie und Gebäude, WTB  
V. Detremmerie, Ir., Leiter des Laboratoriums Dach- und Fassadenelemente, WTB

Dieser Artikel kam im Rahmen der Aktivitäten der Normen-Außenstelle Energie und Raumklima mit der finanziellen Unterstützung des FÖD Wirtschaft zustande.



Die europäischen Mitgliedstaaten haben sich für 2020 in Sachen Verringerung der Treibhausgase und Senkung des Energieverbrauchs ehrgeizige Ziele gesetzt. Um diese Ziele zu erreichen, verschärfen die Regionen nach und nach ihre Anforderungen und bemühen sich die Hersteller und Bauunternehmer die Wärmeleistungen ihrer Bauprodukte und Gebäude ständig zu verbessern. Die Fenster sind häufig für den bedeutendsten Teil der Wärmeverluste des Gebäudes verantwortlich und dieser Anteil steigt darüber hinaus in dem Maße an, wie das globale Dämmniveau des Gebäudes zunimmt. Es ist dann auch nicht verwunderlich, dass in den letzten Jahren die Optimierung der Wärmeleistungen der Fenster immer mehr Aufmerksamkeit genießt.

# Ein Blick auf Holzfenster mit hohen Energieleistungen

Die Verbesserung der Wärmeleistungen darf jedoch nicht auf Kosten von anderen Leistungen des Fensters gehen. Denn Schreinerarbeitselemente mit hohen Energieleistungen müssen auch eine Anzahl wesentlicher Anforderungen auf dem Gebiet der Funktionalität, wie Luft- und Wasserdichtheit, mechanische Festigkeit, ... erfüllen.

Das Sicherstellen der Dauerhaftigkeit von energetisch optimierten Schreinerarbeitselementen ist von äußerster Wichtigkeit, denn sie repräsentieren einen bedeutenden Anteil des Baubudgets und beeinflussen den Komfort der Benutzer auf verschiedenen Niveaus (Temperatur, Luftdichtheit, ...). Falls die Außenschreinerarbeit nicht die entsprechende Dauerhaftigkeit aufweist, können außerdem die erwarteten Dauerhaftigkeitsleistungen der Fassade oder sogar des ganzen Gebäudes beeinträchtigt werden.

Unter den Aspekten, die eine besondere Aufmerksamkeit verdienen, lassen sich insbesondere folgende anführen: die mechanischen Leistungen der Profile (Eckverbindungen, Befestigung der Beschläge, Verankerung

der Schreinerarbeit, Maßstabilität, ...), die intrinsische biologische Dauerhaftigkeit des Materials, die Luft- und Wasserdichtheit, ...

Diese verschiedenen Aspekte werden Gegenstand in einer der nächsten Ausgaben des WTB-Kontakt sein. Ziel dieses Artikels ist es, eine Übersicht über die gängigsten thermischen Verbesserungen für Holzfenster zu geben, eine Vorstellung von deren Einfluss auf die Wärmeleistungen zu vermitteln und auf deren Folgen für die anderen Fensterleistungen aufmerksam zu machen.

## Verbesserung der Wärmeleistungen

Die Schreiner und Hersteller können heute ein ganzes Arsenal an technologischen Lösungen zur Verbesserung der Wärmeleistungen nutzen. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht von diesen Lösungen sowie von den Wärmeleistungen einer Anzahl von Typenfenstern bezogen auf ein Referenzfenster (Fenster vom Typ B: Hartholz, Profildicke 78 mm, Dreifachverglasung). Zum Vergleich sind auch die Leistungen des ge-

genwärtigen Standardfensters angegeben (Fenster vom Typ A: Hartholz, Profildicke 68 mm, Doppelverglasung). Die wichtigsten Verbesserungen werden im Folgenden detailliert beschrieben.

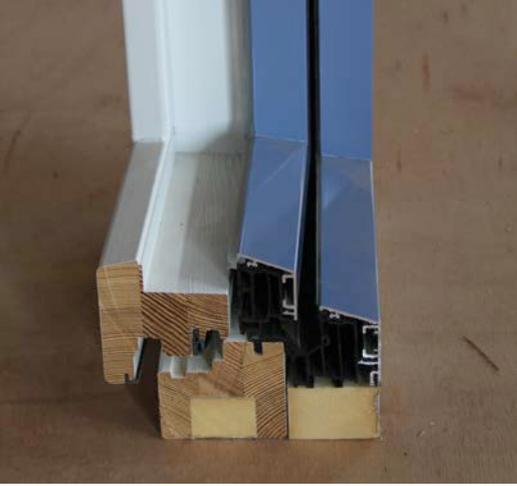
## Erhöhung des Holzquerschnitts

Während eine Profildicke von 58 mm bis vor einigen Jahren noch die Norm war, ist die Standarddicke bei Doppelverglasung (Fenster vom Typ A) jetzt 68 mm. Für Dreifachverglasung (Fenster vom Typ B) ist eine Profildicke von 78 mm die Norm geworden und manchmal werden sogar bereits dickere Profile angewendet. Diese Erhöhung des Holzquerschnitts lässt einerseits zu, dickere (und schwerere) Verglasungen einzubauen und die hiermit einhergehenden Belastungen aufzunehmen und gestattet andererseits die Wärmeleistungen zu verbessern. So lässt der Übergang von einer Profildicke von 78 mm (Fenster vom Typ B) auf eine Profildicke von 109 mm (Fenster vom Typ F) für einen gleichen Typ von Massivholz zu, die Wärmeleistungen des Fensters um 18 % zu verbessern.

Übersicht von den Wärmeleistungen der verschiedenen Typenfenster bezogen auf ein Referenzfenster

Typen der Schreinerarbeiten und Verglasungen	U <sub>f</sub> -Wert des Profils und U <sub>g</sub> -Wert der Verglasung [W/m²K]	U <sub>w</sub> -Wert des Fensters [W/m²K]	
		Kleines Fenster 0,6 x 0,8 m	Großes Fenster 1,0 x 2,25 m
Hartholz 68 mm + DV (A)	1,65 (+ 9 %) / 1,10 (+ 83 %)	1,73 (+ 20 %)	1,47 (+ 35 %)
Hartholz 78 mm + TV (B)	1,52 / 0,60	1,44	1,09
Weichholz + Aluminium 78 mm + TV (C)	1,10 (- 28 %) / 0,60	1,20 (- 17 %)	0,96 (- 12 %)
Weichholz + Aluminium 78 mm + TV und <i>warm edge</i> (D)	1,10 (- 28 %) / 0,60	1,00 (- 31 %)	0,83 (- 24 %)
Weichholz 109 mm + TV (E)	0,91 (- 40 %) / 0,60	1,09 (- 25 %)	0,90 (- 18 %)
Hartholz 109 mm + TV (F)	1,25 (- 18 %) / 0,60	1,28 (- 11 %)	1,01 (- 8 %)
Weichholz + teilweise thermische Unterbrechung + TV (G)	0,80 (- 47 %) / 0,60	1,02 (- 29 %)	0,86 (- 21 %)
Weichholz + vollständige thermische Unterbrechung + TV (H)	0,63 (- 59 %) / 0,60	0,92 (- 36 %)	0,81 (- 26 %)
Hartholz + vollständige thermische Unterbrechung + TV (I)	0,73 (- 52 %) / 0,60	0,98 (- 32 %)	0,84 (- 23 %)

Bemerkung: DV = Doppelverglasung; TV = Dreifachverglasung. Die Werte in Klammern geben die Abweichung bezogen auf das Referenzfenster oder die Referenzverglasung an.



1 | Profil mit einer teilweisen thermischen Unterbrechung

Diese Zunahme der Profildicke wurde in den letzten Jahren durch die Verwendung von Elementen aus Brettschichtholz möglich. Dank dieser Technik kann man lange Profile mit einem großen Querschnitt zusammensetzen, die außerdem über eine gute Maßstabilität und mechanische Festigkeit verfügen.

Um die Dauerhaftigkeit der Schreinerarbeit zu gewährleisten, muss man jedoch auch auf eine gut durchdachte Wahl der Holzart, die gute gegenseitige Verleimung der Elemente und/oder eine angepasste Holzbehandlung achten.

### Veränderung der Holzart

Es ist allgemein bekannt, dass die Wärmeleitung eines Materials in dem Maße abnimmt, wie es leichter ist. Um die Wärmeleistungen von Fenstern zu verbessern, aber auch aus ökologischen Gründen (Nutzung von lokalen Holzarten), verwendet man die letzte Zeit daher mehr und mehr leichte Holzarten für die Anfertigung der Profile. Der Übergang von einer harten Holzart wie *Azalia Doussié* ( $800 \text{ kg/m}^3$ ,  $\lambda_{\text{ui}} = 0,18 \text{ W/mK}$ ) auf eine weiche Holzart wie Rottanne (*Epicea*) ( $400 \text{ kg/m}^3$ ,  $\lambda_{\text{ui}} = 0,11 \text{ W/mK}$ ) lässt für Profile mit einem identischen Aufbau (Fenster vom Typ E und F) beispielsweise zu, die Wärmeleistungen um 30 % zu verbessern.

Die Verwendung von leichteren Holzarten hat jedoch auch eine direkte Auswirkung auf die Dauerhaftigkeit und Stabilität der Schreinerarbeit. Um für dieses Problem Abhilfe zu schaffen, kann man – so wie bereits erwähnt wurde – auf die Verwendung von Elementen aus Brettschichtholz zurückgreifen.

### Thermische Unterbrechung

Um die Wärmeleistungen noch zu erhöhen, wird manchmal Dämmmaterial in das Profil eingearbeitet (Fenster vom Typ G, siehe



2 | Profil mit einer vollständigen thermischen Unterbrechung

Abbildung 1). Verschiedene Materialien kommen zur Anwendung: Polyurethan hoher Dichte mit angepassten mechanischen Eigenschaften, expandierter oder komprimierter Kork, hochleistungsfähige Dämmstoffe, ... Bestimmte Hersteller bieten auch Elemente aus Brettschichtholz mit eingearbeiteten Nuten an. Diese Nuten können mit Luft oder einem Dämmstoff ausgefüllt werden, was das Dämmniveau der Profile erhöht. Für Profile mit identischer Geometrie kann das Vorsehen einer teilweisen thermischen Unterbrechung die Wärmeleistungen um ungefähr 10 % erhöhen.

Obwohl der Ersatz eines Teils des Holzes durch einen Dämmstoff unbestreitbar eine positive Auswirkung auf die Wärmeleistungen hat, kann diese Arbeitsweise jedoch auch negative Folgen für die mechanische Festigkeit und die Dauerhaftigkeit des Profils haben.

Die Schreinerarbeitselemente mit den besten Wärmeleistungen sind die mit einer vollständigen thermischen Unterbrechung (Fenster vom Typ H, siehe Abbildung 2). Die Materialien, die hierfür verwendet werden können, sind mit den Materialien identisch, die für die teilweise thermische Unterbrechung angewendet werden (Fenster vom Typ G, siehe Abbildung 1). Die Dämmschicht kann entweder zwischen zwei Holzelementen angebracht werden (Brettschichtholzelement, in das die Dämmschicht direkt eingearbeitet ist), oder auf der Außenseite der Schreinerarbeit (siehe Fenster vom Typ H). Diese letzte Lösung ergibt die besten Leistungen. Das Profil weist in diesem Fall einen  $U_f$ -Wert auf, der dem einer Dreifachverglasung nahekommt ( $U_f \pm 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Die Anordnung der Dämmung längs der Aussenseite hat einen positiven Einfluss auf die Dauerhaftigkeit der Schreinerarbeit, da das Holz durch den Dämmstoff geschützt wird und es sich auf der warmen Seite befindet. Da die Dämmung in dem Fall keine einzige me-

chanische Funktion erfüllt, kann sie ebenso wenig zu einer Schwächung des Profils führen. Der Holzteil des Profils hat wiederum nur einen begrenzten Einfluss auf die Wärmeleistung. Zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit und der Dauerhaftigkeit könnte man sich folglich dafür entscheiden, das Weichholz erneut durch eine härtere Holzart zu ersetzen, ohne dass dies die Wärmeleistungen der gesamten Einheit beeinträchtigen würde (siehe Fenster vom Typ I). Wenn die Dämmschicht zwischen zwei Holzelementen angebracht wird, könnte das Profil durch den Dämmstoff geschwächt werden und es ist daher unerlässlich, die mechanische Festigkeit dieser Verbundprofile und die dauerhafte Verklebung zwischen den verschiedenen Schichten zu überprüfen.

### Thermisch verbesserte Abstandshalter

Seit einigen Jahren sind Abstandshalter auf dem Markt, die es gestatten, die Wärmeverluste an den Verglasungsrändern zu verringern. Obwohl der Profiltyp die Wirksamkeit dieser Abstandshalter stark beeinflussen kann, verzeichnet man in allen Fällen eine beträchtliche Energieeinsparung. Für das Fenster vom Typ D stellte man beispielsweise eine Verbesserung des  $U_w$ -Wertes von 17 und 14 % fest, je nachdem, ob es sich um Fenster mit kleinen oder großen Abmessungen handelte.

### Schlussfolgerung

Es sind gegenwärtig Holz-Schreinerarbeitselemente mit sehr diversen Wärmeleistungen im Handel verfügbar. Bestimmte Techniken zur Verbesserung der Wärmeleistungen können ein nicht zu unterschätzendes Einfluss auf die mechanische Festigkeit, die Dauerhaftigkeit und andere Schreinerarbeitsleistungen haben. Diese Aspekte müssen folglich bei der Herstellung, der Dimensionierung und der Wahl dieser Elemente berücksichtigt werden (angepasste Schutzbehandlung, Begrenzung der Abmessungen, Vorsehen von festen statt sich öffnender Profile für weniger starke Schreinerarbeitselemente, ...). Bei der Wahl der Schreinerarbeit muss man sich mit anderen Worten von sämtlichen Leistungen und projektgebundenen Randbedingungen leiten lassen. |

A. Tilmans, Ir., Projektleiter, Laboratorium Energieeigenschaften, WTB

V. Detremmerie, Ir., Leiter des Laboratoriums Dach- und Fassadenelemente, WTB

Es bestehen verschiedene Sorten von Innenputzen. Das Lastenheft oder der Architekt gibt immer an, welcher Typ zu verwenden ist und gegebenenfalls auch die Leistungen, die der Putz zu erfüllen hat. Wir machen in diesem Artikel deutlich, wie diese Informationen zu interpretieren sind.

# Normativer Kontext für Innenputze

Innenputze sind zusammengesetzt aus einem oder mehreren Bindemitteln, Zuschlagstoffen, Wasser (oder einem anderen Lösungsmittel) und gegebenenfalls einer Anzahl von Hilfs- oder Zusatzstoffen. Der Putztyp wird durch das Hauptbindemittel bestimmt. In diesem Artikel gehen wir auf den normativen Kontext für die verschiedenen Innenputzsorten ein.

## Standardisierte Innenputzmörtel

Für Putzmörtel auf Basis von Gips, mineralischen oder organischen Bindemitteln gibt es harmonisierte Produktnormen. Die wesentlichen Merkmale aus diesen Normen werden in der Langfassung dieses Artikels zusammengefasst.

Gipsputzmörtel fallen unter die Norm NBN EN 13279-1, die zwischen sieben ‚klassischen‘ Gipsputzmörteln (B1 bis B7) und sieben Gipsputzmörteln ‚für spezielle Anwendungen‘ (C1 bis C7) unterscheidet. Für diese Letzteren gelten in Abhängigkeit ihrer Eigenschaft spezifische Anforderungen. In Belgien kann man, neben der CE-Kennzeichnung, auch eine freiwillige Qualitätserklärung (ATG) erhalten. Hierfür können zusätzliche Leistungen gefordert werden, wie zum Beispiel die Haftfestigkeit an anderen Untergründen (z.B. Mauerziegel, Zellenbeton). Diese Leistungen müssen dann durch eine externe Kontrolle zertifiziert werden.

Mineralputzmörtel sind Putzmörtel auf Basis von Zement, Kalk oder einer Kombination aus beiden. Diese Putzmörtel werden entweder werkseitig vordosiert oder vor Ort angemacht.

Die industriellen Putzmörtel fallen unter die Norm NBN EN 998-1 (sowohl für Innen- als auch für Außenanwendungen) (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/2.9](#)). In dieser Norm werden sechs Putzmörteltypen unterschieden.

Organische Putzmörtel (z.B. auf Basis von Acrylharz) werden nach der Norm NBN EN 15824 (sowohl für Innen- als auch für Außenanwendungen) bewertet. Diese Norm gilt auch für Putzmörtel mit anorganischen Bindemitteln wie z.B. Silicaten oder Siloxanen. Organische Putzmörtel stehen in der Regel in Form einer Paste gebrauchsfertig zur Verfügung.

In den drei Produktnormen sind die Haftfestigkeit und das Brandverhalten die wichtigsten Leistungsmerkmale. Eine Eigenschaft, die noch nicht in diesen Normen angeführt wird, aber eine immer wichtigere Rolle zu spielen beginnt, ist die Luftdichtheit (siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/4.6](#)).

## Andere Innenputzmörtel

Neben den traditionellen Innenputzmörteln gibt es noch eine ganze Anzahl anderer Putzmörtelsorten wie Putzmörtel auf Lehm- oder Hanfbasis sowie Putzmörtel auf Kalk- und Hanfbasis usw. Für diese Putzmörtel sind vorerst noch keine Produktnormen vorhanden. Man kann ihre allgemeinen Eigenschaften und Leistungen jedoch mit den Prüfmethode bestimmen. Eine allgemeine Anmerkung betrifft ihre zusätzlichen innovativen Leistungen (wie z.B. ihren schimmelpilztötenden, luftreinigenden und feuchtigkeitsregulierenden Charakter), die stets häufiger hervorgehoben werden. Diese Leistungsangaben beruhen im Allgemeinen nicht auf standardisierten Prüfmethode, wodurch eine korrekte Interpretation oder ein entsprechender Vergleich erschwert wird.

## CE-Kennzeichnung und Leistungserklärung

Das Verfassen der Leistungser-

klärung und das Anbringen einer CE-Kennzeichnung ist eine Aufgabe des Herstellers. Die Leistungserklärung umfasst die Leistungen in Bezug auf die wesentlichen Merkmale, gemäß der harmonisierten Produktnorm.

Wenn ein Produkt nicht unter eine europäische harmonisierte Norm fällt, ist deren CE-Kennzeichnung nicht obligatorisch vorgeschrieben. Es ist jedoch möglich, eine freiwillige CE-Kennzeichnung durch Verwendung einer europäischen technischen Bewertung (ETA) auf der Grundlage eines europäischen Bewertungsdokumentes zu erhalten.

Das Bewertungsniveau für die CE-Kennzeichnung gemäß den Normen NBN EN 13279-1, NBN EN 998-1 und NBN EN 15824 ist System 4. Dies beinhaltet, dass der Hersteller selbst für die Produktionskontrolle im Werk einsteht und die Produktcharakteristiken bestimmt. Falls das Produkt spezifische Brandschutzanforderungen erfüllen muss, kann das Niveau auf 3, 2 oder sogar 1 erhöht werden.

## Ausführungsnormen

In der Norm NBN EN 13914-2 wird der Entwurf, die Vorbereitung und die Ausführung von Innenputzmörteln behandelt. Für weitere Informationen über Polymer-, Gips- und Zement-Kalkputzmörteln kann man die technischen Berichte CEN TR 15123, 15124 und 15125 zurate ziehen. Bei der gegenwärtigen Überarbeitung der Norm NBN EN 13914-2 versucht man den Inhalt dieser Berichte zu berücksichtigen. Auf belgischer Ebene sind die technischen Informationen 199 und 201 die Referenzdokumente. [Les Dossiers du CSTC 2008/3.12](#) vergleichen die Anforderungen und die Empfehlungen auf europäischer und belgischer Ebene.

*I. Dirix, Ir., Projektleiter, Laboratorium Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB*

*Artikel, verfasst im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Parachèvement‘, bezuschusst durch den FÖD Wirtschaft und des Technologischen Beratungsdienstes COM-MAT, bezuschusst durch die Wallonische Region.*

Beispiel einer CE-Kennzeichnung für Gipsputzmörtel

	Name des Herstellers	
	Adresse des Herstellers	
	Kennzeichnungsjahr	
	EN 13279-1	
	Baugips für Innenanwendungen B4/50/2 (*)	
	Brandverhalten	A1

(\*) B4/50/2 bezeichnet einen leichtgewichtigen Gipsputzmörtel mit einer Anfangsabbindezeit > 50 min und einer Druckfestigkeit ≥ 2 N/mm<sup>2</sup>



Im Laufe des Jahres 2014 wird ein neuer Königlicher Erlass (KE) erscheinen, der es ermöglichen muss, den Ausstoß von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) für eine Anzahl von Produktkategorien zu begrenzen. Dieser KE wird ab Januar 2015 in Kraft treten. Die erste Produktkategorie, wofür solche Emissionsgrenzwerte festgelegt werden sollen, sind Bodenbeläge und die zugehörigen Kleber.

## Neue Bestimmungen für die Emissionen von Bodenbelägen und ihren Klebern



Emissionsmessung an verschiedenen Bodenbelagstypen im Rahmen des TAP-Projekts HEMICPD

Der KE bezieht sich auf elastische, textile und Holzbodenbeläge sowie deren zugehörigen Haftmitteln. Der Anhang 1 dieses KE enthält eine detaillierte Liste von allen Bauprodukten, die zu deren Anwendungsbereich gehören.

Die auferlegten Emissionsanforderungen sind der erste Schritt, um die Gesundheit der Bewohner zu gewährleisten. Für den Schutz von Arbeitern stand bereits eine separate Gesetzgebung zur Verfügung. Diese Emissionsanforderungen werden in der Zukunft sicher noch verschärft und auf andere Produktkategorien erweitert.

Es gibt auch Bauprodukte, darunter Bodenbeläge, die vollständig aus Naturstein, keramischem Material, Glas oder Stahl bestehen, die nicht den Anforderungen aus dem KE entsprechen müssen. Dies gilt auch für Produkte, die ausschließlich für die Anwendung in Innenräumen zur industriellen Nutzung oder zum Verkehr von Motorfahrzeugen vorgesehen sind (z.B. Garagen). In dem Fall muss die abgezielte Anwendung des Pro-

dukts ausdrücklich und deutlich lesbar auf der Verpackung angegeben sein.

Belgien ist hiermit der dritte Mitgliedstaat der Europäischen Union, die den schädlichen Emissionen von Baumaterialien Begrenzungen auferlegt. Denn wie bereits in [Les Dossiers du CSTC 2012/3.10](#) angeführt wurde, sind auch in Deutschland und Frankreich schon Verpflichtungen bezüglich der Emissionserklärung von Baumaterialien in Kraft. In der Langfassung dieses Artikels nehmen wir einen detaillierten Vergleich zwischen den Gesetzgebungen und den zugehörigen Emissionsanforderungen in Belgien, Frankreich und Deutschland vor.

Der neue KE erlegt Emissionsgrenzwerte für ca. 200 chemische Stoffe in Bodenbelägen und ihren dazu gehörigen Klebern auf. Sobald diese Werte überschritten werden, darf das Produkt grundsätzlich in Belgien nicht mehr verkauft werden. Es ist ein Übergangszeitraum für Produkte vorgesehen, die vor dem 1. Januar 2015 in den Handel gebracht werden und die nicht die Emissionsgrenz-

werte aus Artikel 3 des KE erfüllen. Diese Produkte dürfen noch bis 31. Dezember 2015 vermarktet werden.

In nächster Zukunft wird in Belgien eine Erweiterung der erwähnten Emissionsanforderungen auf Lüfterfrischer und Wand- und Deckenverkleidungen erwartet. Das WTB verfügt über die erforderlichen Ausrüstungen, um sowohl *in situ* als auch im Laboratorium Emissionsmessungen an Baumaterialien auszuführen. Die Emissionsmessung im Laboratorium erfolgt gemäß der Prüfmethode CEN/TS 16516, die Ende 2013 veröffentlicht wurde.

*M. Lor, Dr., technologischer Berater, Projektleiter, und P. Steenhoudt, Ir., Leiter des Laboratoriums Bauchemie, WTB*

*Artikel, verfasst im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes „Construction et développement durables en Région de Bruxelles-Capitale“, be-zuschusst von InnovIRIS und des IWT-VIS-Projektes mit dem Titel „DO-IT Houtbouw“*



# Unterhalt von Fliesen- und Plattenböden:

## Empfehlungen

Obwohl der regelmäßige Unterhalt von Fußböden aus Keramikfliesen oder Naturstein dem Endbenutzer obliegt, kommt in diesem Zusammenhang auch dem Bauunternehmer, der die Verlegung ausführte, eine wichtige Rolle zu. Denn dieser muss seinen Kunden die diesbezüglich korrekten Informationen liefern. Dieser Unterhalt ist nicht Gegenstand der eigentlichen Baustellenarbeiten und wird bei der Entwurfsphase folglich nur allzu häufig übersehen. Es handelt sich jedoch um eine der Schlüsselfaktoren für die Dauerhaftigkeit des Fußbodens und die Kundenzufriedenheit.

In diesem Artikel wird deutlich unterschieden zwischen der Reinigung während der Verlegung, der Reinigung am Ende der Baustellenarbeiten und dem regelmäßigen Unterhalt während der Nutzung des Fußbodens. Ferner werden Empfehlungen für jede dieser Aufgaben formuliert, um die Dauerhaftigkeit des Bodenbelags sicherzustellen.

### 1 Die Reinigung während der Verlegung

Die Reinigung während der Verlegung ist Bestandteil der Ausführung des Bodenbelags und wird folglich vom Bauunternehmer ausgeführt. Diese Reinigung umfasst zwei wichtige Schritte:

- Unmittelbar nach der Ausführung des Bodenbelags müssen alle Kleber- oder Mörtelspuren sorgfältig entfernt werden
- Unmittelbar nach dem Verfugen müssen alle hierdurch hervorgerufenen Schmutzspuren (z.B. der Zementschleier) beseitigt werden.

In Abhängigkeit der Größe der Fläche kann der Bauunternehmer hierfür einen mit sauberem Wasser befeuchteten Schwamm verwenden, der nach jeder Bewegung ausgespült werden muss, ein Scheuertuch, ein Fliesenwaschset (mit oder ohne Rollen und Gitterrost, siehe Foto) oder eine Schwammmaschine. Das Wasser muss natürlich regelmäßig durch frisches Wasser ersetzt werden.

### 2 Die Reinigung am Ende der Baustellenarbeiten

Die Reinigung am Ende der Baustellenarbeiten ist nicht Bestandteil des Aufgabenpakets des Fliesenlegers. Während dieser Reinigung muss der Endbenutzer darauf achten, dass die letzten Zementreste, die nicht während der Reinigung nach der Verlegung beseitigt werden konnten, entfernt werden. Dies muss mithilfe von Produkten erfolgen, die für die

Fugen und die Fliesen unschädlich sind. Die Verwendung von intensiven Reinigungsmethoden und Scheuerbürsten (niemals aus Stahl!) sind erst zugelassen, nachdem der Untergrund, das Verlegeprodukt und die Fugen ausreichend ausgehärtet sind. Falls man spezifische saure Produkte einsetzen möchte, muss man nach dem Verfugen eine Wartezeit von mindestens 7 Tagen beachten.

Im Falle von Platten aus Naturstein kann der Zementschleier etwa 24 bis 48 Stunden nach dem Verfugen mithilfe einer Bürstmaschine entfernt werden. Falls das Ergebnis dieser Behandlung nicht befriedigend ist, kann es notwendig sein, auf spezifische Produkte zurückzugreifen. In dem Fall ist immer zu überprüfen, ob das gewählte Produkt mit der Art des Natursteins verträglich ist.

### 3 Übergangszeitraum für Fußböden aus Naturstein

Die erste regelmäßige Unterhaltspflege findet in der Regel so 3 bis 6 Monate nach der Ausführung des Plattenbelags statt. Diese Wartezeit ist von der Verlegetechnik, der Steinsorte und der Porosität des Steins abhängig. Damit die Baufeuchtigkeit aus der Struktur austreten kann, wird ganz entschieden davon abgeraten, den Plattenbelag vor diesem Zeitpunkt mit einer dampfdichten Schutzschicht abzudecken oder den Naturstein mit einem schützenden Produkt zu behandeln. Für carbonatreiche Steine ist die frühzeitige Ausführung einer Kristallisationsbehandlung auch untersagt. Denn hierdurch werden die Poren an der Oberfläche so verschlossen, dass eine interne Fleckenbildung entstehen kann. Während dieses Übergangszeitraums ist es daher vorzuziehen, sich damit zufrieden zu geben, die Platten mithilfe eines feuchten Scheuertuches zu reinigen.



Fliesenwaschset mit Rollen

### 4 Die regelmäßige Unterhaltspflege

Die regelmäßige Unterhaltspflege des Bodenbelags gehört zu den Aufgaben des Endbenutzers und kann erst erfolgen, nachdem alle durch die Verlegung hervorgerufenen Schmutzspuren entfernt wurden.

Obwohl diese Arbeiten ein wichtiges Auswahlkriterium darstellen können, kommen sie gegenwärtig in keinem einzigen Referenzdokument zur Sprache. Es bestehen dennoch normierte Prüfmethoden zur Bestimmung der Fleckenempfindlichkeit (NBN EN ISO 10545-14 für keramische Fliesen und Platten und NBN EN 16301 für Naturstein) und der chemischen Beständigkeit (NBN EN ISO 10545-13 für keramische Fliesen und Platten und NBN EN 14527+A1 für Duschen aus Naturstein), anhand derer eine Empfindlichkeitsklasse festgelegt werden kann. Heute gibt es aber noch keine Vorschriften, die diese Klassen mit einer spezifischen Anwendung verbinden.

Die regelmäßige Unterhaltspflege kann sowohl trocken (durch Fegen oder Staubsaugen) als auch nass erfolgen. Im letzten Fall muss man lauwarmes Wasser und ein geeignetes, korrekt dosiertes Pflegeprodukt verwenden.



Falls diesbezüglich keine Informationen vorliegen, empfiehlt es sich, auf nicht aggressive Produkte (die weder zu sauer, noch zu alkalisch sind) zurückzugreifen. Lauwarmes, sauberes Wasser wird in diesem Zusammenhang als ein Lösungsmittel betrachtet, das die meisten Flecken mineralischen Ursprungs entfernen kann. Die verwendete Wassermenge muss jedoch begrenzt bleiben (Reinigung mit einem feuchten Scheuertuch), vor allem wenn die Fliesen oder Platten porös sind.

Die Wahl des Unterhaltspflegeprodukts ist auch von dem Fugenmaterial abhängig.

#### 4.1 Spezifische Empfehlungen für keramische Innenfußböden

Wenig oder nicht poröse keramische Fliesen oder Platten lassen sich dadurch pflegen, dass dem Wasser eine kleine Menge Entfettungsprodukt hinzugefügt wird. Eine Überdosierung des Unterhaltspflegeprodukts kann dagegen zu einer Filmbildung auf den Fliesen bzw. Platten führen (wodurch Flecken schneller sichtbar werden) oder sogar ein Angriff der Oberflächenschicht zur Folge haben. Für den Unterhalt von Nassräumen kann man auch auf leichtsaure, entkalkende Produkte zurückgreifen.

Keramische Fliesen oder Platten mit einer offenen Struktur (z.B. polierte Fliesen und Platten) erfordern eine angepasste Unterhaltspflege, bei der ggf. Porenfüller zur Anwendung kommen. Die eventuelle Oberflächenbehandlung darf nur ausgeführt werden, wenn die Fliesen oder Platten und der Untergrund trocken und sauber sind.

Um eine Streifenbildung und schnelle Verschmutzung der Fugen durch zurückbleibende Seifenreste zu vermeiden, muss man keramische Fliesen- oder Plattenbeläge bei nasser Unterhaltspflege ausreichend mit sauberem Wasser nachspülen. Die Verwendung von kratzenden oder scheuernden Produkten ist hierbei untersagt.

Auch die elastischen Fugen im Fliesen- oder Plattenbelag müssen regelmäßig kontrolliert werden und – falls erforderlich – unterhalten oder ersetzt werden.

#### 4.2 Spezifische Empfehlungen für Innenfußböden aus Naturstein

Die regelmäßige Unterhaltspflege besteht

in diesem Fall aus einer Entstaubung, an die sich eine Reinigung mit lauwarmem Wasser anschließt, dem ein wenig neutrale Seife (z.B. Marseiller Seife) oder ein anderes korrekt dosiertes Produkt hinzugefügt wird. Die Verdünnung der Seife muss je nach dem Verschmutzungsgrad des Fußbodens und der Porosität des Natursteins erfolgen. Eine Überdosierung kann zur Bildung eines unästhetischen Films an der Fußbodenoberfläche führen. Bei starker Verschmutzung kann die Seife gelegentlich durch ein neutrales Reinigungsmittel ersetzt werden.

Um ein geeignetes Unterhaltspflegeprodukt wählen zu können und so die Dauerhaftigkeit des Bodenbelags zu gewährleisten, muss man die Art des Steins kennen. Von der Verwendung von zu sauren Unterhaltspflegeprodukten (z.B. Kesselsteinverhütungsmitteln und Entkalkern) auf carbonathaltigen Steinsorten wie Kalkstein oder Marmor ist abzuraten. Denn je nach ihrer Konzentration und der Porosität des Steins können diese Produkte zu einem (mehr oder weniger starken) Angriff der Bodenoberfläche führen. Die Verwendung von zu alkalischen Produkten (z.B. kräftige Entfetter) ist wiederum für silico-aluminiumhaltige Steine, wie bestimmte Granite, und Steine, deren Oberfläche verkittet ist, untersagt. Diese Produkte werden oft bei spezifischen Unterhaltsarbeiten mithilfe von Fußbödenreinigungsmaschinen angewendet.

#### 4.3 Spezifische Empfehlungen für Außenfußböden

Für die normale Unterhaltspflege von Außenfußböden aus Keramik und Naturstein gelten die gleichen Empfehlungen wie für die Unterhaltspflege von Innenfußböden (Verwendung von lauwarmem Wasser und einem geeigneten, korrekt dosierten Unterhaltspflegeprodukt, Vorsehen einer gründlichen Nachspülung, Vermeiden von scheuernden Produkten, ...).

Ein jährlicher Unterhalt kann kleine Risse in den Fugen zum Vorschein bringen. Durch diese Arbeitsweise können Maßnahmen ergriffen werden, um schlimmere Schäden zu vermeiden und kann man verhindern, dass die Risse sich durch Verschmutzung deutlicher ausprägen. Durch regelmäßiges Bürsten des Fußbodens kann man außerdem die Anhaftung von Schmutz und Moos verringern.

Um einen korrekten Abfluss zu gewährleisten, ist es auch notwendig, die Was-

serabflüsse jährlich gründlich zu reinigen und – falls erforderlich – Verstopfungen zu beseitigen. Bei Außenfußböden auf Plattenhalten oder bei Vorhandensein von Regen-einläufen muss man die Ablagerungen auf und unter den Platten und Regeneinläufen in regelmäßigen Abständen entfernen.

Von der Verwendung von Hochdruckreinigern ist abzuraten. Denn diese können zum Angriff der Oberflächenbehandlung führen, wodurch Mikrokrater in der Oberfläche entstehen können, in denen sich Staub- und andere Schmutzteilchen festsetzen können. Durch diese Arbeitsweise wird die Oberfläche außerdem rauer, was zur Verschmutzung beiträgt und die Reinigung erschwert. Die Anwendung von Hochdruckreinigern bringt auch ein größeres Risiko in Bezug auf die Ablösung der Fugen mit sich.

## 5 Schlussfolgerung

Um die Lebensdauer eines Bodenbelags aus Keramik oder Naturstein zu verlängern, ist eine korrekte und regelmäßige Unterhaltspflege erforderlich. Die Unterhaltshäufigkeit muss hierbei auf die Nutzung abgestimmt werden.

Man muss auch ein geeignetes und korrekt dosiertes Unterhaltspflegeprodukt wählen.

Bei Verwendung von industriellen Reinigungsmethoden (Bürstenmaschinen) spielen außerdem auch Faktoren wie z.B. die Härte der Bürsten und die Rotationsgeschwindigkeit eine Rolle.

Bei der Wahl des Bodenbelags muss man schließlich nicht nur die technischen Kennwerte der Fliesen oder Platten berücksichtigen (z.B. rutschfester Charakter, Abnutzungswiderstand), sondern auch Aspekte wie die Fleckenempfindlichkeit und die Leichtigkeit des Unterhalts bedenken, die von der Art des Bodenbelags und der Oberflächenrauigkeit abhängig sind. Denn die Folgen einer ungeeigneten Fliesen- oder Plattenwahl sind sogar mit einer spezifischen Unterhaltspflege nicht ungeschehen zu machen. **I**

*T. Vangheel, Ir., Projektleiter, Laboratorium Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB  
D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums Mineralogie und Mikrostruktur, WTB*

*Artikel, verfasst in Zusammenarbeit mit der Normen-Außenstelle „Parachèvement“.*



Es bedarf keiner weiteren Erörterung, dass die Installation eines Lüftungssystems unerlässlich ist, um unsere Wohnungen mit einer ausreichend hohen Luftqualität zu versorgen. Um die Qualität auch nach einer gewissen Zeit gewährleisten zu können, wird ein regelmäßiger Unterhalt dieser Lüftungssysteme notwendig sein. Dieser Artikel gibt eine Übersicht über die Unterhaltshäufigkeit und -methoden für die verschiedenen mechanischen und natürlichen Lüftungssysteme in Wohnungen. Wir geben schließlich auch weitere Informationen über die Entwurfsaspekte, die es zu berücksichtigen gilt, um einen späteren Unterhalt zu vereinfachen.

# Unterhalt von Lüftungssystemen

## 1 Problematik

### 1.1 Den goldenen Mittelweg finden

Obwohl reale (Gesundheits-)Risiken bei einem unzureichend unterhaltenen System auftreten können, darf man daraus nicht unmittelbar schließen, dass ein Lüftungssystem gefährlich ist. Das Gegenteil ist der Fall, denn das Nichtvorhandensein eines solchen Systems ist noch viel schädlicher für die Qualität der Innenluft und somit für die Gesundheit der Gebäudenutzer. Mit anderen Worten: Ein leistungsfähiges und korrekt unterhaltenes Lüftungssystem ist folglich immer wünschenswert. Es gibt verschiedene Verschmutzungsquellen, die sowohl während der Nutzungsphase des Gebäudes als auch während dessen Errichtung auftreten können.

### 1.2 Referenznormen

Der Unterhalt von Lüftungssystemen wurde in den Normen NBN EN 15780 und NBN EN 12097 festgelegt. Die Empfehlungen aus diesem Artikel weichen manchmal etwas davon ab und sind gelegentlich sogar strenger. So hat uns die Erfahrung gelehrt, dass es viel effizienter und machbarer ist, die Leitungen während der Lagerung, des Transports und der Ausführung zu versiegeln als während dieser Phasen, insbesondere der Ausführungsphase im Gebäude, eine optimal saubere und staubfreie Umgebung gewährleisten zu müssen.

### 1.3 Verschmutzung während der Baustellenarbeiten

Um die Verschmutzung während der Baustellenarbeiten zu vermeiden, kann man die folgenden einfachen Maßnahmen ergreifen:

- Schützen aller Systemkomponenten des Lüftungssystems gegen Verschmutzung während der verschiedenen Installationsphasen:
  - während der (eventuellen) Lagerung beim

Installateur, des Transports zur Baustelle und der Lagerung auf der Baustelle

- während der Anbringung des Systems
- während der Ausführung aller übrigen Arbeiten

- Sensibilisieren der anderen Gewerke. Es handelt sich hierbei um Fachleute, die abrechen, schleifen und mit Materialien arbeiten, die Staub erzeugen (z.B. Heizungs-, Sanitär- und Elektroinstallateure, Estrichleger, Fliesenleger, Verputzer, Maler)
- Verzögern der Inbetriebnahme des Systems bis zum Zeitpunkt, an dem alle anderen schmutzigen Arbeiten abgeschlossen sind. Es ist auch nicht empfehlenswert, das Lüftungssystem vor dem Trocknen des Gebäudeputzes einzusetzen.

### 1.4 Verschmutzung während der Nutzung

Während der Nutzung kann die Strömung der Luft durch das System eine gewisse Verschmutzung durch die Ablagerung von Staubteilchen verursachen, die aus der Innen- oder Außenumgebung stammen. Diese abgelagerten Staubteilchen können, beispielsweise nach einer Änderung des Lüftungsbetriebsbereichs, erneut in die Luft aufgenommen werden. Unter bestimmten Umständen können sie jedoch auch eine Nährquelle für die Schimmelpilz- und Bakterienentwicklung bilden.

Die Verschmutzung kann außerdem auch einen Einfluss auf den Betrieb und die Leistungen des Systems selbst ausüben. So

kann sie höhere Druckverluste in den Filtern und Kanälen (sowohl bei mechanischer als auch bei natürlicher Lüftung) verursachen. Ferner kann sie die Leistungen der Ventilatoren verringern. Dies alles erhöht das Risiko bezüglich niedrigerer Lüftungsvolumenströme und somit auch auf eine weniger gute Innenluftqualität.

## 2 Entwurf und Unterhalt je Komponente

Für den ordnungsgemäßen Betrieb und die Leichtigkeit des Unterhalts des Lüftungssystems sind der Entwurf und die Ausführung besonders wichtig. Die Übersichtstabelle auf S. 17 enthält Empfehlungen für die Inspektionshäufigkeit der verschiedenen Komponenten sowie Hinweise bezüglich der eventuellen Reinigungs- und Austauschhäufigkeiten.

Diese Häufigkeiten gelten nur für ein korrekt entworfenes und montiertes System. Es betrifft indikative Werte, da die effektive Verschmutzung der Komponenten in großem Maße von der Außen- und Innenumgebung und dem effektiv entworfenes und installierten System (z.B. vom Typ der Kanäle und Filter) abhängig ist.

Ziel der Inspektion ist es, mögliche Probleme, die infolge eines gelegentlichen Ereignisses oder einfach einer normalen Verschmutzung auftreten können, zu antizipieren. Die Inspektionshäufigkeiten liegen auf der sicheren Seite und können je nach

Beispiel für einen guten Schutz der Kanäle während der Lagerung





Übersicht über die Inspektionshäufigkeiten für die verschiedenen Komponenten der Lüftungssysteme und indikative Reinigungs- und Austauschhäufigkeiten

Komponenten der Lüftungssysteme	System				Inspektionshäufigkeit	Indikative Reinigungshäufigkeit	Indikative Austauschhäufigkeit
	A	B	C	D			
Natürliche Zuluftdurchlässe	X		X		3 Monate	1 Jahr	
Zuluftdurchlässe		X		X	3 Monate	1 Jahr	
Filter		(X)	(X)	X	1 Monat	3 Monate	1 Jahr
Wärmetauscher				X	1 Jahr	3 Jahre	
Ventilatoren							
• Durch einen Filter geschützt		(X)	(X)	X	1 Jahr	3 Jahre	
• Nicht geschützt		X	X		1 Jahr	1 Jahr	
Kanäle							
• Starr		X	X	X	3 Jahre	9 Jahre	
• Flexibel		(X)	(X)	(X)	3 Jahre	–	9 Jahre
Ventile		X	X	X	3 Monate	1 Jahr	
Natürliche Abluftdurchlässe	X		X		3 Monate	1 Jahr	
Natürliche Abluftkanäle	X		X		3 Jahre	9 Jahre	

X: gilt für dieses System (X): gilt, falls dieses System damit ausgestattet ist

der vorliegenden Situation oder der Erfahrung, die während vorheriger Inspektionen erworben wurde, angepasst werden.

Während einige Unterhaltsarbeiten vom Benutzer selbst ausgeführt werden können (z.B. der Unterhalt der natürlichen Zuluftdurchlässe, Filter und Ventile), werden andere vorzugsweise von einem spezialisierten Fachmann ausgeführt (z.B. der Unterhalt der Kanäle). Man kann hierfür ggf. einen Unterhaltsvertrag mit dem Installateur auf der Grundlage einer genauen Auflistung der auszuführenden Arbeiten abschließen.

In den folgenden Absätzen geben wir je Komponente eine Anzahl Entwurfs- und Unterhaltungsempfehlungen an, um der Verschmutzung des Systems entgegenzuwirken. Diese werden in der Langfassung dieses Artikels detaillierter dargelegt.

## 2.1 Natürliche Zuluftdurchlässe

Sowohl die Innenseite als auch die Außenseite der Zuluftdurchlässe müssen gereinigt werden. Der Unterhalt kann mit einem Staubsauger und/oder einem feuchten Tuch erfolgen.

## 2.2 Zuluftdurchlässe

Um das Eindringen von kleinen Tieren, Pflanzenresten (z.B. Blättern) und anderem Schmutz zu vermeiden, kann der Zuluftdurch-

lass mit einem grobem Gitterwerk mit Maschen von 1 cm ausgerüstet werden. Von einem Gitter mit zu kleinen Maschen wird stark abgeraten, da ein Zuluftdurchlass normalerweise nicht eine Filterfunktion erfüllen soll.

## 2.3 Schutzfilter für das System

Bei den Systemen B und D müssen die Filter hauptsächlich einen Schutz gegen die Verschmutzung der Komponenten (z.B. Kanäle, Ventilator, Wärmetauscher) bieten. Bei D-Systemen mit Wärmerückgewinnung wird aus den gleichen Gründen auch im Abluftbereich ein Filter eingebaut. Um das Lüftungssystem zu schützen, reicht ein Filter der Klasse G4 vollkommen aus (die Klasse G4 ist eine der in der Norm NBN EN 779 definierten Grobfilterklassen).

Die Filter müssen leicht erreichbar bleiben. So muss die Lüftungsgruppe einfach zeitlich begrenzt ausgeschaltet werden können sowie der Filter ohne Werkzeuge demontierbar sein. Die Filter müssen durchschnittlich ein Mal pro Jahr ausgetauscht werden.

Wir möchten betonen, dass eine zu schnelle Verschmutzung des Wärmetauschers meistens durch eine unzureichende Filterung verursacht wird (z.B. durch ein Luftleck zwi-

schen dem Filter und seinem Kasten, siehe langer Artikel).

## 2.4 Ventilatoren

Die Ventilatoren der Systeme B, C und D können während der Benutzung mit Staub verschmutzt werden. Systeme, bei denen die Ventilatoren mit Filtern ausgerüstet sind (im Prinzip alle D-Systeme) werden besser geschützt sein als Systeme ohne Filter.

## 2.5 Kanäle

Auch die Kanäle für die mechanische und natürliche Lüftung können während der Nutzung durch Staub verschmutzt werden. Kanäle von Systemen, die mit Filtern ausgerüstet sind, werden besser gegen Staub geschützt sein als Systeme ohne Filter. Es ist daher empfehlenswert, die Zuluftkanäle der Systeme D und B mit einer korrekten Filterung zu versehen.

## 2.6 Ventile

Die Zu- und Abluftventile müssen stets für die Reinigung demontierbar bleiben. Die Einstellposition des Ventils muss fest blockiert sein. ■

S. Caillou, Dr. Ing., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Luftqualität und Lüftung, WTB  
J. Van Herreweghe, Ir., Projektleiter, Laboratorium Mikrobiologie und Gesundheit, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des OPTIVENT-Projekts, mit der finanziellen Unterstützung des IWT, verfasst.



Der zunehmende Sanitärkomfort in unseren Wohnungen geht mit strengeren Anforderungen vonseiten der Nutzer einher. Diese klagen unter anderem über die Zeit, die notwendig ist, bevor ‚ausreichend‘ warmes Wasser aus dem Wasserhahn kommt. Wir geben in diesem Artikel eine Formel und Tabellenwerte an, mit denen man annähernd kontrollieren kann, ob es die Leitungslänge zulässt, die geforderte Wartezeit in einer bestehenden Anordnung einzuhalten.

# Warten auf warmes Wasser

Die Wartezeit am Wasserhahn ist einerseits von der Zeit abhängig, die nötig ist, um das abgekühlte Wasser aus der Entnahmeleitung zu verdrängen und durch ausreichend warmes Wasser zu ersetzen und andererseits von der Zeit, die der Warmwasserbereiter braucht, um auf Temperatur zu kommen. Neben einem Mangel an Komfort verursacht dieses Warten auch einen Wasser- und Energieverlust. Anders ausgedrückt, ist die Verkürzung der Wartezeit nicht nur für die Verbesserung des Komforts, sondern auch für die Umwelt positiv.

## Maximale Wartezeiten

In Belgien gab es bis zur Veröffentlichung der Norm NBN EN 806-2 keine Richtlinien für die maximal zulässige Wartezeit an der Entnahmestelle. In dieser Norm wird angegeben, dass die Wassertemperatur innerhalb von 30 Sekunden nach dem Öffnen des Wasserhahns mindestens 60 °C betragen muss. Diese 30 Sekunden entsprechen der Gesamtwarezeit, die in den Niederlanden zum Erreichen einer Wassertemperatur von 45 °C gefordert wird.

Die maximalen Wartezeiten, die in der deutschen Literatur angegeben werden, unter-

A | Wartezeiten, die in Deutschland für verschiedene Entnahmestellen gefordert werden

Entnahmestelle	Spülbecken	Badwanne	Bidet	Dusche	Waschbecken
Maximale Wartezeit	5 bis 8 s	15 bis 25 s	8 bis 10 s	10 bis 15 s	8 bis 10 s

scheiden sich je nach Art der Entnahmestelle (siehe Tabelle A).

Aus französischen Umfragen ging hervor, dass nur 10 % der Nutzer eine Wartezeit von 30 Sekunden als annehmbar empfinden. Es empfiehlt sich daher, eine kürzere Wartezeit für die Erwärmung des Wassers bis zu einer Temperatur von 40 °C vorzusehen.

## Einflussfaktoren auf die leitungsbedingte Wartezeit

Die Grafik auf der folgenden Seite zeigt den Verlauf der Wassertemperatur in einem Abstand von 5,5 und 9,5 m von einem Warmwasserspeicher, und zwar für eine nackte verzinkte Stahlleitung mit einem Durchmesser von 3/4", die horizontal in den Aufbau eingebaut wurde. Daraus geht hervor, dass die Wartezeit in dem Maße kürzer ist, wie die Leitungslänge kürzer ist und/oder die Durchflussmenge zunimmt.

Da die Durchflussmenge für eine gegebene Anwendung festliegt, wird die Leitungslänge somit der ausschlaggebende Faktor für die Wartezeit bei einem gegebenen Leitungsmaterial sein.

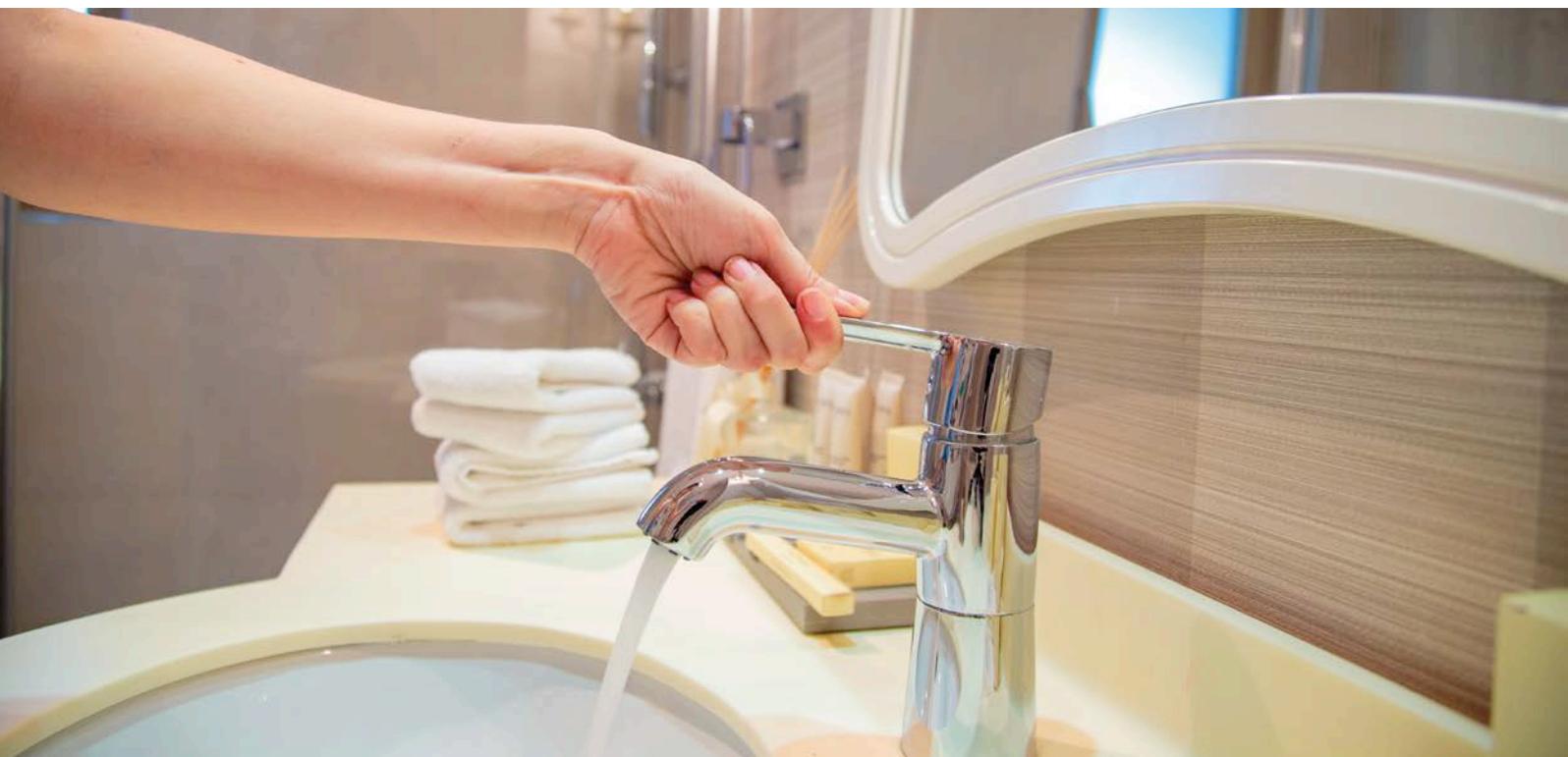
## Maximale Längen

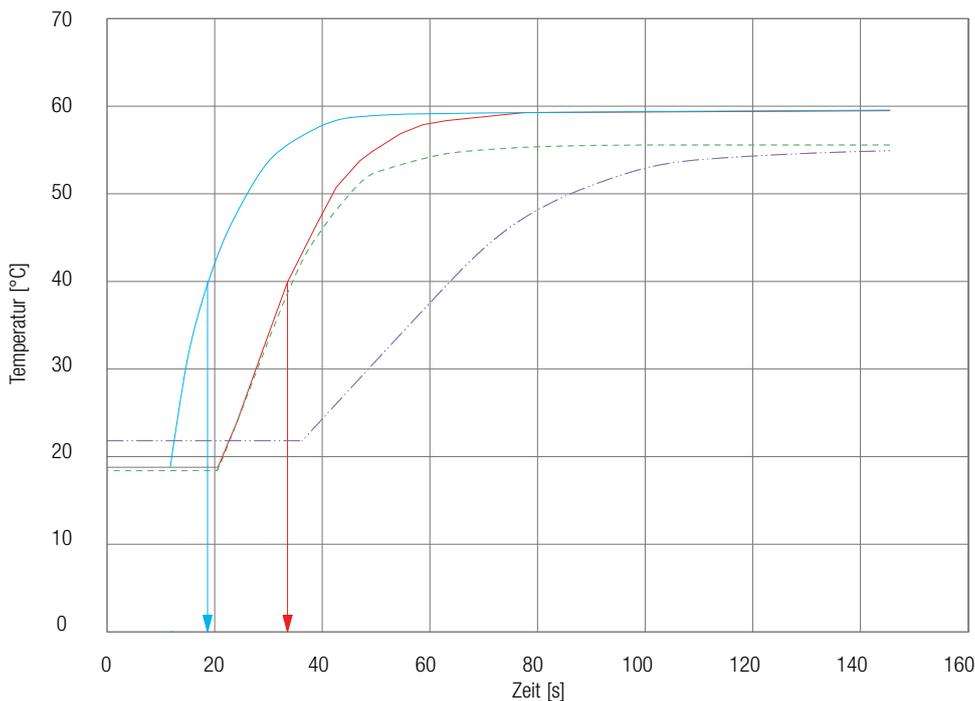
Nach Versuchen mit variablen Durchflussmengen und Temperaturen an verschiedenen Leitungsanordnungen, die mit oder ohne Isolierung in den Aufbau eingebaut wurden, konnte die folgende empirische Relation aufgestellt werden:

$$L_{\max} \leq \frac{q \cdot t_w}{C \cdot v_i}$$

wobei:

- $L_{\max}$ : Leitungslänge [m]
- $q$ : Durchflussmenge [l/s]
- $t_w$ : Wartezeit [s]
- $C$ : dimensionslose Materialkonstante (siehe Tabelle B)
- $v_i$ : Wasserinhalt der Leitung [l/m].





Verlauf der Wassertemperatur in einer nackten verzinkten Stahlleitung mit einem Durchmesser von  $\frac{3}{4}$ " in einem Abstand von 5,5 und 9,5 m von einem Warmwasserspeicher, bis auf 60 und 55 °C und bei einer Durchflussmenge von  $\sim 10$  und  $\sim 5$  l/min: Bei 60 °C und  $\sim 10$  l/min hat man 5,5 m vom Warmwasserspeicher entfernt nach ungefähr 20 Sekunden Wasser von 40 °C. In 9,5 m Entfernung vom Warmwasserspeicher dauert dies mehr als 30 Sekunden (Ergebnis der WTB-Messungen)

— 60 °C – 9,66 l/min – 5,5 m  
 — 60 °C – 9,66 l/min – 9,5 m  
 - - 55 °C – 4,94 l/min – 9,5 m  
 - - 55 °C – 9,71 l/min – 9,5 m

Wir haben anhand dessen die theoretische maximale Leitungslänge bestimmen können, und zwar in Abhängigkeit der folgenden Parameter (siehe auch die Langfassung dieses Artikels):

- Art der Leitung (es wurden 8 Materialien herangezogen)
- Nenndurchmesser der Leitung
- Durchflussmenge (4,2 und 9 l/min)
- Wartezeit (30, 15, 10 und 5 Sekunden).

Tabelle B ist als Auszug der Langfassung dieses Artikels entnommen. Sie gibt die maximal zulässige Leitungslänge für vier Leitungstypen mit ein und demselben Durchmesser und ein und derselben Durchflussmenge (4,2 l/min) an, und zwar für eine Wassertemperatur von 60 °C und zwei verschiedenen Wartezeiten (30 und 10 Sekunden).

Mithilfe dieser Tabelle – anwendbar auf gegebenenfalls eingebaute, nackte und isolierte Leitungen – kann man annähernd kon-

trollieren, ob es die Leitungslänge zulässt, die geforderte Wartezeit einzuhalten: Um für eine Kupferleitung mit einem Durchmesser  $12 \times 1$  auf eine Wartezeit von 10 Sekunden zu kommen, muss die Leitungslänge bei einem Wasserhahn, der mit einer Wasserdurchflussmenge von 4,2 l/min bei einer Temperatur von 60 °C versorgt wird, auf 6 m beschränkt bleiben.

Wir möchten darauf hinweisen, dass dies nur eine Schätzung ist, da es noch viele andere Einflussfaktoren gibt.

### Schlussfolgerung

Die Wartezeit am Wasserhahn ist ein Aspekt, der beim Entwurf von Verteilungssystemen für Warmwasser immer mehr Berücksichtigung finden muss. Denn eine Wartezeit von 30 Sekunden, so wie sie z.B. in der gegenwärtigen Norm vorgesehen ist, kann Anlass

zu Klagen geben, da die Mehrzahl der Nutzer an die Wartezeit höhere Anforderungen stellt (10 Sekunden oder weniger).

Die maximalen Wartezeiten sind für ein gegebenes Material gleichbedeutend mit einer maximal zulässigen Länge der Entnahmeleitung. Für korrekt dimensionierte Leitungen kann die Wartezeit mithilfe der Formel aus diesem Artikel geschätzt werden. Als Alternative kann man Werte aus Tabelle B entnehmen.

Um die Wartezeit zu verkürzen, ist es darüber hinaus empfehlenswert, den Warmwasserspeicher möglichst nahe bei den Entnahmestellen anzuordnen. Falls dies unmöglich ist, kann man entweder einen Warmwasserkreislauf vorsehen, oder ein Heizband auf der Entnahmeleitung anbringen.

*K. De Cuyper, Ir., Sekretär-Animator des Technischen Komitees Sanitär- und Industrieinstallationen, Gasanlagen, WTB*

### B | Maximal zulässige Leitungslängen für eine Anzahl Leitungstypen

Leitungskennwerte				$L_{max}$ [m] bei $q = 4,2$ l/min	
Material	C-Wert [-]	Nominale Angabe	Inhalt $v_i$ [l/m]	Wartezeit $t_w$	
				30 Sekunden	10 Sekunden
Kupfer	1,5	12 x 1	0,08	17,8	5,9
Verzinkter Stahl	1,8	1/2"	0,20	5,8	1,9
PPR	1,5	20 x 3,4	0,14	10,0	3,5
Verbundstoff	1,7	16 x 2	0,11	11,0	3,7



Um bei Reihenwohnungen und Appartementshäusern mit einem leichten Holzskelett die gleichen Akustikleistungen wie bei den entsprechenden schweren Konstruktionen zu erhalten, sind neue Konzepte des Holzskelettbbaus erforderlich. Das Problem bei traditionellen Holzskelettkonstruktionen liegt vor allem im niederfrequenten Bereich zwischen 50 und 160 Hz, in dem die Gehgeräusche, die ‚Beats‘ von Musik und bestimmte Fernsehgeräusche (z.B. Explosionen in Filmen) ihren Frequenzbereich haben. Durch die vom IWT bezuschussten Projekte ‚AH+‘ und ‚DO-IT Houtbouw‘ wurde auf diesem Gebiet ein Durchbruch in Form einer innovativen Wand- und Deckenkonstruktion mit sehr hohen Luft- und Körperschalldämmungsleistungen erreicht.

# Innovative vorgefertigte Holzskelettbau-systeme für Appartementshäuser

Auf den Aufbau von akustisch leistungsfähigen vertikalen Holzskelettgrenzwänden wurde bereits in [Les Dossiers du CSTC 2013/1.5](#) kurz eingegangen.

Dank des darin besprochenen innovativen Wandsystems ist es möglich, in horizontaler Richtung eine Luftschalldämmung  $R'_w$  von 69 dB (mit einer niederfrequenten Korrektur  $R'_w + C_{50-3150} = 63$  dB) zwischen angrenzenden Appartements zu erhalten. Dieser sehr hohe Wert entspricht den Leistungen einer 32 cm dicken Betonwand.

Die große Schwierigkeit bei Holzskelettkonstruktionen liegt jedoch in der Gewährleistung einer Schalldämmung in Höhe der Appartementsdecken, wodurch deren Anwendungsgebiet in der Vergangenheit eingeschränkt wurde.

Das entwickelte Deckenkonzept, das sehr viel dicker ist als bei einer schweren Struktur, besteht (im Vergleich zu den Strukturen einer traditionellen Holzdecke) aus einer relativ dünnen Konstruktion ( $\ll 40$  cm), an die keine abgehängte Decke mehr hinzugefügt werden muss und die – mit Ausnahme des Estrichs und des Bodenbelags – vollständig im Werk gefertigt werden kann.

Obwohl es unmöglich ist, das vollständige Arbeitsprinzip im Detail im Rahmen dieses Artikels zu beschreiben, ist es interessant zu wissen, dass hauptsächlich die folgenden Elemente verwendet wurden:

- kleine elastische Akustikblöcke (4 cm breit, 7 cm lang und 2 cm dick) (siehe Nr. 6 auf Abbildung 1)
- eine ca. 35 mm dicke Füllung aus steinartigem losem Material mit einer Dichte von  $> 1700$  kg/m<sup>3</sup> (z.B. ein Sand-Kies-Gemisch, siehe Nr. 7 auf Abbildung 1)
- eine Konstruktion, aufgebaut aus einer 12 mm dicken Faserzementplatte (siehe Nr. 8 auf Abbildung 1), die – in Zusammenarbeit mit den Verbindungselementen (siehe Nr. 3 auf Abbildung 1) – dazu dient, die Scheibenwirkung der Decke sicherzustellen.

Die im Laboratorium gemessene Luftschalldämmung dieser Deckenkonstruktion beträgt  $R'_w = 75$  dB. Wir verfügen allerdings noch nicht über *in situ* gemessene Werte.

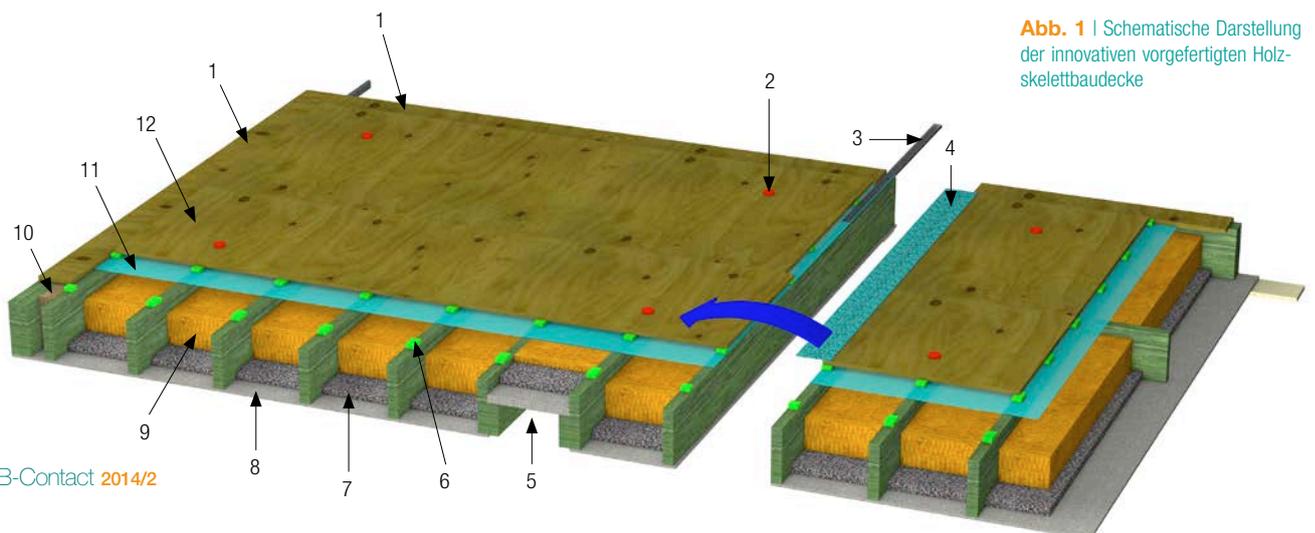
Der Körperschalldämmwert einer Decke gibt an, in welchem Maße die Gehgeräusche oder eine Verschiebung eines Kleinmöbels in den Räumen der angrenzenden Appartements wahrgenommen werden. Es handelt

sich dabei um das Hauptproblem des Holzskelettbbaus. In dem Maße, wie der Zahlenwert niedriger ist, sind die Dämmleistungen besser. Das innerhalb der oben erwähnten Projekte entwickelte Deckenkonzept punktet in dieser Hinsicht mit einem  $L_{n,w}$ -Wert von 46 dB (mit einer niederfrequenten Korrektur  $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 48$  dB), was etwa 18 dB besser ist als bei einer traditionellen Holzdecke. Der beste  $L_{n,w}$ -Wert, der in den vergangenen fünf Jahren erreicht wurde, indem ein schwimmender Estrich auf eine 16 cm dicke armierte Betonplatte aufgebracht wurde, beträgt zum Vergleich 44 dB.

Die in den Abbildungen 1 und 2 veranschaulichte Lösung entspricht auch den gegenwärtigen technischen Anforderungen auf dem Gebiet der Luftdichtheit, der Stabilität, der Wärmedämmung und des Brandschutzes.

Gegenwärtig widmet sich die Forschung der Verbesserung des Fassadenschallschutzes und der Integration der technischen Installationen.

*B. Ingelaere, Ir.-Arch., stellvertretender Leiter der Abteilung Energie, Akustik und Klima, WTB*  
*L. De Geetere, Dr. Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Akustik, WTB*



**Abb. 1** | Schematische Darstellung der innovativen vorgefertigten Holzskelettbau-decke

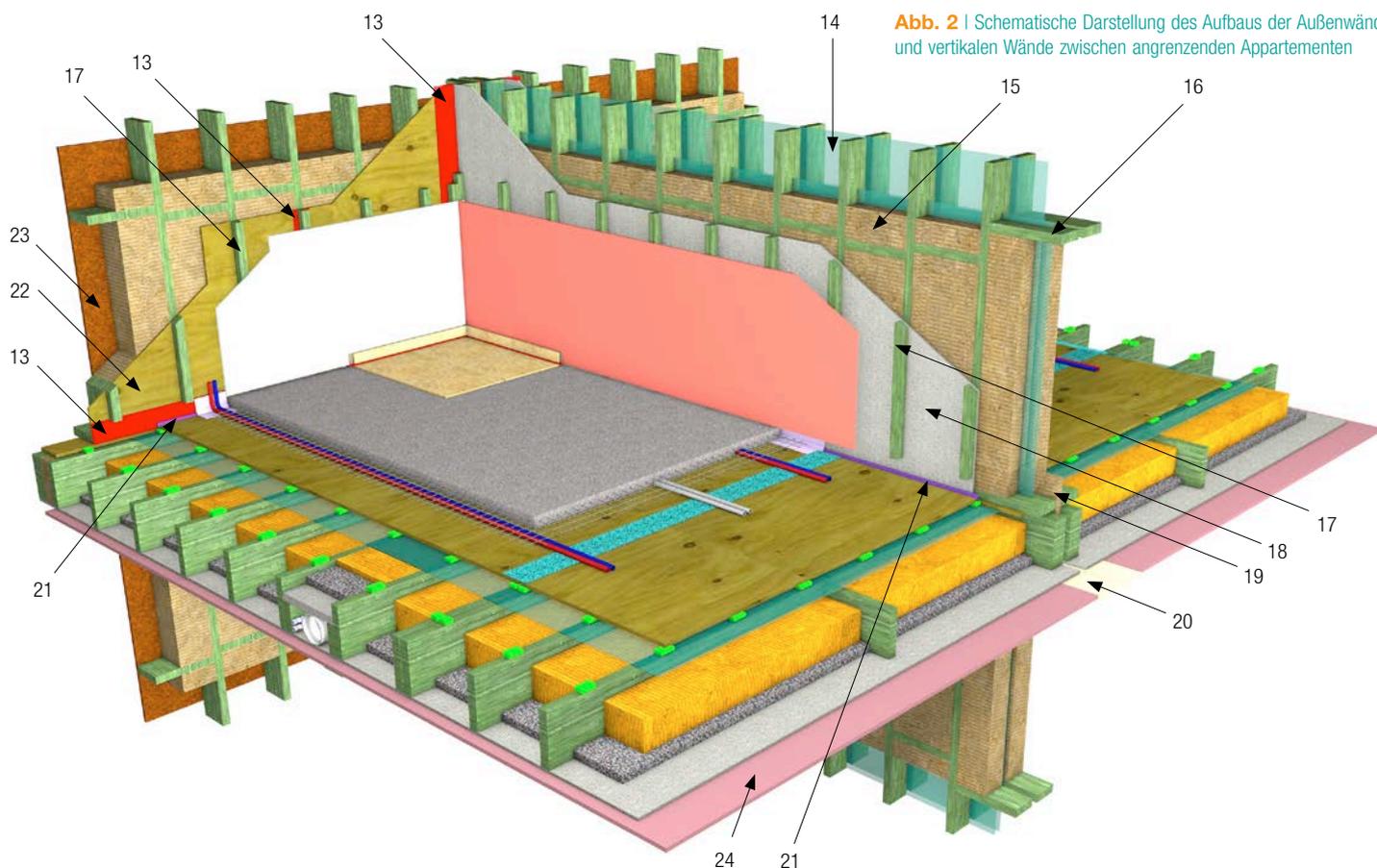


Abb. 2 | Schematische Darstellung des Aufbaus der Außenwände und vertikalen Wände zwischen angrenzenden Appartements

1. Streifen aus Spanplatte (12 mm dick), der die Befestigung der vertikalen Wände in der Struktur der Decke erleichtert
2. Schrauben, die durch die Balken hindurchgehen und zur vorläufigen Befestigung der Spanplatten während des Transports dienen. Diese Schrauben müssen vor dem Gießen des Estrichs entfernt werden
3. Stahlverbindungselement (40 mm breit, 10 mm dick und 1.350 mm lang), das sich in der dafür vorgesehenen Nut des Holzbalkens befindet. Dieser Teil läuft durch bis zum Deckenelement, das sich auf der anderen Seite der Grenzmauer befindet und ist dann erneut im Holzbalken, also auf beiden Seiten, verankert. Dieses Verbindungselement stellt die Scheibenwirkung mit der Decke des angrenzenden Appartements sicher, ohne die akustische doppelwandige Wirkung der Grenzmauer zu beeinträchtigen. Die Oberkante dieses Stahlverbindungselements liegt 12 mm (was der Dicke der Spanplatte aus Nr. 1 entspricht) unter den beiden Wänden der doppelwandigen Grenzmauer. Der so gebildete Spalt muss mit Steinwolle aufgefüllt werden, um die Durchgängigkeit des Brandschutzes zu gewährleisten
4. Klebeband, das dazu dient, den Raum zwischen den zwei Deckenelementen abzudichten
5. Leitungshohlraum für das darunter liegende Appartement
6. Kleine elastische Akustikblöcke (4 cm breit, 7 cm lang und 2 cm dick), die alle 40 cm so angebracht sind, dass ein Raster mit diesem Abstandsmaß gebildet wird
7. Steinartiges loses Material mit einer Dichte  $> 1700 \text{ kg/m}^3$  (z.B. ein Sand-Kies-Gemisch)
8. Faserzementplatte, 12 mm dick
9. Elastischer, offenzelliger Wärmedämmstoff (z.B. Glaswolle), der auch für die Schallabsorption sorgt, aber keine besonderen Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes erfüllen muss
10. Steinwolle mit spezifischen Brandeigenschaften und einem Schmelzpunkt von mehr als  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$
11. Plastikfolie zum Schutz gegen Niederschlag während der Montage auf der Baustelle
12. Feuchtigkeitsbeständige, 18 mm dicke Spanplatte mit einer verleimten Nut- und Federverbindung. Diese ist einfach auf die kleinen Akustikblöcke (Nr. 6) gelegt und hat nach der Anbringung des Estrichs keine einzige starre Verbindung, weder mit der darunter liegenden Decke, noch mit den vertikalen Wänden der doppelwandigen Grenzmauer
13. Luftdichtheitsfolie
14. Plastikfolie, die die eine Wand der doppelwandigen Grenzmauer während der Montage auf der Baustelle gegen Feuchtigkeit schützen muss
15. Steinwollplatten von 140 mm Breite (mit spezifischen Brandeigenschaften und einem Schmelzpunkt von mehr als  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ )
16. Holzklötze, die dazu dienen, zu verhindern, dass die Holzpfosten bei Brand beim Wegfallen der Platten (Nr. 18) ausknicken könnten
17. Holzpfosten ( $45 \times 45 \text{ mm}^2$ ) zur Befestigung der technischen Vorsatzwand
18. Gipsfaserplatte, 15 mm dick
19. Steinwollmatte, die in Höhe der Decke angebracht wird, um den 4 cm breiten Hohlraum zwischen den Wänden der doppelwandigen Grenzmauer abzuschließen und so entgegenzuwirken, dass im Falle eines Brandes ein Kamineffekt entsteht
20. Faserzementplatte (12 mm dick), die für den Brandschutz erforderlich ist
21. Gummistreifen, der als elastischer Abstandshalter zwischen der Verschalungsplatte des Estrichs (siehe Nr. 12) und der vertikalen Wand fungiert
22. Spanplatte, 12 mm dick
23. Dampfdurchlässige Regensperre
24. Feuerbeständige Gipsplatte, 18 mm dick

Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind unentbehrliche Hilfsmittel im Bauprozess geworden. Das Arbeiten mit einem *Building Information Model (BIM)* (\*) geht noch einen Schritt weiter und hat als Ziel, zu einem integralen Ansatz von allen projektbezogenen Informationen zu kommen. Dies erfordert eine andere, mehr objektorientierte Arbeitsweise, von der die gesamte Baukette profitiert.

# BIM: Zusammenarbeit ist die Botschaft

## Ein integraler Ansatz

Die Idee, die sich hinter der Nutzung eines BIM versteckt, ist das Realisieren eines integralen Ansatzes, ab der Entwurfsphase, über die Ausführungsphase, bis zur Nutzungsphase (*life cycle approach*). Dazu ist es ganz entscheidend, dass die verschiedenen Akteure des Bauprojekts ab einem möglichst frühen Stadium beginnen, zusammenzuarbeiten.

Die Trennung in verschiedene Phasen (Entwurf, Ausführung, Nutzung) bei einem traditionellen Bauprozess hat sehr oft zur Folge, dass bestimmte Aufgaben doppelt ausgeführt werden. Daher ist es auch nicht selten, dass es dabei zu Problemen kommt. So kann die Verwendung von Plänen, die nicht auf dem neuesten Stand sind, Anlass zu Fehlern während der Ausführungsphase geben. Bei einem optimalen BIM-Prozess arbeiten die verschiedenen beteiligten Akteure schon ab der Entwurfsphase zusammen. Die Kenntnisse von jedem einzelnen Akteur können so als Informationsquelle für die ganze Kette eingesetzt werden, was es ermöglicht, Entwurfsänderungen während der Bauphase zu vermeiden. Die Menge an unvorhergesehenen Aufgaben wird so reduziert, wodurch man eine bessere Kontrolle über die Baukosten erhält.

Um die erfolgreiche Einführung eines BIM bei allen Parteien zuzulassen, müssen im Allgemeinen bestimmte Hindernisse überwunden werden:

- Jeder Betrieb verfügt in der Regel über eine eigene Arbeitsweise, Betriebsführung und Softwareumgebung
- Gewöhnlich wird der Bauunternehmer erst ab der Ausführungsphase (Übergabe eines Preisangebotes an den Auftraggeber) am Bauprojekt beteiligt.

## Wichtigkeit von deutlichen Absprachen

Um den korrekten Informationsfluss im gesamten Bauprozess zu ermöglichen, sind deutliche Absprachen bezüglich der zu verwendenden Software, der zu folgenden

Austauschverfahren, der Eigentumsrechte und der Kommunikationsweise zwischen den beteiligten Partnern notwendig. Diese gemeinschaftlichen Absprachen müssen vorher in einem Protokoll festgelegt werden.

Eine häufig verwendete Methode zur Förderung des Informationsaustausches ist der IFC-Standard (*Industry Foundation Classes*). Es handelt sich dabei um einen neutralen, offenen Standard, der es zulässt, Daten über die realisierten Bauelemente (z.B. Wände und Decken) und ihre Kennwerte auszutauschen, während alle Baupartner weiterhin ihre eigene spezifische Software einsetzen können. Mit anderen Worten: Durch die Nutzung des IFC-Standards können alle mit ein und denselben Daten kommunizieren, und zwar ohne Datenverlust (vorausgesetzt, dass die Unterstützung von dem verwendeten Softwarepaket gegeben ist).

## Für wen kann die Implementierung eines BIM nützlich sein?

Die Wahl als Unternehmen gegebenenfalls zu einer Implementierung eines BIM zuzugehen, ist häufig davon abhängig, welche Position es im Bauprozess einnimmt.

Da sich der Auftraggeber am Beginn der Baukette befindet, liegt die Entscheidung von einem BIM Gebrauch zu machen, gewöhnlich in seinen Händen. Falls der Auftraggeber auch der spätere Bauverwalter wird, liegt es ganz in seinem Interesse beim Unterhalt, bei Renovierungen oder funktionellen Änderungen über aktuelle „As built“-Informationen zu verfügen.

Auch für Architekten und Ingenieure kann die Einführung eines BIM in ihrer Organisation zahlreiche Vorteile bieten. Denn durch ihre Position im Bauprozess sind sie ein wichtiges Glied der Baukette. Dies gilt gleichermaßen für den Bauunternehmer. Dieser ist nicht nur für die Realisierung des Bauwerks verantwortlich, sondern muss auch darauf achten, dass der Auftraggeber über korrekte Informationen bezüglich der „As built“-Situation verfügt.



Indem auch die Zulieferer und Subunternehmer beim BIM mit einbezogen werden, müsste es schließlich möglich werden, zu einer größeren Verwendung von standardisierten Verfahren und einheitlichen Produkten zu kommen, was einen bedeutenden Zeit- und Materialgewinn ergeben kann.

## Little BIM oder Big BIM?

Die Implementierung eines BIM kann entweder nach dem „Little BIM“-Prinzip (auf Unternehmensebene), oder nach dem „Big BIM“-Prinzip (auf Projektebene) erfolgen. Beim „Little BIM“-Ansatz liegt die Betonung auf der Optimierung der internen Unternehmensprozesse (z.B. durch die Anschaffung von neuer Soft- und Hardware). Der „Big BIM“-Ansatz steht dagegen für die integrale Anwendung des BIM über die Unternehmensgrenzen hinweg. Dazu ist es erforderlich, die Unternehmenskultur und den Informationsaustausch der verschiedenen Partner gut aufeinander abzustimmen. Denn mit einem BIM in einer gesamten Baukette zusammenzuarbeiten ist schwieriger als auf der Unternehmensebene.

Obwohl das „Big BIM“-Prinzip das letztendliche Ziel des BIM-Ansatzes ist, können kleinere Bauunternehmen schon zahlreiche Vorteile aus der beschränkteren „Little BIM“-Methode ziehen. |

T. Lemoine, Ing., Berater, Abteilung Verwaltung, Qualität und Informationstechniken, WTB

(\*) Die Nutzung eines *Building Information Model (BIM)* beinhaltet, dass alle Informationen bezüglich der Entwurfs-, Bau- und Nutzungsphase eines Bauwerks in einem einzigartigen digitalen Baumodell aufgenommen sind, mit denen alle beteiligten Parteien zusammenarbeiten.

# Verfügbar unter [www.cstc.be](http://www.cstc.be)

## Les Dossiers du CSTC

**2012/4.2** ,Interactions entre les corps de métier lors de rénovations énergétiques approfondies.'  
**2012/4.3** ,La délamination des sols industriels: premières observations des essais en cours au CSTC.'  
**2012/4.16** ,Isolation des murs existants par l'intérieur: diagnostic.'  
**2013/2.3** ,Chemins de roulement pour les bassins de décantation des stations d'épuration.'  
**2013/2.4** ,Isolation des murs existants par l'intérieur: systèmes et dimensionnement.'  
**2013/2.9** ,Peintures pour ETICS.'  
**2013/3.2** ,Chauffer et refroidir grâce à la géothermie: principe de fonctionnement?'  
**2013/3.12** ,Les colles pour revêtements de sol textiles.'  
**2013/3.15** ,Entrepreneurs, vos factures valent de l'or ... pour vos clients!'  
**2013/4.3** ,La simulation au cœur de l'énergie et de l'innovation.'  
**2013/4.9** ,Evaluation de la compatibilité des peintures et des mastics.'

## Infomerkblätter

**Nr. 66** ,Le planning d'intervention.'  
**Nr. 67.1** ,Classifications des types de pieux.'  
**Nr. 67.2.1** ,Directives pour la distance minimale d'axe en axe de pieux à refoulement fraîchement bétonnés (catégorie I).'  
**Nr. 67.3.1** ,Tolérances d'exécution pour pieux à refoulement (catégorie I).'  
**Nr. 67.4.1.1** ,Fiche de matériaux I pour les pieux à refoulement (catégorie I).'  
**Nr. 67.5.1.2.1.1** ,Fiches d'exécution pour les pieux à refoulement (catégorie I). Pieux vissés avec un fût en béton plastique. Pieux Fundex®.'  
**Nr. 67.5.1.2.1.2** ,Fiches d'exécution pour les pieux à refoulement (catégorie I). Pieux vissés avec un fût en béton plastique. Pieux Atlas.'  
**Nr. 67.5.1.2.1.3** ,Fiches d'exécution pour les pieux à refoulement (catégorie I). Pieux vissés avec un fût en béton plastique. Pieux GVS (Olivier).'  
**Nr. 67.5.1.2.1.4** ,Fiches d'exécution pour les pieux à refoulement (catégorie I). Pieux vissés avec un fût en béton plastique. Pieux GVS (De Waal).'

## 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](http://www.cstc.be))
- in gedruckter Form und auf USB-Stick.

Weitere Auskünfte erhalten Sie telefonisch unter 02/529.81.00 (von 8.30 bis 12.00 Uhr) oder schreiben Sie uns entweder per Fax (02/529.81.10) oder per E-Mail ([publ@bbri.be](mailto:publ@bbri.be)).

## Schulungen

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11), per Fax (02/653.07.29) oder per E-Mail ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)) an J.-P. Ginsberg.
- Nützlicher Link: [www.cstc.be](http://www.cstc.be) (Rubrik ,Agenda').

**Nr. 67.5.1.2.1.5** ,Fiches d'exécution pour les pieux à refoulement (catégorie I). Pieux vissés avec un fût en béton plastique. Pieux Omega.'  
**Nr. 69.1** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité à l'air – Isolation thermique des façades et autres murs délimitant le volume protégé.'  
**Nr. 69.2** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité à l'air – Isolation thermique des toitures à versants.'  
**Nr. 69.3** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité à l'air – Isolation thermique des toitures plates.'  
**Nr. 69.4** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité – Isolation thermique des planchers.'  
**Nr. 69.5** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité à l'air – Performances thermiques des menuiseries extérieures.'  
**Nr. 69.6** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité – Performances thermiques des vitrages.'  
**Nr. 69.7** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité – Les protections solaires.'  
**Nr. 69.8** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité – La surchauffe des bâtiments résidentiels.'  
**Nr. 69.9** ,PEB – Enveloppe du bâtiment: isolation thermique, surchauffe, étanchéité à l'air – Étanchéité à l'air des bâtiments.'

## Technische Informationen

**TI 249** ,Guide de bonne pratique pour l'exécution des travaux de peinture' (Überarbeitung der TI 159).

## Sonstige WTB-Veröffentlichungen

**WTB-Bericht 15** ,Calcul des pertes de pression et dimensionnement des réseaux aérauliques.'  
**Rapport de vision** ,Cap sur 2015'.  
**Jahresbericht 2013**.  
**Monographie éditée en collaboration Nr. 29** ,Compatibilité bij het dimmen van retrofitlampen. Classificatie van lampen en dimsystemen, problematiek en oplossingen' (nur auf Niederländisch).



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

Verantwortlicher Herausgeber: Jan Venstermans, 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](http://www.wtb.be)

## Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als fünfzig Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit dem Mitgliedsbeitrag der 85.000 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 650 Informationssitzungen und Thementage für Baufachleute. Auch die Anfragen an unseren Beratungsdienst Technische Gutachten finden regen Zuspruch, was anhand von mehr als 26.000 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

### DEMONSTRATIONS- UND INFORMATIONSZENTRUM

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder  
Tel.: 011/22 50 65  
Fax: 02/725 32 12

- ICT-Wissenszentrum für Bauprofis (ViBo)
- Digitales Dokumentations- und Informationszentrum für den Bau- und Betonsektor (Betonica)

### BRUSSELS MEETING CENTRE

Boulevard Poincaré 79, B-1060 Brüssel  
Tel.: 02/529 81 29