



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2016/4

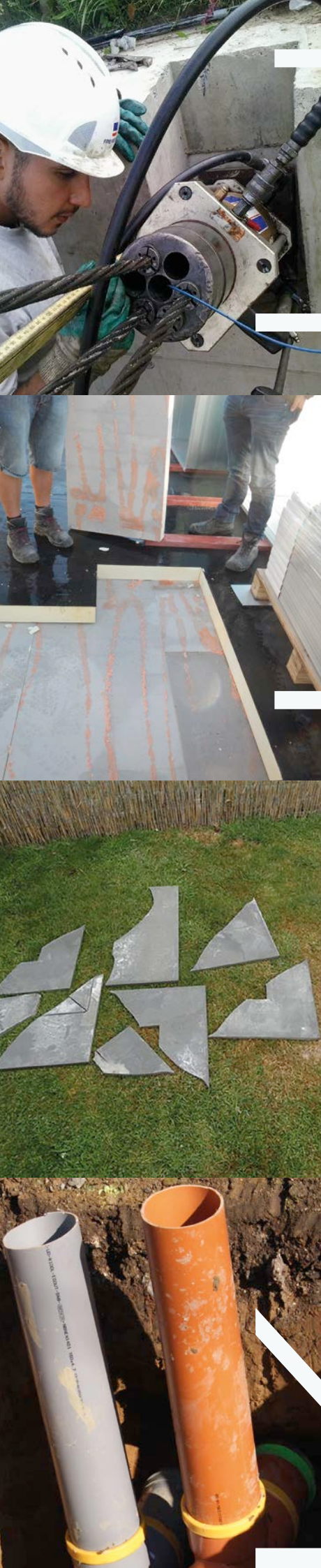


3D-Druck
S. 4-5

Geländer
S. 16-17

**Mikroriss-
bildung durch
Schwindung**
S. 20-21

BIMportal.be
S. 32-33



Inhalt 2016/4

HORIZON 2020, zusammen der Zukunft entgegensehen 3

  3D-Druck und Erbe 4

 Innovationen auf dem Gebiet des **Schutzes und der Überwachung der Korrosion** bei unterirdischen Bauwerken 6

  Bauanwendungen von **Materialien auf Hanfbasis** 8

 **Wärmedämmung von geneigten Dächern:**
Renovierungsprämien, Steuervorteile und Rechentool 10

 Auffindung von **Infiltrationen** bei Flachdächern 12

 **Schädigung von Mehrschichtsperrholz** bei
Dachanwendungen 14

 **Überarbeitung der Norm über Geländer** 16

Im Fokus + FAQ 18

 **Mikrorissbildung durch Schwindung** in Fugenmörteln 20

 **Schneidetechniken** für keramische Fliesen 22

 Wichtigkeit der **Vorarbeit** für das Verlegen von **textilen Bodenbelägen** 24

  **Lüftung von Wohngebäuden:** eine neue TI und ein
Rechentool 26

  Lüftung und **mikrobiologische Schadstoffe:** beruhigende
Ergebnisse 28

 **Getrennte Ableitung von Ab- und Regenwasser** 30

 **BIMportal.be:** das belgische Referenzportal rund um
BIM und ICT 32

 Die **Investitionsentscheidung:** ein praktischer und
bauorientierter Ansatz 34

HORIZON 2020, zusammen der Zukunft entgegensehen

Am vergangenen 23. November stellte das WTB den Mitgliedern seiner Technischen Komitees und ihrer Arbeitsgruppen seinen zweiten visionären Bericht **HORIZON 2020** vor, der eine gute Widerspiegelung der Arbeitsprogramme darstellt. Diese Arbeitsprogramme wurden in Absprache mit den Akteuren aus dem Sektor erstellt und ihr Ziel ist es, die impliziten Auswirkungen, die bestimmte Tendenzen auf unsere Art des Bauens oder Renovierens haben können, zu antizipieren.

Nach einer kurzen Übersicht über die Aktivitäten der letzten Jahre richtet dieser visionäre Bericht den Fokus auf die zukünftigen Herausforderungen. Obwohl die drei großen Themen, die im Jahr 2013 identifiziert wurden, noch stets global von Belang sind, sind jetzt einige markante Entwicklungen aufgetreten.

Energie und Umwelt bleiben selbstverständlich zentrale Themen. Aber dort wo der Schwerpunkt bis vor Kurzem noch auf dem Entwurf und der Ausführung von Gebäuden mit sehr dicken Wärmedämmschichten lag, werden Aspekte wie z.B. das fast energieneutrale Bauen und die energetische Renovierung des bestehenden Gebäudeparks als vorrangig betrachtet. So stehen auf dem Gebiet der Umwelt und des nachhaltigen Bauens bedeutende Veränderungen bevor. Denn Belgien hat die Weichen für die **Kreislaufwirtschaft** gestellt und der Bausektor gilt diesbezüglich als vorrangig. Wir bewegen uns somit in Richtung eines Modells, das es gestattet, Materialien und Rohstoffe möglichst lange in der Kette zu halten und dies, dank eines geschlossenen Kreislaufs, basierend auf Recycling und Wiederverwendung: Die Abfälle von heute müssen also zu den Rohstoffen von morgen werden.

Was die **Bausysteme** betrifft, stellt man gegenwärtig einen starken Aufschwung der teilweisen Vorfertigung innerhalb einer großen Zahl von Berufszweigen fest. Denn dadurch kann man diverse technische Anforderungen erfüllen und außerdem die Kunden durch eine beträchtliche Verringerung der Ausführungszeiten zufriedenstellen. Der Entwurf und die Ausführung von geeigneten Anschlüssen zwischen solchen vorgefertigten Elementen bleibt bisher jedoch eine heikle Angelegenheit, für die die Ingenieure des Bauzentrums eine Lösung finden müssen.

Das neue Arbeitsthema, die **4. industrielle Revolution** oder kurz „Industrie 4.0“, behält die Entwicklung von Technologien zur Unterstützung des Baus, der Verwaltung, der Instandhaltung und Renovierung unseres Gebäudeparks im Auge: künstliche Intelligenz, Robotik, das Internet der Dinge, 3D-Druck, Drohnen, virtuelle Realität, BIM ... Das sind alles Trends, die den Bausektor revolutionieren können. Es sind mit anderen Worten bedeutende Veränderungen in Sicht, die sich sowohl auf die großen Unternehmen, als auch auf die KMUs auswirken werden und bei denen das WTB eine Schlüsselrolle einnehmen möchte.

Unser architektonisches Erbe wurde über die Jahre hinweg mit unzähligen dekorativen, skulpturalen Anwendungen von Naturstein, Gips, Keramik und sonstigen Materialien bereichert. Das Bewahren und Restaurieren dieser einstigen Pracht stellt eine bedeutende Herausforderung dar, für die der Fachmann heutzutage eine breite Palette an neuen Technologien in Anspruch nehmen kann. Dieser Artikel konzentriert sich auf die Technik des 3D-Druckes.

3D-Druck und Erbe

Prinzip der Formgebungstechniken ⁽¹⁾

Im Rahmen des 3D-Restaurierungsprojekts ⁽²⁾ wurde eine Untersuchung zu den gegenwärtigen und potenziell zukünftigen Anwendungen der 3D-Technologie im Restaurierungssektor ⁽³⁾ durchgeführt. Dabei wurde der Naturstein- und Metallbearbeitung, den Ausführungen auf Gipsbasis und den keramischen Dekorationen (z.B. Fliesenbeläge) besondere Aufmerksam-

keit geschenkt. Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Technologien nicht den klassischen handwerklichen Prozess beiseiteschieben, sondern eher zu bestimmten Zwischenphasen des Produktionsprozesses beitragen.

Die Formgebungstechniken basieren immer auf einem virtuellen Modell, das mithilfe von 3D-Scans und/oder CAD-Software (*Computer Aided Design*) generiert wird. Anhand dieses Modells wird dann ein Bauelement (im weitesten

Sinne des Wortes) aus dem gewünschten Material realisiert. Bei Naturstein ist das beispielsweise durch das direkte Fräsen des Materials möglich oder dadurch, dass man mit einem künstlichen natursteinimitierenden Material arbeitet. In beiden Fällen muss man hinterher jedoch häufig noch eine manuelle Nacharbeitung vorsehen.

Das Herstellen von solchen virtuellen Modellen mithilfe von CAD-Software und digitalen Techniken (z.B. Laserscan oder Photogrammetrie) liegt heutzutage innerhalb der Möglichkeiten von quasi jedem Bauunternehmen, erfordert aber eine beachtliche Investition (sowohl in finanzieller Hinsicht als auch bezüglich des Erwerbs der erforderlichen Erfahrung). Deshalb wird es in den meisten Fällen noch empfehlenswert sein, dafür externe spezialisierte Unternehmen in Anspruch zu nehmen.



1 | Beispiel für 3D-gedruckte Modelle

3D-Druck

Die additive Fertigung, besser bekannt unter der Bezeichnung „3D-Druck“, ist eine vielversprechende Technik für die (Re-)Produktion von sowohl kleinen (z.B. Beschläge, Dekorationen ...) als auch größeren (ggf. nicht tragenden) metallischen Bauelementen.

Obwohl es heute durchaus möglich ist, die Bauelemente aus Beton, Metall oder Keramik direkt – das heißt, ohne

⁽¹⁾ Die „Formgebungstechniken“ eines Materials umfassen das Bildhauen, Behauen, Fräsen, Modellieren, Sägen, Abgießen und sogar den 3D-Druck.

⁽²⁾ Das Projekt „3D-Restaurierung“ ist eine Initiative der *Vlaamse Confederatie Bouw* und der Wissenszentren Sirris und WTB und wird von der VLAIO (*Agentschap Innoveren en Ondernemen*) bezuschusst.

⁽³⁾ Obwohl die Diskussion über die kulturhistorischen und eventuell deontologischen Aspekte dieser neuen Technologien im Kulturgutsektor (insbesondere was die Rekonstruktion oder den Ersatz von Gebäuden betrifft) sehr relevant ist, wird auf dieses Thema im Rahmen dieses Artikels nicht eingegangen.



2 | Beispiel für einen komplexen gusseisernen Gegenstand, von dem die Sandform in 3D gedruckt werden könnte



Quelle: Brilliant Technology 3D

3 | Beispiel für ein 3D-gedrucktes Wachsaußschmelzmodell für Juwelen, das eine sehr große Präzision und Komplexität gestattet

den Einsatz von Gießformen oder Schalungen – zu drucken, müssen doch einige Bedenken bei Aspekten wie z.B. der Genauigkeit und der Toleranz, den technischen Merkmalen der Materialien (z.B. Dauerhaftigkeit) und der finanziellen Machbarkeit des Verfahrens angemeldet werden ⁽⁴⁾.

Aus diesen Gründen bleibt es für die meisten Bauunternehmen vorerst realistischer, weiterhin die traditionellen Verfahren für die Produktion zu verwenden und dabei für bestimmte Phasen den 3D-Druck als hochtechnologischen Zwischenschritt zu nutzen (*Rapid Prototyping*). Dieses Prinzip, das gegenwärtig sehr beliebt ist, lässt sich umschreiben als das relativ schnelle und kostengünstige Fertigen eines Modells – gewöhnlich aus Kunststoff – in den gewünschten Abmessungen. Dabei wird anhand eines Scans oder eines digitalen Modells (z.B. basierend auf historischen Fotos) eines existierenden Gegenstandes ein Prototyp gedruckt (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite). Dieser Zwischenschritt mit einem digitalen Modell bietet den Vorteil, dass die mittels Scans erhaltenen 3D-Dateien bearbeitet werden können (z.B. Spiegelung oder Maßstabsänderung). Auf diese Weise kann man zum Beispiel die Schwindung kompensieren, die bei der Produktion des definitiven Metallgegenstandes unweigerlich

auftritt. Dieser gedruckte Prototyp wird dann verwendet, um die Sandform oder das Wachsaußschmelzmodell für einen Metallguss zu fertigen, und zwar auf die übliche handwerkliche Weise.

Bei **Sandformen** ist die Realisierung eines solchen Prototyps gegenwärtig jedoch nicht unbedingt erforderlich. Eine solche Gussform lässt sich nämlich auf Basis des digitalen Modells des zu fertigenden Gegenstandes direkt drucken. In dem Fall werden während einer vorherigen digitalen Engineering-Phase die Kanäle vorgesehen, die für die Zufuhr des geschmolzenen Metalls und die Ableitung von Gasen benötigt werden. Diese Kanäle werden, wenn die Gussform gefertigt wird, automatisch mitgedruckt. Für komplexe Gegenstände bietet dieses Verfahren sicherlich in Bezug auf den klassischen Herstellungsprozess von Sandformen einen wichtigen Vorteil. Denn die Gussform wird in einem etwas größeren Maßstab als der Gegenstand gedruckt, wodurch die Schwindung des Metallgegenstandes kompensiert wird. Diese Technik ist in hohem Maße für größere (Gussmetall-)Gegenstände mit einer komplexen Struktur geeignet (siehe Abbildung 2).

Auch beim **Wachsaußschmelzverfahren**, das schon seit langem für die Produktion von Metallgegenständen angewendet

wird, ist die Anfertigung eines Zwischenmodells heutzutage nicht mehr unbedingt erforderlich. Das klassische Verfahren besteht darin, ein Wachsmodell des zu produzierenden Gegenstandes, zusammen mit den Gießkanälen, in ein feuerfestes Material einzubetten. Nach einem ‚Brennprozess‘, bei dem das Wachs verbrannt wird, ist das Modell für die Befüllung mit dem geschmolzenen Metall (z.B. Bronze) bereit. Dank der neuen 3D-Druckanwendungen ist es heutzutage jedoch möglich, die Wachsmodelle, einschließlich der häufig komplexen Gießkanäle, direkt zu drucken und anschließend als ein klassisches Wachsaußschmelzmodell zu verwenden. Auch hier kann die Schwindung des Gegenstandes kompensiert werden, indem das Wachsaußschmelzmodell etwas größer als das Original gedruckt wird. Diese Technik eignet sich idealerweise für die Reproduktion von detaillierten Gegenständen (siehe Abbildung 3), wie beispielsweise fein ausgearbeitete Beschläge.

Die derzeitigen 3D-Drucktechniken bieten mit anderen Worten bereits zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Es handelt sich um einen in voller Entwicklung befindlichen Bereich, in dem das WTB viele Untersuchungen durchführt. ■

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

⁽⁴⁾ Siehe dafür den Artikel ‚Le futur du processus de construction: imprimer le béton en 3D?‘ auf dem ‚C-Watch‘-Teil unserer Website.

In Belgien werden jährlich mehr als 80.000 Tonnen Stahl in unterirdischen Konstruktionen verarbeitet. Durch einen intelligenten Entwurf und eine gründliche Korrosionsüberwachung könnte der Einsatz dieses Stahls allerdings effizienter erfolgen.

Innovationen auf dem Gebiet des Schutzes und der Überwachung der Korrosion bei unterirdischen Bauwerken

Die Planer und die Ausführenden von geotechnischen Konstruktionen benötigen ein größeres Wissen bezüglich der Korrosionsmechanismen, der Korrosionsschutzmaßnahmen und der Möglichkeiten der Überwachungstechniken.

Die Metallurgie bringt ständig Innovationen in Form von neuen Legierungen, Coatings und Korrosions-Überwachungstechniken hervor. Um dieses Wissen auch bei unterirdischen Konstruktionen anwenden zu können, haben sich Clusta, das WTB und der ABEF (*Association belge des entrepreneurs de fondation*) im Rahmen des VIS-Projekts namens INCOR („Innovatieve corrosiebescherming bij ondergronds bouwen“) zusammengeschlossen.

Geotechnische Konstruktionen

Fundamente, bodenstützende und/oder feuchtigkeitsdichte Konstruktionen, Keller, stabilisierte oder vernagelte Böschungen: Das sind alles Konstruktionen, die sich vollständig oder zum

Teil im Erdreich befinden. Obwohl es verschiedene Techniken zur Ausführung solcher Konstruktionen gibt, macht Stahl immer einen wesentlichen Bestandteil davon aus. So sind die meisten vorgefertigten und vor Ort gegossenen geotechnischen Konstruktionen aus Beton armiert oder vorgespannt.

Stahl hat jedoch den Nachteil, dass er korrodiert. Folglich werden die Lebensdauer und das Verhalten der unterirdischen Konstruktionen, in denen Stahl verarbeitet ist, größtenteils dadurch bestimmt, wie dieser Stahl gegen Korrosion geschützt wird.

Korrosionsüberwachung

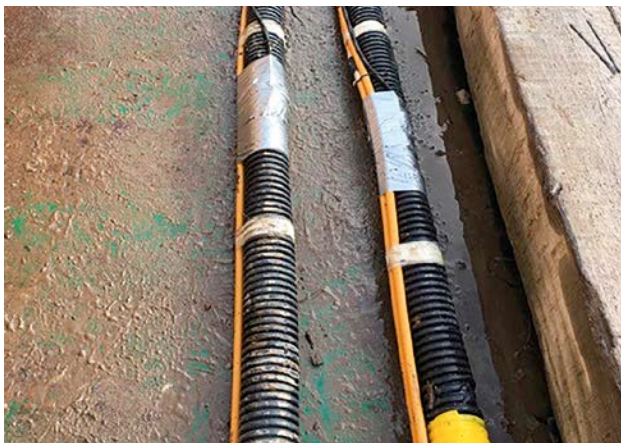
Trotz des Umstandes, dass Korrosions-Überwachungstechniken einen besseren Einblick in die Effizienz von bestimmten Schutzmaßnahmen geben und zu besseren Techniken führen als z.B. die Anwendung einer dickeren Stahlausführung, sind sie im Bereich geotechnischer Anwendungen noch wenig bekannt.

Durch die Anwendung von Überwachungstechniken ist es häufig möglich, dass weniger strenge Entwurfsrichtlinien zur Anwendung kommen. Ein Beispiel dafür sind die sogenannten *Smart Structures*, deren Entwurf mit Überwachungsinstrumenten optimiert wurde. Dadurch profitiert der Investor von niedrigeren Kosten und der Bauunternehmer von einem Wettbewerbsvorteil.

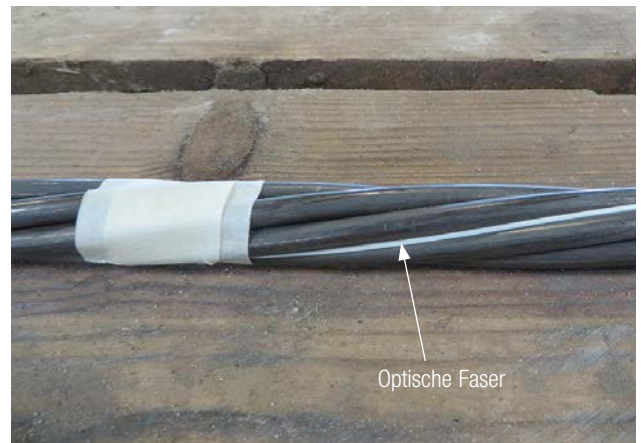
Die Implementierung von Überwachungssystemen muss allerdings mit einer durchdachten Instandhaltungsstrategie einhergehen. Dazu muss man bereits in der Entwurfsphase die Maßnahmen festlegen, die ergriffen werden müssen, wenn bestimmte Grenzwerte überschritten werden.

Versuchsprojekt

Um deren Machbarkeit bei unterirdischen Konstruktionen zu überprüfen, wurde im Rahmen des ‚Seine-Schelde-West‘-Projekts von der *Waterwegen en Zeekanaal NV* in Nevele und



1 | Auf Litzenankern aus Spannstahl angebrachte Sensoren



2 | Litze aus Spannstahl, die mit einer optischen Faser ausgestattet ist

3 | Bergung des Messkabels (blaues Kabel) beim Spannen des Erdankers



4 | Messkasten für die Langzeitüberwachung der Verformungen der Litzen aus Spannstahl



mit der Unterstützung der ABEF ein Versuchsprojekt zu innovativen Korrosions-Überwachungstechniken initiiert. In diesem Projekt wurden für die Ausführung von Verbreiterungen der Schleife auf dem Ableitungskanal der Leie Stützmauern realisiert, bei denen die horizontale Stabilität durch Erdanker aus Stahl sichergestellt wurde. Dabei wurde eine Lebensdauer von 100 Jahren angestrebt. Diese Arbeiten wurden vom Konsortium THV Besix West Construct „Bochtverbreiden“ ausgeführt und mit der Realisierung der Erdanker wurde THV Bachy-Fondedile-Nevele beauftragt.

Die Firma Zensor, ein *Spin-off* der VUB, die auf Korrosions-Überwachungstechniken spezialisiert ist, rüstete die Litzen aus Spannstahl von zwei dieser Erdanker mit Sensoren aus. Diese wurden zwischen den beiden „Fronten“ von dem auf den Erdankern angebrachten doppelten Korrosionsschutz vorgesehen (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite) und dienen dazu, die unterirdische Korrosionsaktivität in den kri-

tischsten Zonen zu messen. So lässt sich über einen langen Zeitraum hinweg der Materialverlust in Mikrometer pro Jahr registrieren und kann die gute Funktionsweise dieses Schutzes quantitativ verfolgt werden.

Außerdem brachte das WTB, das sich in den letzten Jahren der Entwicklung der optischen Fasertechnologie gewidmet hat, über die gesamte Länge dieser Litzen eine Anzahl von neuen Typen von Glasfasern an (siehe Abbildung 2), mit denen die Verformung der Stahllitzen gemessen werden kann. So äußert sich eine Verringerung des Stahlquerschnitts aufgrund von Korrosion direkt in einer Zunahme der gemessenen Verformung.

Nach dem Anbringen der Ausrüstung (Sensoren und optische Fasern) und des Schutzes auf den Litzen wurden diese Letzteren mithilfe einer spezialisierten Bohrtechnik durch die Stützmauer hindurch auf die vorgesehene Tiefe gebracht und mit einer Mörtelinjektion im Erdreich befestigt.

Beim und nach dem Spannen des Erdankers wurden die Messkabel geborgen (siehe Abbildung 3) und mit einem Messkasten verbunden, an dem die Messergebnisse zukünftig abgelesen werden können (siehe Abbildung 4).

Ziel dieses Versuchsprojekts ist es, nachzuweisen, dass innovative Korrosions-Überwachungstechniken auch in unterirdische geotechnische Strukturen integriert werden können. Das im Rahmen dieses Projekts erworbene Wissen könnte beispielsweise nicht nur ermöglichen, etwaige Schäden an den Ankern vorherzusagen, sondern auch dazu dienen, diese Ankerart in der Zukunft mit einem optimierten, wirtschaftlicheren Korrosionsschutz zu versehen. ■

*L. François, Ir., und N. Denies, Dr. Ir.,
Projektleiter, Laboratorium Geotechnik und
Monitoring, WTB
N. Huybrechts, Ir., Leiter der Abteilung
Geotechnik, WTB
M. Roovers, Ir., Präsident, ABEF*

www.corrosie.info

Auf dieser, nur in Niederländisch verfügbaren Projektwebsite finden Sie zum einen nützliche Literatur und Merkblätter bezüglich der Korrosionsmechanismen, der Streuströme, des kathodischen Schutzes und der mikrobiologischen Korrosion. Zum anderen können Sie sich dort für die Ausarbeitung oder Validierung Ihrer innovativen Ideen und Konzepte beraten lassen.

Die Entwicklung und Optimierung von biobasierten Baumaterialien (also solchen von pflanzlichem oder tierischem Ursprung) ergibt sich einerseits durch das zunehmende Streben nach einer Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen und andererseits aus der Tendenz, lokale erneuerbare Rohstoffe zu verwenden. Zahlreiche Teams betreiben auf diesem Gebiet schon einige Jahre lang Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Das WTB hat sich im Rahmen des BCC-BAT-Projekts (*) unter anderem den Materialien auf Hanfbasis gewidmet. Dieser Artikel bespricht deren Anwendungen im Bausektor.

Bauanwendungen von Materialien auf Hanfbasis

Hanf ist eine schnell wachsende Pflanze, die in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden kann. Sowohl der äußere Teil des Stängels, der aus Fasern besteht, als auch der innere Teil, die sogenannten Hanfschäben, können zur Herstellung von Bauprodukten dienen (siehe Tabelle).

Die Fasern können zur Herstellung von **Wärmedämmmatten** verwendet werden, die hauptsächlich in Holzskelettwänden und in Decken und Dächern als Dämmstoff dienen.

Die Hanfschäben können wiederum als **loser Dämmstoff** eingesetzt werden, der vor allem zwischen den Deckenbalken Anwendung findet.

Diese Schäben sind gekennzeichnet durch die Größe ihrer Granulate (die im Allgemeinen zwischen 10 und 30 mm liegt), ihre scheinbare Schüttdichte und ihre hygrothermischen Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, Feuchtigkeitsaufnahme). Sie bestehen aus einer Einheit von parallelen Kapillaren, die zu einer starken Wasserabsorption führen (die dem Vier- bis Sechsfachen ihrer Masse entspricht). Außerdem sorgt ihre hohe Hygroskopizität für einen Feuchtigkeitsaustausch mit der Umgebungsluft. Dies geschieht durch Sorption/Desorption, ein Phänomen, bei dem der Feuchtigkeitsgehalt eines porösen Materials zunimmt durch das Haften des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs und umgekehrt.

Die Hanfschäben können auch als **pflanzliche Granulate** in Produkten verwendet werden, die mithilfe angepasster Bindemittel hergestellt werden. Denn je nach der in Erwägung gezogenen Anwendung werden verschiedene Eigenschaften angestrebt, was einen Einfluss auf die Bindemitteldosierung, die Dichte und die Wärmeleitfähigkeit des Produkts hat. Obwohl man dabei

selbstverständlich Fertig-Bindemittel oder Zusammensetzungen, die auf Basis von Nachschlagewerken oder der eigenen Erfahrung des Ausführenden hergestellt werden, nutzen kann, wird doch stets vorgezogen, auf die Empfehlungen des Materialherstellers zurückzugreifen.

Die hohe Kapillarität der Hanfschäben hat einen großen Einfluss auf die

Hauptanwendungen von Hanf im Bausektor

Produkt		Anwendungen	λ-Wert [W/m.K] (¹)	
Wärmedämmplatten aus Hanf- fasern		Holzskelettbau (Wände, Decken, Dächer)	0,04 (30-40)	
Lose Hanfschäben		Holzdecken	0,048-0,053 (90-135)	
Hanf- beton – Mischung von Hanfschä- ben und Bindemit- tel (²)	Richtwert Bindemitteldosierung	Niedrig (110 kg/m³)	0,06 (220)	
		Mittel (280 kg/m³)	0,09-0,10 (385)	
		Mittel (200-440 kg/m³)	Füllung der Wände eines Holzskeletts, Vorsatzwand	0,08-0,12 (300-550)
		Hoch (600-750 kg/m³)	Verputzen von Wänden	0,13-0,19 (700-950)
Mauerziegel auf Hanfbasis – Mischung von Hanfschäben und Bindemittel (²)		Geschütztes, nichttragen- des Mauerwerk (Füllung, Vorsatzwand)	0,08 (350)	

(¹) Richtwert für Wärmeleitfähigkeit. Die Dichte des Produkts ist der in Klammern ange-
gebene Wert [kg/m³]

(²) Das Bindemittel besteht im Allgemeinen aus einer Kalkmischung.

(°) Richtwert für Wärmeleitfähigkeit. Die Dichte des Produkts ist der in Klammern angegebene Wert [kg/m³]

(°) Das Bindemittel besteht im Allgemeinen aus einer Kalkmischung.

(*) „Bétons légers chaux-chanvre projetables pour le bâtiment“, bezuschusst von Wallonien (DGO6), in Zusammenarbeit mit Sirris und der UCL.



1 | Gießen einer Bindemittel-Hanf Mischung in eine Schalung für die Ausführung einer Vorsatzwand

Mischung und die Produkteigenschaften im frischen oder erhärteten Zustand. Denn sie entziehen einen Teil des Wassers, der für die hydraulischen Bindemittel erforderlich ist, wodurch diese verbrennen können. Um dieses Problem zu beseitigen, kann man auf Kalk (bekannt für sein Wasserrückhaltevermögen) zurückgreifen, ein lufthärtendes Bindemittel hinzufügen (Kalkhydrat) und/oder die Reihenfolge der Mischungsarbeiten anpassen (z.B. die Granulate vorher befeuchten).

Für das **Verputzen von Wänden** (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/2.9](#)) kann man auf Mischungen zurückgreifen, die vorzugsweise für den Erhalt einer geeigneten Konsistenz (Sämigkeit) eine größere Bindemittelmenge enthalten. Dies geht jedoch zulasten der Wärmeleistungen. Auch ein feineres Hanfgranulat wird eine bessere Sämigkeit und eine nicht so grobe Ausführung zur Folge haben.

Hanfbeton wird hauptsächlich für die Füllung von Holzskeletten und die Realisierung von Vorsatzwänden eingesetzt. Er wird auch verwendet, um Dächer und Decken zu dämmen und kann sowohl gegossen (ggf. mit einer Verschalung) als auch gespritzt werden. Um das Einbringen (leichte Verdichtung, schnelle Ausschalung ...) und vor allem den Widerstand zu optimieren, genießt eine dickflüssigere Mischung mit einer niedrigen oder mittleren Bindemitteldosierung den Vorzug. Hierbei muss aber darauf

geachtet werden, dass das Material über eine ausreichende Kohäsion verfügt. In Abhängigkeit der ausgeführten Volumen, des Anfangswassergehalts der Mischung und der Umgebungsbedingungen muss man eine beträchtliche Trocknungszeit (in der Größenordnung von mehreren Monaten) berücksichtigen.

Die Anwendungen der **Fertig-Mauerziegel** auf Hanfbasis (siehe [Les Dossiers du CSTC 2014/4.4](#)) stimmen größtenteils mit denen von Hanfbeton überein. Diese Fertigziegel haben zahlreiche Vorteile zu bieten. So weisen sie einerseits stabilere Eigenschaften dank einer besseren Kontrolle der Herstellungsbedingungen auf. Andererseits kann die Trocknung des Materials schon vor dem Einbringen beginnen. Angesichts ihrer sehr geringen Druckfestigkeit in der Größenordnung von 0,3 N/mm² (im Vergleich zu 5 N/mm² für Zellenbetonsteine und 15 N/mm² für perforierte Ziegelsteine) ist ihre Anwendung als tragendes Element dagegen ausgeschlossen.

Um das Schadensrisiko (insbesondere durch biologische Angriffe) zu begrenzen, müssen Materialien auf Hanfbasis – genauso wie alle anderen empfindlichen Materialien – gegen eine lang anhaltende und übermäßige Befeuchtung (Witterungsverhältnisse, kapillar aufsteigende Feuchtigkeit, Kondensation) geschützt werden, und zwar unabhängig von der vorgesehenen Anwendung.

Regulierung des hygrischen Verhaltens

Die hygroskopischen und Wasserdampfdiffusions-Eigenschaften von Materialien auf Hanfbasis können eine Pufferwirkung in Bezug auf die eventuellen

Schwankungen der relativen Feuchtigkeit des Raumklimas erzeugen.

Um diese Wirkung zu quantifizieren, wurden normierte Prüfmethode entwickelt. So bestimmt die dänische Methode den MBV-Wert (MBV steht für *Moisture Buffer Value*) für ein Material, indem sie die täglichen Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit (von 33 bis 75 % RF) simuliert. Nach dieser Methode, die sich auf einen Vergleich von bestimmten Materialien beschränkt, können die Pufferleistungen der Materialien auf Hanfbasis als ‚gut‘ bis ‚ausgezeichnet‘ betrachtet werden.

Wir möchten jedoch schon darauf hinweisen, dass die Ergebnisse dieser Prüfmethode nicht ohne Weiteres für die Vorhersage des Materialverhaltens unter realen Bedingungen anwendbar sind. So berücksichtigt die Prüfung nicht das Vorhandensein von Oberflächen-ausführungen (Putze, Anstriche ...). Ferner ist das Ergebnis der Prüfmethode von der Dicke der geprüften Schicht und der Eindringtiefe der Feuchtigkeit abhängig. Schließlich berücksichtigt diese Methode keine extremen Feuchtigkeitsspitzen (z.B. die höheren und/oder kürzeren Spitzen, die man in einem Badezimmer vorfindet) und keine Sättigungserscheinungen.

Außerdem möchten wir erwähnen, dass hygroskopische und wasserdampfdurchlässige Ausbaumaterialien – trotz des Umstandes, dass sie durchaus für eine Begrenzung der Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit sorgen können – keinesfalls als Ersatz für ein effizientes Lüftungssystem eingesetzt werden dürfen (siehe [TI 258](#)). |

Y. Grégoire, Ir., Leiter der Abteilung
Materialien, WTB

2 | Mauern mit Hanfblöcken



Quelle: IsoHemp

Dachdecker sind verpflichtet, ihren Kunden die Wärmedurchgangskoeffizienten oder U-Werte der Dachwände zu liefern. Denn damit können diese Letzteren Renovierungsprämien und Steuervorteile im Rahmen von Renovierungsarbeiten erhalten. Dieser Artikel geht näher auf die Anforderungen und Bedingungen für deren Erhalt ein, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses WTB-Kontakt in Kraft waren.

Wärmedämmung von geneigten Dächern: Renovierungsprämien, Steuervorteile und Rechentool

1 U, R und λ

Der **Wärmedurchgangskoeffizient U** einer Wand gibt an, wieviel Wärme im stationären Zustand (d.h. bei einer konstanten Temperatur) durch diese Wand hindurchgeht. Je niedriger dieser Wert ist, desto besser ist die Dämmleistung der Wand. Der U-Wert ist der Kehrwert des R-Werts, der den Wärmewiderstand repräsentiert.

Diese zwei Koeffizienten sind von den Materialien, aus denen die Wand zusammengesetzt ist, und insbesondere von ihrer Dicke und ihrer **Wärmeleitfähigkeit λ** abhängig. Der λ -Wert wird in W/m.K ausgedrückt und wird unter anderem auf den der CE-Kennzeichnung des Produkts hinzugefügten Etiketten angegeben.

Das **Infomerkblatt 69.2** enthält eine Anzahl von Tabellen, die für jeden Dämmstoff ein Spektrum von λ -Werten angeben, das vom Wert für das leis-

tungsfähigste Produkt auf dem Markt bis zum (ziemlich ungünstigen) in der Verordnung angegebenen Vorgabewert reicht. Denn die Anwendung des Vorgabewerts bei der Berechnung anstelle des auf dem Etikett angegebenen Werts hat einen beträchtlichen Einfluss auf die vorzusehende Dämmdicke.

2 Anforderungen und Prämien

2.1 Steuervorteil

Um einen Steuerabzug zu bekommen, muss der Mindestwert des Wärmewiderstandes der hinzugefügten Dämmschicht (oder -schichten) mindestens 4,5 m².K/W betragen für eine Endabrechnung im Jahr 2017 und mindestens 2,5 m².K/W für eine Endabrechnung im Jahr 2016.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Artikels gewähren die regionalen

öffentlichen Behörden einen Steuerabzug von 30 % auf den Rechnungsbetrag, mit einem Höchstbetrag von € 3.070. Die Arbeiten müssen von einem Bauunternehmer ausgeführt werden und das Gebäude muss mindestens fünf Jahr lang als Wohnung benutzt werden.

2.2 In Wallonien

Um eine Energieprämie für die Wärmedämmung des Dachs zu bekommen, muss der Mindestwert des Wärmewiderstandes der hinzugefügten Dämmschicht (oder -schichten) mindestens 4,5 m².K/W betragen ⁽¹⁾.

Der λ -Wert, der zur Berechnung des Wärmewiderstandes verwendet wird, muss entweder einer ATG- oder ATE-Zertifizierung oder einer CE-Kennzeichnung entnommen sein, oder aber in der PEB-Datenbank aufgenommen sein (www.epbd.be).

Übersicht über die verwendeten Größen zur Charakterisierung des Dämmvermögens eines Materials oder einer Wand

Größen	Betrachtetes Element	Auswirkung auf das betrachtete Element
Wärmeleitfähigkeit λ [W/m.K]	Das Material	Je niedriger dieser Wert ist, desto besser ist die Dämmleistung des Materials.
Wärmewiderstand R [m ² .K/W]	Die Wand	Je höher dieser Wert ist, desto besser ist die Dämmleistung der Wand.
Wärmedurchgangskoeffizient U [W/m ² .K]	Die Wand	Je niedriger dieser Wert ist, desto besser ist die Dämmleistung der Wand.

Ein einfaches und komplettes Tool

Auf Wunsch von zahlreichen Dachdeckern hat das WTB ein praktisches und benutzerfreundliches Tool entwickelt. Dieses basiert auf der Excel®-Software und liefert ein Blatt mit den U-Werten der verschiedenen, von dem Bauunternehmer ausgeführten Wänden. Dazu stützt sich das Tool auf die praktischen Informationen, über die es verfügt. Es berücksichtigt auch die Holzanteile und die Auswirkung von etwaigen mechanischen Befestigungen.

Das Tool kann heruntergeladen werden in der Rubrik ‚Outils de calcul‘, die Sie auf der Homepage der CSTC-Website finden.

Beispiel für die Eingabe von Daten einer Schrägdachkonfiguration

The screenshot shows the 'Rekenwaarden' (Calculation values) section of the tool. It includes a header with 'Nederlands', 'Hoofdmenu', 'Resultaat', and 'Huidige waarden verwijderen'. The main area is divided into three columns:

- Left column:** Project details.
 - Huidig project: Huis Leclercq
 - Type: Hellend dak
 - Naam: Hoofddeel dak
- Middle column:** A 3D diagram of a gabled roof with layers 1 through 6 labeled.
- Right column:** A list of layers:
 - Laag 1: Isolierend onderdak
 - Laag 2: Isolatie op kepers
 - Laag 3: Isolatie tussen kepers
 - Laag 4: Isolatie onder kepers
 - Laag 5: Lucht en damperscherm
 - Laag 6: Binnenafwerking

Below these columns is a table for inputting specific values:

Helling van het dak		
	60	*
Laag 1: Isolierend onderdak	No	Yes = Ja / ? = Onbekend / No = Nee
Laag 2: Isolatie op kepers	No	Yes = Ja / ? = Onbekend / No = Nee
Laag 3: Isolatie tussen kepers	Yes	Yes = Ja / ? = Onbekend / No = Nee

Die Basisprämie variiert je nachdem, ob die Arbeiten durch den Antragsteller selbst (2 €/m²) oder durch einen Bauunternehmer (5 €/m²) ausgeführt werden. Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Basisprämie in Abhängigkeit des Haushaltseinkommens erhöht werden kann und für moderate Einkommen bis zu 15 €/m² erreichen kann ⁽²⁾. Sie ist allerdings begrenzt, einerseits auf eine Fläche von 100 m² und andererseits auf 70 % des Gesamtbetrags der Rechnung.

2.3 In Brüssel

Um eine Energieprämie zu bekommen, muss der Mindestwert des Wärmewiderstandes der hinzugefügten Dämmschicht (oder -schichten) mindestens 4 m².K/W betragen.

Diese Prämie beträgt 15 bis 25 €/m², und

zwar je nach dem Gebäudetyp (kollektives Wohngebäude, Einfamilienhaus oder Tertiärgebäude) und der Einkommenskategorie ⁽³⁾. Außerdem wird ein Bonus von 10 €/m² gewährt, wenn man einen natürlichen Dämmstoff anwendet. Allerdings müssen die Arbeiten obligatorisch von einem Bauunternehmer ausgeführt werden, der in der Zentralen Datenbank der Unternehmen (ZDU) eingetragen ist.

Wir möchten noch darauf hinweisen, dass bestimmte Gemeinden eine Zusatzprämie gewähren ⁽⁴⁾.

2.4 In Flandern

Die Netzbetreiber bieten eine Dämmprämie für Gebäude an, deren Baugenehmigung zu einem Zeitpunkt vor dem Januar 2016 ausgestellt wurde. Diese Prämie beträgt 3 bis 8 €/m², je nach

dem Wärmewiderstandswert der hinzugeführten Dämmung und je nachdem, ob die Arbeiten von dem Antragsteller oder von einem Bauunternehmer ausgeführt werden. So muss der Wärmewiderstandswert mindestens 3,5 m².K/W betragen für eine Endabrechnung im Jahr 2015 oder 2016 und mindestens 4,5 m².K/W für eine Endabrechnung im Jahr 2017 oder 2018.

Die Gemeinden können ebenfalls Zusatzprämien gewähren.

Die Website www.premiezoeker.be stellt ein Tool zur Verfügung, das eine Übersicht über alle in Flandern erhältlichen Prämien gibt, und zwar in Abhängigkeit von der Art der Arbeiten, der Gemeinde und dem Antragsteller. |

C. Mees, Ir., Senior-Projektleiter, Abteilung Energie, WTB

⁽¹⁾ <http://energie.wallonie.be/fr/isolation-du-toit-a-partir-du-1er-avril-2015.html?IDD=8793&IDD=101480>

⁽²⁾ <http://energie.wallonie.be/fr/prime-energie-a-partir-du-1er-avril-2015.html?IDD=101468&IDD=8793>

⁽³⁾ http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/list_primes2016fr.pdf

⁽⁴⁾ <http://www.curbain.be/fr/primes-et-fiscalite/primes-subsventions/primes-et-aides-communales>

Es ist nicht immer einfach, die Ursache von Feuchtigkeitsproblemen bei Flachdächern zu ermitteln. Da man im Allgemeinen so vorgeht, dass man nacheinander die verschiedenen Möglichkeiten ausschließt, kann dieser Vorgang zudem einige Zeit beanspruchen.

Auffindung von Infiltrationen bei Flachdächern

Infiltrationen versus Kondensation

Wassereinsickerungen oder feuchte Flecken unter einem Flachdach können nicht nur die Folge von Infiltrationen, sondern auch von Kondensation sein. Folglich muss man einen Unterschied zwischen diesen Phänomenen machen. Dieser Unterschied liegt in den Klimabedingungen, unter denen die Probleme auftreten. So werden Kondensationsprobleme in einem Dachaufbau – im Gegensatz zu Infiltrationen – nicht durch Regen verursacht, sondern treten im Prinzip nur während der kälteren (innere Kondensation) und wärmeren Zeiten (Umkehrkondensation) des Jahres auf. Für weitere Informationen über die innere Kondensation und die Umkehrkondensation verweisen wir jeweils auf die Infomerkblätter 27 und 28. Im Folgenden beschränken wir uns auf die Erscheinung der Infiltrationen.

Wie lassen sich Infiltrationen auffinden?

Der Ursprung der Infiltrationen lässt sich nicht immer einfach feststellen. Denn die Stelle, an der das Wasser eindringt, kann manchmal weit von der Stelle entfernt sein, wo das etwaige Feuchtigkeitsproblem sichtbar wird. Außerdem kann das Vorhandensein einer Schutzschicht (Kies, Terrassenplatten, Gründach ...) oder von Anlagen auf dem Dach die Kontrolle der Dachabdichtung erschweren.

Man wird im Allgemeinen so vorgehen, dass man nacheinander die verschiedenen Möglichkeiten ausschließt, also schrittweise versucht, mögliche Infiltrationswege zu eliminieren. Da man hierbei stets die erforderliche Bewertungszeit vorsehen muss, kann dieses

Vorgehen einige Zeit dauern. Bei einer solchen Bewertung sind Sichtprüfungen und Feuchtigkeitsmessungen in der Innenverkleidung von großem Nutzen.

Um den Ermittlungen die richtige Richtung geben zu können, muss man in erster Linie die genauen Klimabedingungen kennen, bei denen die Wassereinsickerungen auftreten (sofort oder einige Zeit nach dem Regen, Intensität des Regens, Vorhandensein von Wind oder Schnee ...).

Anschließend muss man sich auf den Dachaufbau, die Dachneigung und die eventuellen Unterteilungen konzentrieren (Dämmungsverteilung in Dachzonen von 100 bis 200 m² durch Verbinden der Dampfsperre mit der Abdichtung), die in direktem Zusammenhang mit der Stelle der Feuchtigkeitsinfiltrationen stehen.

Infiltrationen sind nicht immer auf Mängel in der Dachabdichtung zurückzuführen, sondern können sich auch in Höhe

der Detaillierungen ereignen. Denn bei heftigem Wind kann das Wasser rund um die Abdichtung herum geblasen werden und diese umgehen. Dies erfolgt vor allem bei den Detaillierungen, die dem Schlagregen am meisten ausgesetzt sind (z.B. bei Fassaden mit südwestlicher Orientierung). Die Detaillierungen können visuell kontrolliert und anhand der Prinzipien, die in der TI 244 dargelegt sind, geprüft werden. Falls erforderlich, muss man dafür eine Sondierung ausführen (zerstörende Prüfung). Durch Besprengen der Detaillierungen mithilfe eines Gartenschlauches kann man versuchen, die Klimabedingungen zu imitieren und überprüfen, ob das Leckwasser innen sichtbar wird. Die Detaillierungen können auch vorübergehend vor dem Schlagregen geschützt werden (z.B. mit einer PE-Folie, siehe Abbildung 1).

Fehler in der eigentlichen Wasserabdichtung werden auch bei Regenwetter ohne Wind und bei Schneefall Infiltrationen verursachen. Dadurch, dass man die



1 | Der vorübergehende Schutz eines Teils der Attika vor Schlagregen



2 | Die Verteilung der Feuchtigkeit im Dachaufbau erschwert es, den Ursprung der Infiltrationen zu ermitteln.

Der Ursprung der Infiltrationen lässt sich nicht immer einfach feststellen.

Dachabdichtung nass macht und danach trocknen lässt, kann man prüfen, ob es Stellen gibt, die länger feucht bleiben. Dies kann auf einen lokal vorhandenen Fehler hinweisen.

In bestimmten Fällen kann man die **Dachabdichtung** dadurch kontrollieren, dass man das Dach – nach dem Abdichten der Wasserabflüsse – unter Wasser setzt, ggf. unter Zugabe von Farbstoffen oder Ammoniak (siehe auch Anhang 4 der [TI 229](#)). Bei wärmegeämmten Dächern mit einer ordnungsgemäß angebrachten Dampfsperre (wasserdichte Schicht) werden die etwaigen Lecks jedoch nicht immer in den Räumen unter dem Dach in Erscheinung treten, sondern zu einer zusätzlichen Befeuchtung der Wärmedämmung führen. Das bedeutet, dass man, wenn bei dieser Versuchsdurchführung keine Feuchtigkeitseinsickerungen festgestellt werden, nicht einfach daraus schließen kann, dass die Abdichtung mängelfrei ist.

Diese Arbeitsmethode ergibt demzufolge nur Sinn bei nicht wärmegeämmten Dächern oder Umkehrdächern.

Es existieren auch andere Techniken zur Auffindung von Lecks, wie z.B. das Einblasen von **Rauch oder Gas** und das **induktive Impulsstromverfahren** (das ist eine Technik, die die elektrische Leitfähigkeit von Wasser zur Lokalisierung von feuchten Zonen nutzt) ⁽¹⁾. Wir möchten jedoch darauf hinweisen, dass diese Techniken nicht immer einfach zu interpretieren sind und ihre Grenzen aufweisen. So hat das Einblasen von Rauch oder Gas unter die Membran wenig Sinn bei vollflächig geklebten Dachabdichtungen.

Anhand einer **thermografischen Prüfung** kann man, bei einer korrekten Interpretation der zahlreichen Einflussparameter, die Zonen mit einer trockenen Dachdämmung von denen mit einer feuchten Dämmung unterscheiden. Eine solche

Prüfung gestattet dennoch nicht, den Ursprung der Infiltrationen zu ermitteln.

Schließlich verdienen auch die neuesten Techniken, bei denen präventiv ein **Lecksuchsystem** in den Dachaufbau integriert wird, eine Erwähnung. Denn diese haben noch interessante Innovationsmöglichkeiten zu bieten.

Was ist mit der eingeschlossenen Feuchtigkeit?

Infiltrationen verursachen das Vorhandensein von Feuchtigkeit im Dachaufbau. Wenn im Dämmstoff eine bedeutende Menge an Feuchtigkeit vorhanden ist, kann dies einen negativen Einfluss auf den Wert der Wärmedämmung und möglicherweise auch auf die Dauerhaftigkeit des Materials haben, vor allem wenn feuchtigkeitsempfindliche Materialien, wie z.B. Holz, zwischen der Abdichtung und der Dampfsperre eingeschlossen sind. Es gibt jedoch keine Regeln zur Bestimmung, wann diese Menge an eingeschlossener Feuchtigkeit zu hoch ist.

Eine mit Feuchtigkeit gesättigte oder beschädigte Dämmung muss stets ersetzt werden. Bei geringen Feuchtigkeitsmengen ⁽²⁾ bleibt der Einfluss auf den Wert der Wärmedämmung gewöhnlich begrenzt. Die Auswirkung von dazwischen befindlichen, häufig lokalen Befeuchtungen korrekt zu bestimmen, fällt dagegen schwerer.

Wenn der Dämmstoff trocknen kann, erlangt er im Allgemeinen sein Dämmvermögen wieder. Es ist allerdings sehr schwierig einzuschätzen, wie lange dieser Trocknungsvorgang dauern wird. Denn dieser ist von zahlreichen Faktoren und Annahmen, wie z.B. den Klimabedingungen, der Sonneneinstrahlung, der Menge an eingeschlossener Feuchtigkeit und ihrer Verteilung über den Dachaufbau abhängig (siehe Abbildung 2). ■

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

⁽¹⁾ Für eine nicht vollständige Liste von Firmen, die solche Prüfungen ausführen, verweisen wir auf die Bauproduktendatenbank TechCom auf der CSTC-Website.

⁽²⁾ Die Tabelle A3 aus dem Anhang 3 der [TI 215](#), die die Bewertungskriterien für die innere Kondensation betrifft, legt die maximale Menge an Kondenswasser für einen Dämmstoff in einem Flachdach auf 200 g/m² fest, wobei diese gleichmäßig über die gesamte Dachoberfläche verteilt ist.

In der letzten Zeit wird die Abteilung Technische Gutachten des WTB regelmäßig im Zusammenhang mit Schadenfällen kontaktiert, die an Mehrschichtsperrholzplatten bei Dachanwendungen festgestellt werden (z.B. Ablösung der Dachränder eines Flachdachs, Schimmelentwicklung an der Unterseite eines Vordachs, Schädigung der Auflagefläche einer Kastendachrinne ...). Solche Schadenfälle sind häufig auf eine falsche Materialwahl oder eine Abweichung der Leistungen des gelieferten Plattenmaterials von jenen zurückzuführen, die von dem Hersteller oder Distributor für die zu erwartende Feuchtigkeitsbelastung deklariert wurden.

Schädigung von Mehrschichtsperrholz bei Dachanwendungen

Die **Verklebungsklasse** des verwendeten Mehrschichtsperrholzes wird in erster Linie durch die zu erwartende Feuchtigkeitsbelastung bestimmt, also durch die Klimaklasse (siehe [Les Dossiers du CSTC 2015/2.20](#)). Die verschiedenen Klimaklassen werden in der Norm NBN EN 1995-1-1 beschrieben.

Obwohl man in den oben erwähnten CSTC-Dossiers von der Annahme ausgeht, dass eine Dachunterkonstruktion eines warmen Flachdachs zur Klimaklasse 1 (trockene Innenanwendungen) gehört, kann man nie garantieren, dass die Platten während der Ausführung tatsächlich trocken bleiben werden. Folglich ist es für diesen Typ von Anwendungen vorzuziehen, Platten der Klimaklasse 2 einzusetzen.

Angesichts dessen, dass eine sporadische Befeuchtung nicht ausgeschlossen werden kann, muss auch das Plattenmaterial, das als Hohlraumabdeckung fungiert, mindestens zur Klimaklasse 2 gehören (siehe [TI 244](#)).

Neben der Verklebungsqualität hat auch die **Holzart** des Furniers, aus dem das Mehrschichtsperrholz zusammengesetzt ist, eine bedeutende Auswirkung auf die Festigkeit der Platte.

Verklebungsfestigkeit des Mehrschichtsperrholzes

Die Ablösung der Furnierlagen einer Mehrschichtsperrholzplatte kann einer Vielzahl von Faktoren zugeschrieben werden. Die wichtigsten davon sind:

- eine nicht an die erwartete Exposition angepasste Klebstoffwahl

- die Temperatur und die Press- und Wartezeiten bei der Herstellung der Platte
- das Vorhandensein von Dickenunterschieden innerhalb einer Furnierlage
- die verwendete Klebstoffmenge
- der Feuchtigkeitsgehalt des Furniers bei der Herstellung
- die Qualität des verwendeten Klebstoffs.

Die derzeitige Norm NBN EN 636 unterscheidet drei Verklebungsqualitätsklassen. Mithilfe einer Prüfung nach der Norm NBN EN 314-1 können Mehrschichtsperrholzplatten in Abhängigkeit ihrer Feuchtigkeitsbeständigkeit eingeteilt werden (siehe Tabelle).

In Belgien wird freilich auch noch oft die Einteilung aus den früheren STS 04.6 genutzt, die auf einer älteren britischen Norm basiert waren. Diese STS definieren die folgenden vier Verklebungsqualitäten (in absteigender Reihenfolge):

- Typ WBP (*Weather and Boil Proof*)
- Typ CBR (*Cyclic Boil Resistant*)
- Typ MR (*Moisture Resistant and moderately weather resistant*)
- Typ INT (*Interior*).

Da diese Klassifizierung in der Praxis noch häufig angewendet wird, wird diese auch in die Tabelle aufgenommen. Wir möchten jedoch darauf hinweisen, dass es streng genommen keine Übereinstimmung zwischen der früheren Einteilung und der der derzeitigen EN-Norm gibt.

Dauerhaftigkeit des Deck- und Blindfurniers

Um einem biologischen Angriff des Mehrschichtsperrholzes entgegenzuwirken,

ist es entscheidend, dass das Holz über eine ausreichende Beständigkeit gegen holzfressende Pilze, Insekten und Blaufärbung verfügt. Diese Beständigkeit wird einerseits durch die natürliche Dauerhaftigkeit der Holzart und andererseits durch die eventuell angewendete Schutzbehandlung festgelegt.

Dabei ist es wichtig hervorzuheben, dass die Schutzbehandlung des Holzelements nicht verwechselt werden darf mit dessen Endbehandlung (z.B. Beize, Lasur ...), da beide Behandlungen einem unterschiedlichen Zweck dienen (siehe [TI 243](#)).

Die Notwendigkeit, ein Holzelement durch eine Behandlung zu schützen, ist hauptsächlich von der Gebrauchsklasse und der natürlichen Dauerhaftigkeit des verwendeten Holzes abhängig (siehe § 6 der [TI 243](#)). Auch für Platten, die aus Holzarten mit einer hohen natürlichen Dauerhaftigkeit aufgebaut sind, aber den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, empfiehlt es sich, eine Oberflächenbehandlung anzubringen.

Für den Einsatz als Dachrand-Hohlraumabdeckung (Gebrauchsklasse 2, siehe [TI 243](#)) muss man zurückgreifen auf Mehrschichtsperrholzplatten aus Holzarten mit einer natürlichen Dauerhaftigkeitsklasse I, II und III ohne präventiven Holzschutz. Für Holzarten der Dauerhaftigkeitsklassen IV und V wird eine Schutzbehandlung empfohlen. In der Praxis wird eine solche Behandlung für Mehrschichtsperrholz jedoch fast nie angewendet. Sicherheitshalber müsste der Einsatz von Mehrschichtsperrholz mit einer Dauerhaftigkeitsklasse IV oder V folglich einer Gebrauchsklasse 1 vorbehalten bleiben.



Ferner muss man sich sehr wohl darüber bewusst sein, dass das Auftreten von Schimmelpilzen auf einer nicht behandelten Holzoberfläche nie ganz ausgeschlossen werden kann, und zwar ungeachtet von der Dauerhaftigkeitsklasse des Deckfurniers. Zur Vermeidung solcher Schimmelpilze ist eine gezielte Oberflächenbehandlung mit Fungiziden anzuwenden. Denn eine hohe natürliche Dauerhaftigkeit oder die eventuelle Anwendung einer Schutzbehandlung bietet keine Garantie für

das Ausbleiben von Schimmelpilzen auf der Oberfläche.

Schlussfolgerung

Um die Aufrechterhaltung der Leistungen des Mehrschichtsperrholzes über seine vorgesehene Lebensdauer zu garantieren und so jeden frühzeitigen Angriff zu vermeiden, muss man eine ausreichend dauerhafte Holzart wählen. Ferner muss die Verklebungs-kategorie angepasst

sein an die zu erwartende Feuchtigkeitsbelastung (Gebrauchskategorie). Für den Witterungseinflüssen ausgesetzte Anwendungen wird auch empfohlen, eine Oberflächenbehandlung vorzunehmen. **I**

*F. Caluwaerts, Ing., Senior-Hauptberater,
Abteilung Technische Gutachten, WTB*

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

*S. Charron, Ir., Leiter des Laboratoriums Holz
und Coatings, WTB*

Einteilung von Mehrschichtsperrholzplatten in Abhängigkeit ihrer Feuchtigkeitsbeständigkeit

Klima- klasse (NBN EN 1995-1-1)	Klima- bedingungen	Minimal erforderliche Verkle- bungsqu- alität	Gebrauchs- klasse gegen bio- logischen Angriff	Erforderliche Dauer- haftigkeit des ange- wendeten Holzes	Anwendungs- beispiele	Beispiele für eine geeignete Art von Mehrschicht- sperrholz
1	Feuchtigkeits- gehalt der Materialien, übereinstim- mend mit einer Temperatur von 20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit, die jährlich nur während einiger Wochen höher ist als 65 %	Klasse 1 nach NBN EN 314-1 oder INT (24-IS gemäß den STS 04.6)	Klasse 1 nach NBN EN 335	Dauerhaftigkeitsklas- sen I bis V, ohne Schutzbehandlung	Innenverkleidung (Decke)	- Okoumé-Mehrschichtsperrholz, sogar mit einer WBP-Verklebung oder einer Verklebungs-kategorie 3 - Sapelli-Mehrschichtsperrholz einer Verklebungs-kategorie 1
2	Feuchtigkeits- gehalt der Materialien, übereinstim- mend mit einer Temperatur von 20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit, die jährlich nur während einiger Wochen höher ist als 85 %	Klasse 2 nach NBN EN 314-1 oder CBR oder MR (jeweils 2 x 4-100 oder 03-67 gemäß den STS 04.6)	Klassen 1 und 2 nach NBN EN 335	- Dauerhaftigkeits- klassen I bis III, ohne Schutzbe- handlung - Dauerhaftigkeits- klassen IV und V, Schutzbehand- lung C1 empfohlen	- Dachunterkon- struktion für ein warmes Flachdach, ein Vordach oder eine Kasten- dachrinne - Mit einer Abdichtung versehene Dachrand- Hohlraum- abdeckung - Verkleidung der Dach- vorsprünge	Lauan-Mehr- schichtsperrholz einer Verkle- bungskategorie 2, sofern die Dichte des angewende- ten Holzes mind. 670 kg/m ³ bei 12-17 % beträgt
3	Klimabedin- gungen, die zu höheren Feuch- tigkeitsgehalten als Klasse 2 führen	Klasse 3 nach NBN EN 314-1 oder WBP (72-100 gemäß den STS 4.6)	Klas- sen 2, 3, (4 und 5) nach NBN EN 335	- Dauerhaftigkeits- klassen I und II, ohne Schutzbe- handlung - Dauerhaftigkeits- klasse III, Schutz- behandlung C1 empfohlen - Dauerhaftigkeits- klassen IV und V, Schutzbehand- lung C1 erforderlich	- Fassaden- verkleidung, Ortgang - Ungeschützte Dachunterkon- struktion eines Vordachs	Mahagoni-Mehr- schichtsperrholz, mit einer WBP- Verklebung oder einer Verkle- bungskategorie 3

Die Norm NBN B 03-004 ‚Garde-corps de bâtiments‘, die 2010 zum Ersatz der STS 54 über Geländer veröffentlicht wurde, erhielt seit ihrer Veröffentlichung zahlreiche Kommentare vonseiten der Baufachleute. Dies war dem Umstand zuzuschreiben, dass diese Norm einige Unklarheiten und Lücken aufwies, die deren Anwendung manchmal erschwerten. Eine Überarbeitung der Norm erwies sich daher als erforderlich. Diese ist inzwischen fertiggestellt und die Veröffentlichung der neuen NBN B 03-004 wird im Laufe des ersten Vierteljahres von 2017 erwartet. Der vorliegende Artikel bespricht einige wichtige Änderungen, die bei der Überarbeitung der Norm vorgenommen wurden und veranschaulicht deren Anwendung bei Außenschreinerarbeiten.

Überarbeitung der Norm über Geländer

1 Neuheiten

Die in der Norm durchgeführten Änderungen betreffen unter anderem die Geometrie, die Dimensionierung durch Berechnung und durch Prüfungen, die Ausführung und den Spezialfall von Glasgeländern.

1.1 Abstand der nicht vertikalen Elemente

Um zu verhindern, dass jemand das Geländer über die nicht vertikalen Elemente (Holme ...) erklimmen könnte, die sich auf einer Höhe zwischen 110 und

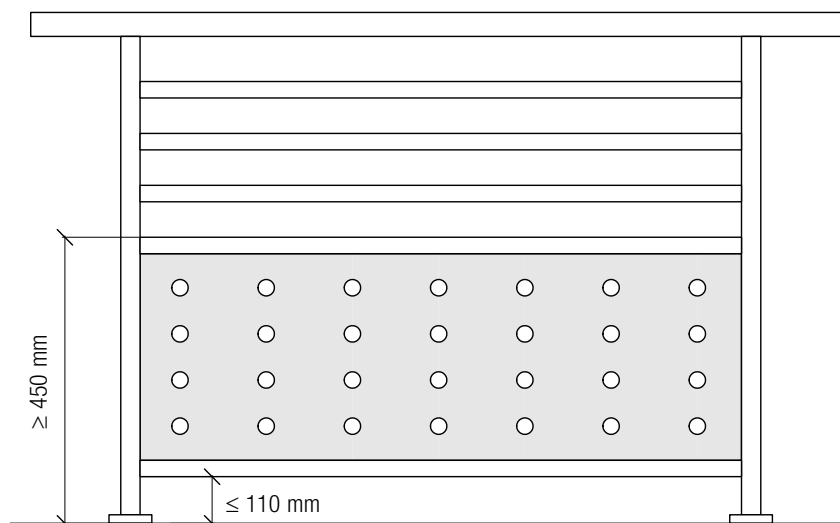
450 mm befinden, muss der Abstand zwischen diesen Elementen (die in der Fassung von 2010 nicht angegeben wurde) kleiner sein als 20 mm. Dieser Abstand kann mithilfe einer kubischen Vorrichtung kontrolliert werden, die eine Seitenlänge von 20 mm aufweist.

1.2 Zu berücksichtigende Belastungen und Verformungen bei der Dimensionierung der Geländer

Die Belastungen und Belastungskombinationen, die zur Bestimmung der

Sicherheit und der Einsatztauglichkeit eines Geländers verwendet werden müssen, wurden so angepasst, dass sie besser mit der Realität übereinstimmen. Folglich wurden bestimmte Belastungen gestrichen, geändert oder hinzugefügt, um dem Planer bei der Dimensionierung zu helfen. Es handelt sich dabei beispielsweise um:

- **den Wegfall der verteilten vertikalen Belastung, die auf dem Handlauf angreift.** Denn man muss nur die vertikale Punktlast berücksichtigen, also die Belastung, die entsteht wenn sich eine Person auf ein horizontales Element des Geländers stellt oder setzt. Diese Belastung muss jedoch nicht bei vollständig aus Glas bestehenden Geländern berücksichtigt werden, es sei denn, dass diese mit einem auf dem Glas befestigten dezentrierten Holm versehen sind
- **die Verringerung der horizontalen Punktlast,** die auf einer Höhe von 1.000 mm oder auf dem Handlauf angreift. Diese wurde für Wohngebäude von 1 kN auf 0,5 kN reduziert
- **die Hinzufügung von Windexpositions-klassen.** Diese wurden vorgeschlagen, um dem Planer bei der Bestimmung eines Windlastniveaus zu helfen. Diese Belastungen werden nur mit der linearen horizontalen Belastung kombiniert, die ihrerseits nicht länger am Handlauf wirkt, sondern auf einer Höhe von 1.000 mm.



1 | Der Bereich zwischen 110 und 450 mm muss strengen Sicherheitsanforderungen entsprechen.

In den meisten Fällen wurden die Berechnungs- und Prüfkriterien gemildert. Bei Geländern mit Pfosten muss bei-

Der Abstand zwischen den nicht vertikalen, auf einer Höhe zwischen 110 und 450 mm befindlichen Elementen muss kleiner sein als 20 mm.

spielsweise die maximale Verformung des Pfostens unter einer Belastung im Gebrauchsgrenzzustand – gemessen während einer Prüfung auf 1.000 mm Höhe – kleiner sein als 25 mm (anstelle von 20 mm in Höhe des Handlaufs, wie in der vorherigen Fassung der Norm). Die maximale Verformung von Glasgeländern muss wiederum auf 25 mm begrenzt bleiben.

1.3 Glasgeländer

Bei Verbundglas, bei dem alle Komponenten thermisch vorgespannt sind, besteht keine Pflicht mehr, einen Holm vorzusehen, der die Glasränder gegen

Stöße schützt und beim Bruch aller Glasscheiben die Verglasung in ihrer Position hält. In dem Fall muss man jedoch nachweisen, dass das Geländer nach dem Bruch aller Glasscheiben nicht einstürzen wird, und zwar unter einer horizontalen Belastung von 100 N (ausgeübt 10 Sekunden lang in der Mitte des Geländers und auf 1 Meter Höhe).

2 Anwendung eines Geländers bei einer Außenschreinerarbeit

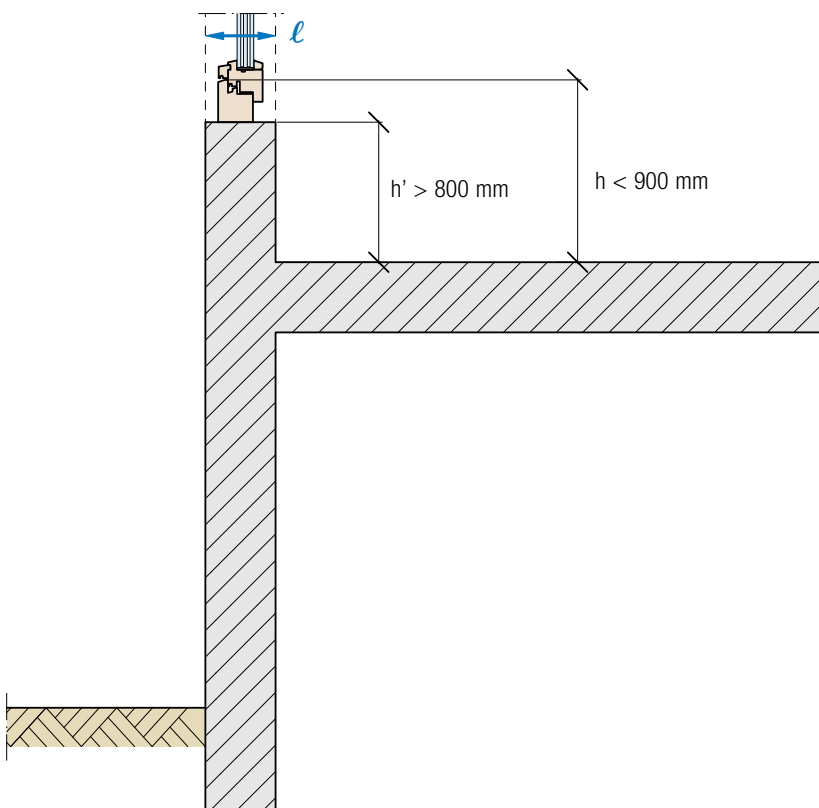
Um zu vermeiden, dass Personen in die Tiefe stürzen könnten, muss auch die Außenschreinerarbeit auf den jeweiligen

Stockwerken in einigen Fällen mit einem Geländer versehen werden, und zwar sowohl bei feststehender als auch zu öffnender Schreinerarbeit.

In der belgischen Norm NBN B 25-002-1 ‚Menuiserie extérieure‘ werden die Anforderungen zur Verhütung von körperlichen Schäden beschrieben. Darin wird festgelegt, welcher Stoßfestigkeitsklasse die Schreinerarbeit in Abhängigkeit der Situation zu genügen hat. Die Schutzhöhe H beträgt im Allgemeinen zwischen 900 und 1.200 mm (außer wenn das Sonderlastenheft eine größere Höhe auferlegt). Diese Schutzhöhe kann gemäß der Norm auf 800 mm verringert werden, unter der Voraussetzung, dass $h + 0,5 \times \ell$ mindestens gleich 1.000 mm ist (wobei ‚ h ‘ für den Abstand zwischen dem fertiggestellten Boden und dem höchsten Niveau des festen Rahmens und ‚ ℓ ‘ für die Dicke der Fassade steht, die auf einer Höhe h' gemessen wird, die sich zwischen 800 mm und h befindet, siehe Abbildung 2). Hinsichtlich der Verglasung gelten die Vorschriften der Norm NBN S 23-002.

Wenn die Schreinerarbeit unten aus einem festen Fenster besteht, muss dieses Element mindestens 900 mm hoch sein. Ferner muss die Verglasung in dem unteren Element vom Typ 1B1 (Verbundglas) sein.

Wenn das Geländer nicht den oben erwähnten Mindesthöhen entspricht, ist gemäß der Norm NBN B 25-002-1 ein zusätzliches Geländer vorzusehen, das die Anforderungen der Norm NBN B 03-004 erfüllt. Für dünne Geländer muss die Schutzhöhe dann 1.100 mm betragen (oder 1.200 mm, wenn die Fallhöhe mindestens 12 m beträgt).



2 | Wenn $h + 0,5 \times \ell$ mindestens gleich 1.000 mm ist, kann die Schutzhöhe auf 800 mm verringert werden.

V. Detremmerie, Ir., Leiter des Laboratoriums
Dach- und Fassadenelemente, WTB
J. Wijnants, Ing., Leiter der Abteilung
Technische Gutachten, WTB

Die TI 244 künftig ausschließlich in der HTML-Fassung

Um Sie über die Entwicklungen im Bereich der **Anschlussdetails bei Flachdächern** auf dem Laufenden halten zu können, hat das TK Abdichtungen beschlossen, nur noch die HTML-Fassung der TI 244 zur Verfügung zu stellen. Die Papier-Fassung wird nicht länger vertrieben und das PDF-Dokument wurde von der CSTC-Website entfernt.

Die HTML-Fassung, auch **e-TI** genannt, bietet zahlreiche Vorteile:

- einfaches Einsehen auf PC, Tablet und Smartphone
- Möglichkeit, mit einem Klick schnell interessante Kapitel, zusätzliche Details und andere WTB-Veröffentlichungen einzusehen
- schneller Zugang zu ergänzenden Informationen über spezifische Abdichtungstypen, wie bituminöse, synthetische und flüssige Abdichtungen
- Möglichkeit, sich die Historie der Anpassungen anzusehen.

Die e-TI 244 wird mit anderen Worten stets die neuesten Informationen über die Anschlussdetails für Flachdächer enthalten.

Normen-Außenstellen: Normierung und Bestimmungen

Es existieren zwölf Normen-Außenstellen auf der CSTC-Website. Sie behandeln verschiedene Gebiete des Bausektors und wurden entworfen, um Sie in die vertrackte Materie der Normierung und Bestimmungen einzuführen. Besuchen Sie die Website **www.normes.be** und entdecken Sie, wie diese Normen-Außenstellen die Ausübung Ihres Gewerbes erleichtern können. Außerdem wurden die verfügbaren Informationen kürzlich aktualisiert, um Sie noch besser informieren zu können.





Weitere Infos

TIs 196 und 200

Muss man den Wasserablauf von Balkonen und Loggien an der Abwasser- oder an der Regenwasserabflussanlage anschließen?

Es wird je nach Typ des Außenraums ein Unterschied gemacht.

Der Ablauf einer überdachten Loggia wird immer am Abwasserabflusssystem angeschlossen. Auch für überdachte Balkone wird dies empfohlen, wenn mindestens 50 % ihrer Fläche gegen Niederschlag geschützt sind.

Der Ablauf eines nicht überdachten Balkons wird dagegen am Regenwasserabflusssystem angeschlossen, stromabwärts von der Zisterne (der Planer kann jedoch einen Anschluss am Abwasserabflusssystem fordern, und zwar in Anbetracht der Art der Aktivitäten, die in dem Außenraum stattfinden).

Darf man in einem technischen Schacht neben konzentrischen Rauchgaskanälen für geschlossene Kessel vom Typ C3* oder C4* auch andere Leitungen (Gasversorgung, Wasserzuleitung und -abfluss, Elektrokabel ...) verlegen?

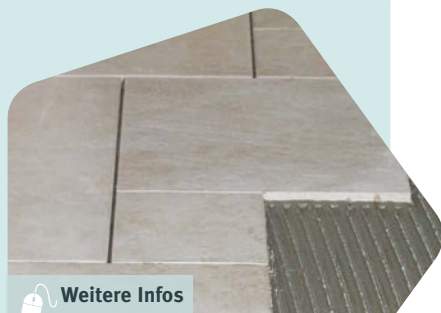
Nein. Zwischen den Rauchgaskanälen (aus Metall oder Kunststoff; ggf. konzentrisch) und den anderen Leitungen muss immer eine Trennung vom Typ EI 30 vorhanden sein. Der Technischsacht selbst muss vom Typ EI 60 (für niedrige und mittelhohe Gebäude) oder EI 120 (für hohe Gebäuden) sein.

Bei der Durchführung von Rauchkanälen durch feuerbeständige Wänden hindurch müssen noch zusätzliche Bestimmungen eingehalten werden (siehe § 7.3 der TI 254).



Weitere Infos

NBN B 61-002:2006/AC: 2016
TI 254 (§ 7.3)



Weitere Infos

Infomerkblatt 19, TI 237 (§ 7.1.3),
Les Dossiers du CSTC 2012/4.11

Darf man von einem keramischen Bodenbelag eine perfekte Ebenheit verlangen?

Nein. Denn man muss in diesem Zusammenhang sowohl die Toleranzen hinsichtlich der Verlegung (was Handarbeit ist und bleibt) als auch die Toleranzen hinsichtlich der Ebenheit der eigentlichen Fliesen berücksichtigen. Wir möchten außerdem darauf hinweisen, dass die Ebenheitstoleranzen für die Fliesen gemäß der europäischen Norm NBN EN 14411 relativ groß sind (erst recht im Falle von großformatigen Fliesen). Es ist daher besonders ratsam, sich für die Verwendung von Fliesen mit strengeren Toleranzen als jenen zu entscheiden, die in dieser Norm angegeben sind.

Dieser Artikel geht näher auf die sehr feinen, häufig kaum mit dem bloßen Auge wahrnehmbaren Risse ein, die im Bereich der Mörtelfugen auftreten und auf die unvermeidliche Schwindung des Mörtels zurückzuführen sind. Diese Risse haben hauptsächlich eine Auswirkung auf das letztendliche Aussehen des Plattenbelags. Obwohl diese Schwindung bei Zusammensetzungen auf Zementbasis unvermeidlich ist, lassen sich bestimmte Empfehlungen aussprechen, um das Ausmaß des Phänomens zu begrenzen.

Mikrorissbildung durch Schwindung in Fugenmörteln

1 Eigenschaften der Schwindungsrisse

Der Ausdruck ‚Mikroriss‘ bezeichnet einen sehr feinen Riss, der kaum mit dem bloßen Auge wahrnehmbar ist, aber bei Vorhandensein von Restfeuchtigkeit stärker auffallen kann. Die Mikrorisse treten senkrecht zur Fugenrichtung auf und sind einige Zentimeter voneinander entfernt (siehe Abbildung 1 und 2).

Sie dürfen nicht mit den Rissen verwechselt werden, die durch mechanische Beanspruchungen, wie z.B. Bewegungen des Untergrunds oder hygrothermischen Ausdehnungen, hervorgerufen werden. Denn dabei handelt es sich um häufig auftretende Erscheinungen, die vielfach zu deutlich sichtbaren und breiten Rissen führen und sich über verschiedene Elemente erstrecken (siehe Abbildung 3) (*).

2 Die Schwindungserscheinung

Die Fugenprodukte – sowohl die gebrauchsfertigen als auch die vor Ort dosierten Mörtel (traditionelle Verlegung) – bestehen im Allgemeinen aus Zement, Sand und Wasser und dienen dazu, die offenen Räume zwischen den Platten abzudichten.

Jedes Produkt auf Zementbasis ist in gewissem Maße der Schwindung unterworfen, die ab dem Anmachen des Produkts beginnt und sich während einiger Monate oder gar Jahre nach dessen Verarbeitung fortsetzt. Hierbei sind zwei wichtige Phasen zu unterscheiden:

- die **plastische Schwindung**, die während der ersten Stunden nach der Ausführung auftritt und durch die Verdampfung eines Teils des Anmachwassers verursacht wird
- die **hydraulische Schwindung**, die später in Erscheinung tritt und durch

die Verdampfung des Wasseranteils bedingt ist, der nicht für die Hydratation des Zements genutzt wurde.

Angesichts ihrer geringen Dicke und ihrer besonderen Empfindlichkeit in Bezug auf eine schnelle Trocknung, vor allem unter sommerlichen Bedingungen (wegen des Vorhandenseins von Sonne und Wind), können die Fugenmörtel eine beachtliche plastische Schwindung erfahren.

Wenn wir, exemplarisch, einen aus Standardplatten der Seitenlänge 40 mm bestehenden Belag betrachten, können wir – unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die freie Schwindung des Fugenmörtels höchstens 2 mm/m beträgt (von der Norm NBN EN 13888 geforderter Wert für Mörtel auf Zementbasis) – davon ausgehen, dass die Gesamtschwindung der Fuge bei einer freien Verformung in der Größenordnung von 0,8 mm (0,4 m x 2 mm/m) liegt.



1 und 2 | Schwindungsrisse in der Fuge eines Plattenbelags und eines Mauerwerks



3 | Risse durch hygrothermische Ausdehnungen und/oder Bewegungen des Untergrunds

(*) Auf die durch mechanische Beanspruchungen bedingten Risse wurde bereits in verschiedenen WTB-Veröffentlichungen eingegangen (wie z.B. in *Les Dossiers du CSTC 2013/2.10*).



Übliche Zusammensetzungen für Fugen in Abhängigkeit ihrer Breite

Breite [mm]	Zusammensetzung	Anwendung
$l < 1,5$	Reiner Zementmörtel	Innen
$1,5 \leq l < 2$	3 Teile Zement auf 1 Teil feinen Sand (z.B. 0-1 mm)	Vorwiegend innen
$2 \leq l < 5$	1 Teil Zement auf 1 Teil feinen Sand (z.B. 0-1 mm)	
$5 \leq l < 7$	1 Teil Zement auf 2 Teile mittelgroben Sand (z.B. 0-2 mm)	Vorwiegend außen
$7 \leq l < 12$	1 Teil Zement auf 3 Teile mittelgroben Sand (z.B. 0-2 mm)	

Unter der Annahme, dass der mittlere Abstand zwischen diesen Mikrorissen, sofern die Spannungen gleichmäßig verteilt sind, im Bereich zwischen 2 und 5 cm liegt, können wir daraus schließen, dass die mittlere Breite dieser Risse im Bereich von 0,04 bis 0,1 mm variiert.

3 Faktoren zur Schwindungsbeeinflussung

3.1 Die Fugenart

Die Wahl und die Breite der Fugen sind vor allem von den Dimensionstoleranzen der Platten bzw. Fliesen und deren Verarbeitung abhängig. Dies ist daher auch der Grund, warum die nominale Fugenbreite nie kleiner als das Zweifache der Dimensionstoleranz der Platten bzw. Fliesen sein darf. Ferner sind schmale Fugen bei Außenanwendungen zu vermeiden. Diese sollten nicht kleiner als 5 mm sein.

3.2 Die Zusammensetzung

Die Zusammensetzung der Ausführungsfugen für vor Ort dosierte Mörtel hängt von deren Breite ab und muss im Allgemeinen mit der obenstehenden Tabelle übereinstimmen.

Wir möchten auch darauf hinweisen, dass die Produktnorm NBN EN 13888 die Eigenschaften und Leistungen der werkseitig hergestellten Fugenprodukte auf Zementbasis (CG1) oder auf Harzbasis (RG) festlegt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2008/3.7](#)).

3.3 Die Ausführung

Die Ausführung ist ebenfalls von der Mörtelzusammensetzung und somit von der gewählten Fugenbreite abhängig. In dem Maße, wie die Fugen schmaler sind, wird das Verfugen schwieriger werden. In dem Fall wird der Zementmörtel besonders flüssig sein müssen, damit er sich abstreichen lässt.

Es ist vorzugsweise weißer Sand oder Rheinsand zu verwenden. Es ist auch empfehlenswert, einen Hilfsstoff zur Begrenzung des Wassergehaltes hinzuzufügen, der gleichzeitig die Verarbeitbarkeit der Mischung nicht beeinträchtigt. Denn der Wasseranteil, der während der plastischen Phase verdampfen kann, hängt größtenteils vom Wassergehalt der frischen Mischung ab. Eine sehr flüssige Gussfugenmischung wird demzufolge schwindungsempfindlicher sein als eine so gut wie trockene Mischung, die zwischen die Platten mit einer Brüste oder Putzkelle eingebracht und dann verdichtet wird. Für die kleinen Oberflächen wird das Verfugen mit der Putzkelle vorgezogen.

4 Schlussfolgerung und Empfehlungen

Obwohl die Schwindung bei Zusammensetzungen auf Zementbasis beinahe unvermeidlich ist, lassen sich bestimmte Empfehlungen aussprechen, um das Ausmaß des Phänomens zu begrenzen:

- Das Sand-Zementverhältnis muss in Abhängigkeit der Fugenbreite (siehe

Tabelle) angepasst werden, die ihrerseits mit der Dimensionstoleranz der Fliesen bzw. Platten übereinstimmen muss

- Wenn es sich um eine vom Bauunternehmer angemachte Mischung handelt, muss die Anmachwassermenge durch die Zugabe von (Super-)Plastifizierern begrenzt werden
- Im Falle einer gebrauchsfertigen Mischung müssen die im technischen Merkblatt des Herstellers angegebenen Richtlinien und Anforderungen eingehalten werden
- Die Verwendung von sehr flüssigen Gussfugenmischungen ist zu vermeiden, außer wenn es sich um sehr schmale Fugen und/oder um Produkte handelt, für die der Hersteller eine Schwindung von höchstens 2 mm/m garantiert (siehe technisches Merkblatt)
- Eine zu schnelle Trocknung, vor allem unter schlechten hygrothermischen Bedingungen (bei windigem und warmem Wetter für Terrassen oder hinter einem verglasten Element), muss vermieden werden, indem die Fugen während der ersten Stunden nach der Ausführung in regelmäßigen Abständen befeuchtet werden oder indem über der verfugten Fläche eine Schutzabdeckung angebracht wird. Letzteres wird jedoch bei fleckenempfindlichen Steinen nicht empfohlen. Außerdem kann diese Abdeckung zu weißen Kalkausblühungen führen, die besonders auf dunkelfarbigem Fugen in ästhetischer Hinsicht unschön sind.

Schließlich möchten wir daran erinnern, dass eine regelmäßige und geeignete Reinigung und Pflege einer Terrasse (keine Hochdruckreinigung) der Moosbildung in den (Mikro-)Rissen entgegenwirkt. **I**

Jedes Produkt auf Zementbasis ist in gewissem Maße der Schwindung unterworfen.

D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums Mineralogie und Mikrostruktur, WTB



Sorgfältiges Schneiden ist die Visitenkarte eines jeden Fliesenlegers. Aus Kontakten mit Fliesenlegern und Herstellern von Schneidwerkzeugen hat sich jedoch ergeben, dass das Schneiden und Sägen der derzeitigen Generation von keramischen Fliesen nicht immer einfach ist. In diesem Artikel werden einige Empfehlungen zur Realisierung verschiedener Schneidetechniken formuliert.

Schneidetechniken für keramische Fliesen

Für das Schneiden, Sägen und Bohren von keramischen Fliesen lassen sich verschiedene Schnitte und Aussparungen anwenden (z.B. gerader Schnitt, Gehrungsschnitt, runde und gerade Aussparungen, U-förmige Aussparungen, kleine Löcher ...). Jeder dieser Bearbeitungsvorgänge erfordert den Einsatz des richtigen Werkzeugs und Zubehörs (z.B. handgeführter Fliesenschneider, Winkelschleifer, Bohrmaschine, Fliesenschneidemaschine mit Diamantsägeblatt ...). Um die Sicherheit des Ausführenden bei diesen Arbeiten zu gewährleisten, ist auch in ausreichendem Maße an die persönlichen Schutzmittel zu denken.

Wegen ihrer sehr niedrigen Wasserabsorption wird die derzeitige Generation von keramischen Fliesen häufig mit Glas verglichen. Es liegt deshalb auf der Hand, dass auch die Schneidetechniken für diese Fliesen denen für Glas ähneln.

In der letzten Zeit gehen bei der Abteilung Technische Gutachten des WTB ständig mehr Meldungen von Schadenfällen beim Schneiden und Sägen von Fliesen ein. So wird oft der Umstand erwähnt, dass die Fliesen beim Trennen mithilfe des Fliesenschneiders willkürlich brechen oder beim Herstellen von Aussparungen rissig werden (siehe Abbildung 1).

Angeichts dessen, dass noch keine normierten Prüfungen existieren, mit denen Fliesen auf ihre Schneid- oder Sägbarekeit geprüft werden können, ist es ratsam, die folgenden Empfehlungen zu befolgen.

Schneiden von Fliesen

Für das Schneiden von keramischen Fliesen kann man ein handgeführtes Werkzeug, wie z.B. einen **Fliesenschneider**, verwenden. Das wichtigste Teil des Fliesenschneiders ist das Schneidrad. Davon gibt es verschiedene Typen auf dem Markt, von denen die gängigsten aus Wolframkarbid (auch unter dem Namen „Widia“ bekannt) aufgebaut sind. Dies ist ein sehr hartes Material, wodurch es sich besonders zum Schneiden eignet. Eine zusätzliche Beschichtung beispielsweise mit Titan sorgt darüber hinaus für eine größere Verschleißfestigkeit und eine längere Nutzungsdauer des Rads. Diese Schneidräder müssen in regelmäßigen Abständen ersetzt werden.

Fliesenschneider weisen eine oder zwei Führungen auf. Der Vorteil von Ausführungen mit zwei Führungen ist, dass die Schneidelinie sichtbar ist. Fliesenschneider mit einer Führung weisen hingegen

eine große Biegesteifigkeit auf. Je stärker die Durchbiegung der Führungen beim Schneiden begrenzt werden kann, desto kleiner ist das Risiko, dass es zu Schäden beim Brechen der Fliesen kommt.

Beim Anritzen der oberen (ggf. aus Glasur bestehenden) Schicht mithilfe des Fliesenschneiders muss man darauf achten, dass diese am Anfangs- und Endpunkt des Schnitts gut angeritzt ist. Dieses Anritzen muss in einer einzigen Bewegung, mit langsamer und konstanter Geschwindigkeit und mit gleichmäßig ausgeübtem Druck erfolgen. Ziel dieses Arbeitsgangs ist es, die sehr harte obere Schicht zu schwächen und die Anfangsvoraussetzung für eine Bruchlinie zu erzeugen. Anschließend kann die Fliese mithilfe einer in den Fliesenschneider integrierten Brechvorrichtung oder einer separaten Brechzange an der Schneidelinie gebrochen werden. Eine andere Möglichkeit zum Brechen der Fliese besteht darin, genau unter der Schneidelinie einen kleinen Gegenstand zu legen und dann auf den beiden Seiten der Schneidelinie einen leichten Druck auszuüben.

Wir möchten darauf hinweisen, dass das Schräg- oder Diagonalschneiden von Fliesen eine größere Schneidelänge erfordert.

Für das Schneiden der – häufig etwas dünneren – XXL-Fliesen gibt es spezielle Fliesenschneider, bei denen verschiedene abnehmbare Schneideliniale je nach benötigter Schneidelänge miteinander verbunden werden können.

Sägen von Fliesen

Für das Sägen von Fliesen können **elektrische Fliesenschneidemaschinen** ein-

1 | Beispiel für einen willkürlichen Bruch bei keramischen Fliesen





2 | Herstellen einer rechteckigen Aussparung durch Bohren von Löchern in den Eckpunkten und deren anschließendes Verbinden durch Schnitte mit einem Winkelschleifer

gesetzt werden. Diese können auf einen feststehenden Rahmen montiert oder tragbar sein. Das wichtigste Teil einer Schneidmaschine ist das Sägeblatt. Die Wahl des geeigneten Sägeblatts muss unter anderem in Abhängigkeit der Art und Abmessungen der zu sägenden Fliese, der Sägeart (trocken oder nass) und der erforderlichen Drehzahl erfolgen.

In den meisten Fällen entscheidet man sich für ein Diamantsägeblatt. Das ist ein Metallsägeblatt, dessen Außenrand teilweise aus – häufig synthetischem – Diamant besteht. In diesem Zusammenhang unterscheidet man zwischen Sägeblättern mit geschlossenem Schneiderand und solchen mit unterbrochenem Schneiderand. Sägeblätter mit einem geschlossenen Schneiderand ermöglichen einen saubereren Sägeschnitt, während Sägeblätter mit einem unterbrochenen Schneiderand eine längere Lebensdauer bieten. Der in Segmente aufgeteilte Schneiderand dieses Sägeblatts sorgt auch für die Kühlung und die schnelle Abführung des beim Sägen entstehenden Materialstaubs. Wenn man nach einer gewissen Zeit feststellt, dass das Sägen von Fliesen schwieriger wird und immer mehr Funken entstehen, muss das Sägeblatt nachgeschärft werden. Dadurch, dass man das Blatt mehrmals durch einen Schärfblock aus Kalksandstein hindurch zieht, kommen die Diamantpartikel wieder zum Vorschein.

Für harte Materialien – und somit für die meisten keramischen Fliesen – wird das Nasssägen empfohlen. Denn das Wasser sorgt für die Kühlung des Sägeblatts und der Fliese. Außerdem führt das abfließende Wasser auch den Materialstaub ab. Dabei muss man jedoch darauf achten, dass das Sägeblatt für das Nass-

sägen geeignet ist. Nass gesägte Fliesen müssen vor ihrer Verlegung getrocknet werden.

Auch der auf die Säge ausgeübte Druck hat einen Einfluss auf das letztendliche Resultat: Es muss gemächlich und mit einer konstanten Geschwindigkeit gesägt werden.

Angesichts dessen, dass beim Gehrungssägen (z.B. für zurückspringende Winkel) zusätzliche Kräfte im Sägeblatt auftreten, empfiehlt es sich, für einen guten Schnitt ein etwas dickeres Sägeblatt einzusetzen.

Bohren von Fliesen

Um Risse und Brüche beim Bohren von **runden Aussparungen oder Löchern** zu vermeiden, wird empfohlen, spezielle Fliesenbohrwerkzeuge, wie z.B. Diamantbohrer und Kernbohrer, anzuwenden.

Der Fliesenleger darf dabei nicht zu viel Druck auf den Bohrer ausüben. Denn um eine korrekte Bohrung zu erzielen, ist eine niedrige Drehzahl und ein mittlerer Druck erforderlich. Auch das Ausführen von großen kreisförmigen Bewegungen, wobei der Kopf der Bohrmaschine im Bohrloch bleibt, kann empfohlen werden, um eine Bohrung herzustellen.

Bei keramischen Fliesen ist das Nass- und das Trockenbohren möglich. Für beide Verfahren sind spezifische Bohrer auf dem Markt erhältlich. Nassbohren bietet den Vorteil, dass der Bohrkopf gekühlt wird. Es existieren darüber hinaus auch Bohrsätze, die auf Winkelschleifer montiert werden können.

Ausführung von Aussparungen

Die gängigste Technik für das Herstellen von **quadratischen (oder rechteckigen) Aussparungen** ist das gerade Einsägen, worauf die Fliese umgedreht wird und die Sägeschnitte verlängert werden, bis sie aufeinandertreffen. Bei dieser Technik werden in den Eckpunkten jedoch bedeutende Spannungskonzentrationen aufgebaut, die – wenn die Fliese selbst schon innere Spannungen aufweist – dazu führen können, dass die Fliese beim Einsägen oder sogar noch bei dem Anbringen des Klebers und dem Verlegen der Fliese reißt. Um solche Spannungskonzentrationen zu begrenzen, wird empfohlen, die Eckpunkte zuvor mit Bohrungen zu versehen und diese danach durch Schnitte mit dem Winkelschleifer oder der Schneidmaschine zu verbinden (siehe Abbildung 2). In dem Maße, wie der Bohrdurchmesser größer ist, werden auch die Spannungen in den Ecken abnehmen.

Schlussfolgerung

Bestimmte derzeitige Fliesen scheinen hohe Konzentrationen von inneren Spannungen aufzuweisen, woraus ein hohes Risiko bezüglich eines willkürlichen Bruchs resultiert. Da das Vorhandensein solcher Spannungen nicht vor dem Schneiden der Fliesen überprüft werden kann, können die Fliesenleger mit beachtlichen Mehrkosten konfrontiert werden. Folglich fordern wir die Hersteller und Importeure auf, die zu wählende Schneidetechnik klar anzugeben. **I**

*T. Vangheel, Ir., stellvertretender Leiter
des Laboratoriums Rohbau- und Ausbau-
materialien, WTB*





Wegen der zahlreichen Entwicklungen, die sich in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Normierung und Herstellung von Bodenbelägen ergeben haben, konnte die Überarbeitung der 1986 erschienenen TI 165 über elastische Bodenbeläge nicht länger ausbleiben. Diese Überarbeitung wurde in zwei Teile aufgeteilt: Der erste Teil über elastische Bodenbeläge wurde in der TI 241 behandelt, die 2011 veröffentlicht wurde, und der zweite Teil über textile Bodenbeläge wird bald veröffentlicht werden. Dieser Artikel bespricht einen wichtigen Punkt dieser zukünftigen TI.

Wichtigkeit der Vorarbeit für das Verlegen von **textilen Bodenbelägen**

Durch die Verpflichtung zur CE-Kennzeichnung für elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge, die 2007 durch die europäische harmonisierte Norm NBN EN 14041 (*) eingeführt wurde einerseits, und die Einführung der Bauproduktenverordnung (BPV) und den damit verbundenen grundlegenden Vorschriften andererseits, ist die Zahl der Anforderungen, die an Bodenbeläge gestellt werden, gestiegen. So besteht künftig die Pflicht, die Brandverhaltensleistungen, den Gleitwiderstand (technische Klasse DS, bezüglich der Dimensionsstabilität) und den Gehalt an sowie die Emission von gefährlichen Stoffen zu deklarieren. Die an textile Bodenbeläge gestellten Anforderungen werden im Kapitel 4 der zukünftigen TI umfassend besprochen werden.

Auf die eigentliche Verlegung wird im Kapitel 7 ausführlich eingegangen. Darin wird die Vorarbeit für die Verlegung, die für das Erzielen des gewünschten Resultats entscheidend ist, besprochen werden. Vor der Verlegung müssen bestimmte Arbeitsschritte befolgt werden:

- **Entfernung des vorhandenen Bodenbelags und der Kleberreste.** Wenn die

existierende Klebeschicht beibehalten werden soll, muss man ein entsprechendes Grundiermittel verwenden

- **Beseitigung von Verunreinigungen, Zementmilch, Bindemittelhaut oder Nachbehandlungsprodukten** (genau so wie bei elastischen Bodenbelägen)
- **lokale Instandsetzung mit adäquatem Reparaturmörtel** (genau so wie bei elastischen Bodenbelägen)

- **Behandlung von sichtbaren Rissen im Estrich.** Genau so wie bei elastischen Bodenbelägen ist die anzuwendende Behandlung abhängig von der Rissöffnung ($< 0,3$ mm oder $\geq 0,3$ mm) und dem betreffenden Estrichtyp
- **Behandlung der Fugen.** Arbeitsfugen und andere Fugen, die nicht über die Gesamtdicke des Estrichs durchlaufen, werden auf die gleiche Weise behandelt wie sichtbare Risse. Was

Die Vorbereitung des Untergrunds stellt eine entscheidende Phase vor dem Anbringen des Bodenbelags dar.



1 | Anbringen einer flüssigen Feuchtigkeitssperre

(*) Die Norm NBN EN 14041 befindet sich gegenwärtig in der Überarbeitung. Die Veröffentlichung der neuen Fassung wird für Mitte 2017 erwartet.


A | Zulässiger Feuchtigkeitsgehalt (in Massen-%, bestimmt mithilfe der Karbidflasche) für Estriche bei der Verlegung eines textilen Bodenbelags

Typ der Rückseite	Estrichtyp		Zulässiger Feuchtigkeitsgehalt
Wasserdampfdurchlässig	Auf Zementbasis		3 CM-%
	Auf Anhydritbasis		1 CM-%
Dampfdicht	Auf Zementbasis	Mit Fußbodenheizung	1,8 CM-%
		Ohne Fußbodenheizung	2 CM-%
	Auf Anhydritbasis	Mit Fußbodenheizung	0,3 CM-%
		Ohne Fußbodenheizung	0,5 CM-%

die Konstruktionsfugen und Bewegungsfugen betrifft, die den Estrich über seine ganze Dicke unterbrechen, werden in der zukünftigen TI verschiedene Lösungen in Abhängigkeit der Velourshöhe vorgeschlagen

- **Anbringen eines Grundiermittels**, wenn man sich vergewissert hat, dass der Estrich für die Verlegung des Bodenbelags ausreichend trocken ist (siehe Tabelle A). Wenn die Forderungen bezüglich des Feuchtigkeitsgehalts des Estrichs nicht eingehalten werden können, kann man in Erwägung zu ziehen, zur Verlegung einer flüssigen Feuchtigkeitssperre überzugehen (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite). In dem Fall muss man vorher beim Hersteller die nötigen Informationen anfordern, und zwar bezüglich der Anzahl der Schichten, der Weise, wie diese anzubringen sind, der Grenzbedingungen für den Einsatz der Feuchtigkeitssperre (in Bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt des Untergrunds) und der minimalen und maximalen Trocknungszeit, die man vor der Ausführung einer neuen Schicht einhalten muss

- **Anbringen einer Ausgleichsschicht** mit einer mittleren Dicke von 2 mm (siehe Abbildung 2), die nach Trocknung bei niedriger Geschwindigkeit mechanisch geschliffen (Mindestdicke von 1 mm nach dem Schleifen) und danach gründlich abgesaugt wird.

Es ist auch den Umgebungsbedingungen des Raumes, in dem der Bodenbelag angebracht wird, eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Darin muss eine **relative Luftfeuchtigkeit** von kleiner als 75 % und vorzugsweise von kleiner als 65 % herrschen. Die Umgebungstemperatur muss mindestens 15 °C betragen. Diese Bedingungen sind

B | Taupunktwerte [°C] in Abhängigkeit von der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der Umgebungsluft

Lufttemperatur [°C]	Relative Feuchtigkeit der Umgebungsluft [%]					
	65	60	55	50	45	40
16	9,4	8,2	7,0	5,6	4,1	2,4
18	11,3	10,1	8,8	7,4	5,9	4,2
19	12,3	11,1	9,7	8,3	6,8	5,1
20	13,2	12,0	10,7	9,3	7,7	6,0
21	14,2	12,9	11,6	10,2	8,6	6,9
22	15,1	13,9	12,5	11,1	9,5	7,8
23	16,1	14,8	13,5	12,0	10,4	8,7

vor, während und nach der Verlegung einzuhalten: mit anderen Worten bis zur vollständigen Trocknung des Klebers bei einer verklebten Anbringung, was in bestimmten Fällen bis 72 Stunden dauern kann. Beim Verlegen des Bodenbelags muss die Temperatur des Untergrunds mindestens 10 °C betragen und mindestens 3 °C über dem Tau-

punkt der Umgebungsluft liegen (siehe Tabelle B). Während des Winters ist es außerdem nicht undenkbar, dass die Oberflächentemperatur des Untergrunds deutlich niedriger sein kann als die Lufttemperatur.

E. Nguyen, Ir., Projektleiter, Laboratorium Holz und Coatings, WTB


2 | Verteilen und Glattstreichen einer Ausgleichsschicht mit einer Glattscheibe

Eine korrekte Lüftung ist zur Gewährleistung einer guten Luftqualität in unseren Wohnungen unerlässlich. Aus diesem Grund muss die Installation des Lüftungssystems gut durchdacht erfolgen. In diesem Zusammenhang muss man sich ab dem Entwurf, über die Montage und Inbetriebnahme hinweg, bis hin zur Instandhaltung an einen strengen Ablauf halten. Künftig stehen eine neue TI und ein Rechentool zur Verfügung, die hauptsächlich für den Installateur bestimmt sind.

Lüftung von Wohngebäuden: eine neue TI und ein Rechentool

1 Inhalt der TI

Ziel der neuen TI ist es, einige praktische Lösungen und Empfehlungen für den Erhalt von Lüftungssystemen vorzuschlagen, die sowohl hinsichtlich der Luftqualität als auch bezüglich des Energieverbrauchs leistungsfähig sind. In ihr wird auf alle Ausführungsschritte in chronologischer Reihenfolge eingegangen: den Entwurf, die Montage, die Inbetriebnahme und die Instandhaltung. Angesichts dessen, dass der Entwurf und die Inbetriebnahme entscheidende Schritte zum Erreichen guter Leistungen sind, wird in der TI näher eingegangen auf verschiedene Themen, wie z.B. die Entwurfsvolumenströme, die Regelung (manuelle Regelung und bedarfsgesteuerte Lüftung), den Entwurf von natürlichen Lüftungsöffnungen, die

akustischen Aspekte und die Wärmedämmung der Kanäle. Auch der Entwurf der mechanischen Komponente wird in dieser TI umfassend besprochen und im vorliegenden Artikel bereits kurz erläutert.

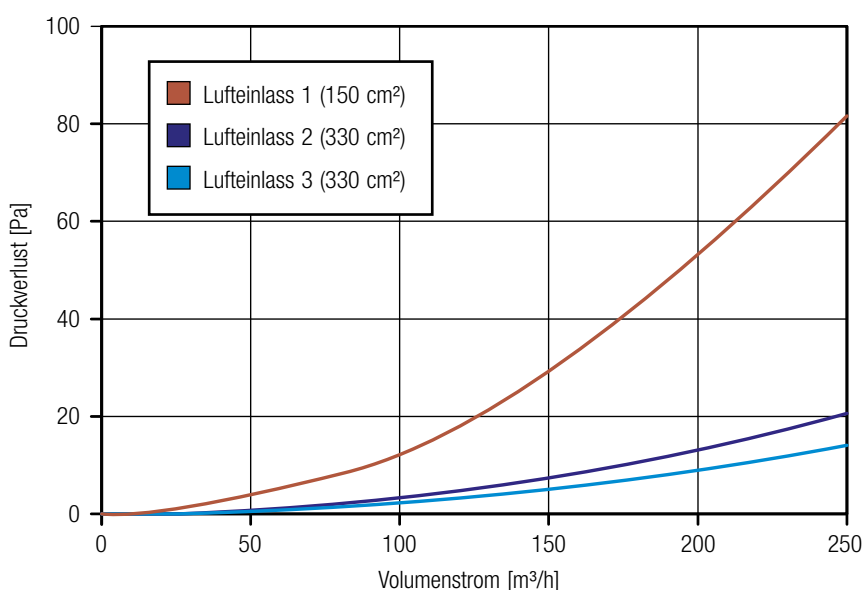
2 Funktionen des Rechentools

Das Rechentool stellt eine unverzichtbare Ergänzung zur TI dar. Denn dieses erleichtert bestimmte Schritte des Entwurfs und der Inbetriebnahme, nämlich: die Berechnung der nach der PEB-Verordnung minimal geforderten Volumenströme, die Bestimmung der Entwurfsvolumenströme, die Auswahl der natürlichen Lüftungsöffnungen, die Dimensionierung des Kanalnetzes und schließlich die Einstellung der

Volumenströme auf dem installierten System.

3 Beispiel für die praktische Anwendung

In-situ-Messungen (unter anderem im Rahmen des Optivent-Projekts) haben ergeben, dass die Volumenströme der mechanischen Lüftung häufig kleiner als die minimal geforderten Volumenströme sind und dass sie außerdem oft schlecht über die verschiedenen Räume verteilt sind (z.B. ein zu hoher Volumenstrom in einem Dachboden und ein zu niedriger Volumenstrom in einem Schlafzimmer). Die in der TI vorgeschlagenen Empfehlungen und das Rechentool ermöglichen es, diese Probleme zu vermeiden und leistungsfähige mechanische Lüftungssysteme zu erhalten.



1 | Auswirkung des Lufteinlasses und seines Nettoquerschnitts auf die Druckverluste

3.1 Entwurfsvolumenströme

Das Tool ist ein praktisches Hilfsmittel, um ausgehend von den nach der PEB-Verordnung minimal geforderten Volumenströmen (die automatisch im Rechentool berechnet werden) ausreichende Entwurfsvolumenströme zu bestimmen.

3.2 Standort des Lüftungsaggregats

Es ist ein möglichst zentraler Standort in Bezug auf die zu versorgenden Räume zu wählen. Denn dies sorgt für ein natürliches Gleichgewicht des Netzes und vermeidet, dass die Luft lange Kanäle mit einem hohen Volumenstrom und kurze Kanäle mit einem niedrigen Volumenstrom zurücklegt.



Vergleich des Druckverlustes von zwei Typen semi-flexibler Kanäle

Kanaleigenschaften	Drei runde glatte Kanäle	Ein runder glatter Kanal
Innendurchmesser eines jeden Kanals	50 mm	87 mm
Gesamtquerschnitt	59 cm ²	59 cm ²
Volumenstrom	75 m ³ /h	75 m ³ /h
Luftgeschwindigkeit	3,5 m/s	3,5 m/s
Berechneter Druckverlust	4,9 Pa/m	2,4 Pa/m

3.3 Begrenzen der Druckverluste

Die TI liefert für alle Netztypen zahlreiche Empfehlungen, mit denen sich die Druckverluste möglichst niedrig halten lassen und daher der Elektrizitätsverbrauch verringert werden kann. Beispielsweise verursacht die Nutzung von drei parallel installierten Kanälen (ein in einen Estrich zu integrierendes Sammelrohrnetz) Druckverluste, die mindestens zweimal so hoch sind als bei der Nutzung eines Kanals mit dem gleichen Querschnitt (siehe obenstehende Tabelle).

Die Wahl von bestimmten Bauteilen, wie z.B. den Lufteinlässen und den Luftauslässen, ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung. So können die Druckverluste je nach angewendetem Bauteil mehr als viermal so groß sein (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite).

3.4 Dimensionierung

Die Hauptfunktion des Rechentools wird durch ein Modul sichergestellt, mit dem

die Kanalnetze der Lüftungssysteme dimensioniert werden können. In diesem Modul legt der Nutzer zuerst den gewünschten Verlauf für das Kanalnetz anhand der Pläne der Wohnung und der Technischschächte fest. Danach nimmt das Rechentool automatisch eine erste Dimensionierung vor. Dazu identifiziert es die verschiedenen Bauteile (gerade Kanäle, Bögen, T-Stücke) und schlägt für jedes Kanalstück des Netzes einen Durchmesser auf Basis von zwei, vom Nutzer parametrierbaren Kriterien vor: den Luftgeschwindigkeiten und den Druckverlusten pro Meter (siehe Abbildung 2).

3.5 Wahl des Ventilators

Der letzte, aber nicht weniger wichtige Schritt des Entwurfs ist die Wahl eines Ventilators, der an das vorgesehene Netz angepasst ist und es unter Berücksichtigung eines ausreichenden Sicherheitsfaktors ermöglicht, den gewünschten Volumenstrom zu erhalten und den berechneten Druckverlust zu überwinden.

3.6 Einstellung der Volumenströme des installierten Systems

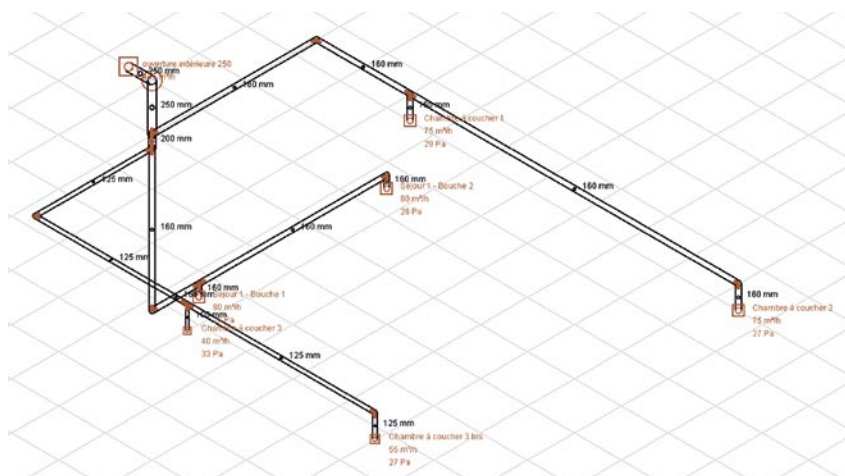
Schließlich muss man die Ventile so einstellen, dass man eine gute Volumenstromverteilung zwischen den Räumen erhält. Ferner muss man den Ventilator entsprechend einstellen, um die Entwurfsvolumenströme zu erreichen. Um diesen Schritt zu erleichtern, wurde im Rechentool eine vereinfachte Methode programmiert, die im Rahmen des Optivent-Projekts entwickelt und in der TI beschrieben wurde. Damit erhält man nicht nur eine genaue Einstellung, sondern kann man auch viel Zeit gewinnen.

4 Schlussfolgerung

Die Leistungen eines Lüftungssystems beruhen nicht auf Zufall, sondern sind das Ergebnis eines systematischen und genauen Ablaufs. Ziel der TI und des Rechentools ist es, diesen Ablauf für den Installateur zu erleichtern. Die TI schlägt einige praktische Lösungen und Empfehlungen vor, die es ermöglichen, das in der PEB-Verordnung, in der Norm NBN D 50-001 oder noch in den Spezifikationen STS-P 73-1 angegebene Anforderungs- und Leistungsniveau zu erreichen. Sie stellt daher eine Ergänzung zu diesen Referenzdokumenten und eine gute Grundlage für die Lüftungsexperten dar.

S. Caillou, Dr. Ir., stellvertretender Laboratoriumsleiter, und P. Van den Bossche, Ing., Laboratoriumsleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB

Die TI und das Rechentool sind das Ergebnis einer vom WTB durchgeführten Untersuchung im Rahmen des Optivent-Projekts, das von der VLAIO (Agentschap Innoveren en Ondernemen) bezuschusst wird.



2 | Beispiel für die Dimensionierung eines Kanalnetzes mithilfe des Rechentools

Wie im vorherigen Artikel bereits deutlich wurde, ist eine korrekte Lüftung zur Gewährleistung einer guten Luftqualität in unseren Wohnungen unerlässlich. Man könnte sich allerdings fragen, ob die Lüftung selbst durch die Entwicklung von Schimmelpilzen oder Bakterien in den Filtern, Kanälen ... keine Gesundheitsrisiken mit sich bringt. Dieser Artikel geht näher auf diese Frage ein und bespricht die Ergebnisse einer Messkampagne, die im Rahmen des Optivent-Projekts in mehr als 30 Wohnungen durchgeführt wurde.

Lüftung und mikrobiologische Schadstoffe: beruhigende Ergebnisse

Ziel der Lüftung ist die Gewährleistung einer guten Innenluftqualität. Dies geschieht dadurch, dass die in der Innenluft vorhandenen Schadstoffe nach außen abgeführt werden: die Feuchtigkeit, die unter anderem mit den Aktivitäten im Badezimmer und in der Küche zusammenhängt, die Bio-Effluente (Ausdünstungen), die von Personen abgegeben werden, die von Materialien stammenden chemischen Schadstoffe ... Gleichzeitig werden die Lebensräume mit frischer Außenluft versorgt. Dies kann auf natürliche Weise erfolgen, d.h. durch natürliche Zuluftgitter, oder auf mechanische Weise durch einen Ventilator und Kanäle. Sogar bei einer wenig verschmutzten Außenluft erhält man nur eine gesunde Lüftung, wenn das Lüftungssystem an sich keine Quelle von zusätzlichen Schadstoffen, wie Mikroorganismen (Schimmelpilzen und Bakterien) darstellt.

Schimmelpilze und Bakterien

Schimmelpilze und Bakterien sind Mikroorganismen, das heißt winzige Lebensformen, deren Struktur nicht mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden kann. Sie sind im Allgemeinen was ihre Wachstumsbedingungen betrifft nicht sehr anspruchsvoll (Temperatur, Sauerstoff, Vorhandensein von Nährstoffen). Der begrenzende Hauptfaktor innerhalb des Hauses ist das Vorhandensein ausreichender Feuchtigkeit in einem Material und/oder in der Luft (mindestens 70 bis 80 % RF).

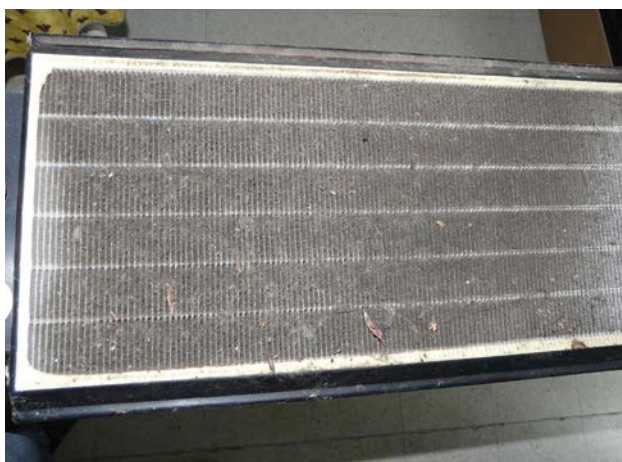
Wenn sich diese Mikroorganismen im Haus entwickeln, können sie zahlreiche Gesundheitsprobleme verursachen, wie Reizungen (von Augen, Hals und Haut), allergische bis toxische Reaktionen (Atmungsschwierigkeiten, Asthma, Kopfschmerzen und Grippe-symptome)

und in bestimmten Fällen sogar Infektionen.

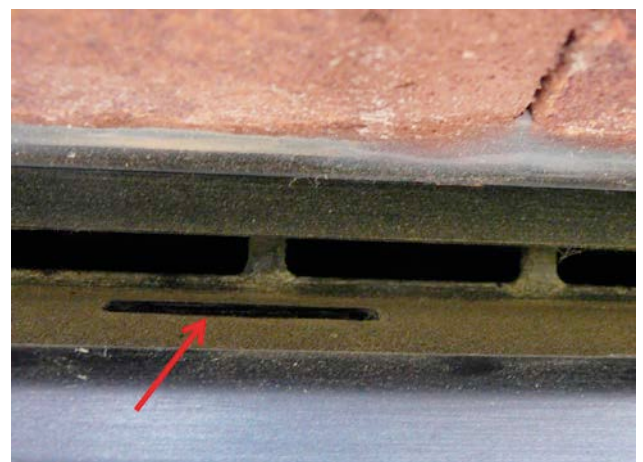
Diese Mikroorganismen sind allgegenwärtig in der natürlichen äußeren Umgebung: in Erdböden, Wäldern und Feldern ... Sie entwickeln sich im Allgemeinen nicht in einem gesunden Gebäude. Falls dies doch geschieht, ist dies meistens zurückzuführen auf ein Feuchtigkeitsproblem (Baufeuchtigkeit, aufsteigende Feuchtigkeit, Infiltration, Kondensation in Höhe einer Wärmebrücke ...).

Auch wenn die durch die Nutzer und ihre Aktivitäten erzeugte Feuchtigkeit (Duschen und Bäder, Küche, Wäsche ...) von der Lüftung nicht ausreichend abgeführt wird, kann der Feuchtigkeitsgehalt in der Luft und den Materialien (Hygroskopizität der Materialien) zu groß werden, was wiederum die Schimmelbildung begünstigt.

1 | Verschmutzter Zuluftfilter eines Systems D



2 | Verschmutzte natürliche Zuluftöffnung eines Systems C





3 | Schimmelbildung auf der Innenverkleidung

Mögliche Risiken durch Lüftungssysteme

Das mikrobiologische Risiko ist je nach System und dessen Bauteile unterschiedlich. Da Feuchtigkeit eines der wichtigsten Faktoren für die Entwicklung von Mikroorganismen ist, sind die Bauteile, die während eines langen Zeitraumes einem hohen Feuchtigkeitsgehalt ausgesetzt sind, mit einem größeren Risiko behaftet. Dieses Risiko steigt in dem Maße, wie die Bauteile der Verunreinigung ausgesetzt sind und steigt noch an, wenn sie für die Instandhaltung nur schwer erreichbar sind. Denn diese Schmutzablagerungen stellen eine Nährstoffquelle für die Mikroorganismen dar.

Lüftungskanäle werden häufig als mögliche Brutstätte von Mikroorganismen betrachtet. Dennoch ist dieses Risiko für die Zuluftkanäle der Systeme D mit Wärmerückgewinnung relativ klein, da die Vorheizung der Luft deren relativen Feuchtigkeitsgrad verringert. Außerdem kann eine wirksame Filterung in der Regel dafür sorgen, dass die Verunreinigung dieser Kanäle begrenzt bleibt.

Der auf der Zufuhr der Systeme D installierte **Filter** ist dagegen der Außenluft ausgesetzt, die in unserem Klima im Allgemeinen einen beträchtlichen Feuchtigkeitsgehalt aufweist, was die Entwicklung von Mikroorganismen favorisiert. Dieser Filter wird darüber hinaus nach und nach durch den von der Außenluft

stammenden Staub verunreinigt werden (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite). In dem Fall liegt daher wirklich ein mikrobiologisches Risiko vor.

Die **natürlichen Zuluftöffnungen** der Systeme A und C befinden sich in einer ähnlichen Situation wie die Filter der Systeme D: Die relative Feuchtigkeit der Außenluft kann hoch sein und es kann zu einer Verschmutzung der Öffnungen kommen. Diese Verschmutzung ist allerdings kleiner als die der Filter (siehe Abbildung 2 auf der vorherigen Seite).

In-situ-Messkampagne

Zum Bewerten der mikrobiologischen Risiken von Lüftungssystemen wurde im Rahmen des Optivent-Projekts eine Messkampagne in Wohnungen ohne Feuchtigkeitsprobleme durchgeführt (die in der Langfassung dieses Artikels ausführlich besprochen wird). Deren Ergebnisse sind einstweilen beruhigend.

Bei den meisten untersuchten Systemen D enthält die vom Lüftungssystem zugeführte Luft (viel) weniger Schimmelspuren als die Außenluft. Dies weist darauf hin, dass in den eigentlichen Lüftungssystemen keine Entwicklung von Mikroorganismen auftritt. Darüber hinaus ermöglicht es die Filterung der Systeme D sogar, die Anzahl der Schimmelspuren in der zugeführten Luft bezogen auf die Außenluft zu verringern.

Es wurden jedoch zwei Ausnahmen für Systeme vom Typ D festgestellt, die schwerwiegende Mängel hinsichtlich des Entwurfs (Ort der Luftzufuhröffnungen, Vorhandensein von Ventilen, die die Instandhaltung behindern), der Ausführung (während der Ausführung verschmutzte Kanäle) und der Instandhaltung aufwiesen.

Schlussfolgerung

Aus der Messkampagne des Optivent-Projekts ergab sich, dass mit einem korrekt entworfenen, ausgeführten und gewarteten Lüftungssystem kein spezielles mikrobiologisches Risiko verbunden ist.

Falls das Lüftungssystem dagegen – unabhängig vom Typ – nicht ordnungsgemäß entworfen oder nicht gut gewartet wird, liegt ein wirkliches Risiko bezüglich der Entwicklung von Mikroorganismen vor (ohne dass es alarmierend hoch sein muss).

Dieses Risiko ändert allerdings nichts an der Tatsache, dass das Lüften erforderlich ist. Wir dürfen nicht vergessen, dass eine unzureichende Lüftung für unsere Gesundheit noch schädlicher sein kann. Denn neben einer erhöhten Aussetzung an zahlreichen chemischen Schadstoffen, geht dies mit einer beträchtlichen Zunahme des Risikos in Bezug auf Feuchtigkeitsprobleme und Schimmelbildung in unseren Lebensräumen einher (siehe Abbildung 3).

Dadurch, dass die Baufachleute (bezüglich des Entwurfs und der Ausführung), aber auch die eigentlichen Nutzer (bezüglich der Überwachung der Instandhaltung) besser informiert werden, ließe sich dieses Risiko verringern. |

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

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Optivent-Projekts verfasst, das von der VLAIO (Agentschap Innoveren en Ondernemen) bezuschusst wird.



Die getrennte Ableitung von Abwasser und Regenwasser auf der Parzelle wird sowohl bei Neubauten als bei Renovierungen wärmstens empfohlen und ist in einigen Regionen sogar gesetzlich vorgeschrieben (siehe Tabelle auf der nächsten Seite). Dabei müssen jedoch bestimmte Regeln eingehalten werden. Dieser Artikel legt den Schwerpunkt auf private Sammler (d.h. eingegrabene Ableitungsrohre, die sich auf der eigenen Parzelle befinden).

Getrennte Ableitung von Ab- und Regenwasser

1 Vorteile einer getrennten Ableitung

Das Trennen der Ableitungsströme von Ab- und Regenwasser und das ‚Abkoppeln‘ (d.h. das nützliche Anwenden) von Regenwasser bilden die Schlüsselfaktoren einer effizienten Abwasserpolitik. Daraus ergeben sich zahlreiche Vorteile:

- Das Abwasser kann auf eine effizientere Weise in den Kläranlagen behandelt werden, wenn es nicht mit Regenwasser stark verdünnt ist

- Die Wahrscheinlichkeit für das Ansprechen der Überläufe im Kanalnetz – was die Verunreinigung der Umwelt und des Oberflächenwassers zur Folge hat – nimmt ab
- Durch die Infiltration von Regenwasser in den Boden wird der Grundwasserspiegel erneut versorgt, wodurch der Bodenaustrocknung und der Wasserknappheit für die Trinkwasserproduktion entgegengewirkt wird
- Das Überschwemmungsrisiko für die tiefstliegenden Gebiete des Kanalnetzes wird stark reduziert
- Für bestimmte Sanitäranwendungen ist kein Wasser mit Trinkwasserqualität erforderlich. Es kann daher (aufgefangenes) Regenwasser verwendet werden, wodurch der Trinkwasserverbrauch verringert wird.

sich mittels eines flexiblen Schlauchs mit Reinigungsdüse, den man in das Rohrnetz über Prüfpunkte (Inspektionsöffnungen in Form von T-Stücken oder Inspektionskammern) einführt, warten lassen

- Die Sammler müssen ein Mindestgefälle von 1 % aufweisen, um zu vermeiden, dass die minimale Wassergeschwindigkeit im Rohr zu klein wird
- Das Gefälle muss über den gesamten Verlauf so gleichmäßig wie möglich sein, da Verringerungen des Gefälles ein Verstopfungsrisiko mit sich bringen
- Der Durchmesser des Sammlers darf in der Stromabwärtsrichtung nicht abnehmen
- Die Anzahl von 90°-Bögen muss begrenzt werden. Denn das Vorhandensein von mehr als drei 90°-Bögen im gleichen Verlauf kann problematisch sein.

2 Zu beachtende Punkte

2.1 Hydraulischer Entwurf

Damit eine Abflussanlage ordnungsgemäß funktioniert, ist es wichtig zu vermeiden, dass sich Feststoffablagerungen in den privaten Sammlern bilden. Wenn Arbeiten zum Trennen der Ableitung von Ab- und Regenwasser ausgeführt werden und das Abflussrohr der ursprünglichen Mischkanalisation für die alleinige Ableitung des Abwassers eingesetzt werden soll, ist es empfehlenswert, die folgenden Punkte zu kontrollieren:

- Der gesamte Ableitungsverlauf muss

Wenn die Kontrolle ergibt, dass der Ableitungsverlauf nicht den fachmännischen Regeln genügt, wird empfohlen, ihn (teilweise) zu ersetzen.

2.2 Belüftung

Wenn die ursprünglichen Rohre bei einer getrennten Ableitung von Ab- und Regenwasser für die Ableitung von Abwasser verwendet werden, muss man überprüfen, ob Regenwasserabflussleitungen (meistens Regenwasserfallrohre) vorhanden sind, die die Belüftung des





Je nach Region werden bezüglich der getrennten Ableitung von Ab- und Regenwasser und des Abkoppels von Regenwasser bestimmte Verpflichtungen auferlegt.

Gesetzliche Anforderungen an eine Privatparzelle	Flämische Region	Wallonische Region	Region Brüssel-Hauptstadt
Vollständige Trennung der Ableitung von Ab- und Regenwasser	Obligatorisch bei: • Neubauten oder Renovierungen • der Installation eines getrennten Kanalnetzes in der Straße	Obligatorisch bei Neubauten	Nicht obligatorisch
Abkopplung von Regenwasser	Bei Neubauten oder Renovierungen und in nachstehender Reihenfolge: • Auffangen des Regenwassers für nützliche Anwendung • Infiltration • Einleitung in ein Oberflächengewässer (z.B. Teich) oder einen künstlichen Abflussweg (z.B. Graben) • Einleitung in die Regenwasserabflussleitung in der Straße • Ableitung über die öffentliche Mischkanalisation	Keine Verpflichtungen auf regionaler Ebene	Bei Neubauten: • Regenwasserzisterne obligatorisch; nützliche Anwendung des aufgefangenen Regenwassers nicht obligatorisch • unzugängliche Flachdächer mit mehr als 100 m² müssen wie ein Gründach ausgeführt werden • mindestens 50 % der Fläche von Höfen und Gärten müssen durchlässig sein
Referenzdokument	Erlass der Flämischen Regierung vom 5. Juli 2013 ⁽¹⁾	<i>Code de l'Eau</i> ⁽²⁾ , Artikel R.277	Erlass der Regierung der Region Brüssel-Hauptstadt vom 21. November 2006 (Titel I, Art. 13 und Art. 16) ⁽³⁾
Gesetzliche Anforderungen in Vorbereitung	–	Infiltration	Infiltration

(1) Der Erlass der Flämischen Regierung vom 5. Juli 2013 enthält die Mindestanforderungen, die in der Region gelten. Provinzen und Gemeinde dürfen selbst strengere Regeln auferlegen. In der Provinz Flämisch-Brabant gilt, beispielsweise, seit dem 24. Juni 2014 eine provinzielle städtebauliche Verordnung, die strengere Anforderungen an die Anbringung, die Renovierung oder die Erweiterung von Außenbodenbelägen stellt.

(2) Der *Code de l'Eau* legt die minimalen gesetzlichen Anforderungen im Zusammenhang mit dem Umgang mit Regenwasser fest. Provinzen und Gemeinde dürfen selbst strengere Regeln auferlegen. In der Wallonischen Region gibt es eine Anzahl von Gemeinden, die die Installation einer Regenwasserzisterne und/oder einer Infiltrationseinrichtung obligatorisch vorschreiben.

(3) Der Erlass der Regierung der Region Brüssel-Hauptstadt vom 21. November 2006 enthält die Mindestanforderungen, die in der Region gelten. Die 19 Gemeinden dürfen strengere Regeln auferlegen.

Abwasserabflusssysteme und eventuell auch der Klärgrube gestatten.

Denn das bloße Entfernen der Belüftungsleitung wird – vor allem stromaufwärts von einem Kanaldüker (Siphongrube) – zu einer schwierigen Abwasserableitung führen.

Wenn das Regenwasser zu einer Zisterne geleitet wird, muss diese auch belüftet werden.

2.3 Anschluss von Bodenabläufen und Ablaufrinnen

Beim Entwurf der getrennten Ableitung von Ab- und Regenwasser muss man sich damit beschäftigen, welche Einrich-

tungen an welchem Netz angeschlossen werden müssen.

Dazu ist zuerst jeweils zu überprüfen, ob hauptsächlich Regenwasser oder Abwasser in den Ableitungspunkt gelangen wird. Wenn dies vor allem Regenwasser ist, erfolgt der Anschluss am Regenwasserabflusssystem, selbst wenn gelegentlich Abwasser in den Ableitungspunkt gelangt. Letzteres darf jedoch nicht zur Regenwasserzisterne gelangen. Dessen Ableitung kann eventuell unter Verwendung eines Überlaufs geschehen.

Falls dagegen vor allem Abwasser in den Ableitungspunkt gelangt, wird dieser Ableitungspunkt am Abwasserabflusssystem angeschlossen. Diese Situation

tritt beispielsweise bei überdachten Terrassen oder Balkonen auf.

3 Schlussfolgerung

Selbst ohne gesetzliche Verpflichtung empfiehlt es sich, sowohl bei Neubauten als bei Renovierungen die Ableitungsströme von Ab- und Regenwasser auf der Parzelle zu trennen. Hierbei ist es wichtig, die in diesem Artikel ausgesprochenen Empfehlungen bezüglich des hydraulischen Entwurfs, des Gefälles, der Belüftung, der Inspektionspunkte und der Anschlüsse zu berücksichtigen. **I**

L. Vos, Ir.-Arch., Forscher, Laboratorium Wassertechniken, WTB

Digitale Anwendungen, wie BIM, gewinnen innerhalb des Bausektors immer mehr an Terrain. Um alle diesbezüglichen Informationen leicht auffindbar und zugänglich zu machen, werden diese zentralisiert auf der Portalsite zum Thema BIM und ICT: BIMportal.be.

BIMportal.be: das belgische Referenzportal rund um BIM und ICT

Das vielversprechende BIM (*Building Information Model/Modelling/Management*) ist im heutigen Bausektor stark im Kommen. Diese neue Arbeitsweise, bei der die Zusammenarbeit und der Informationsaustausch im Mittelpunkt stehen, ordnet die Geometrie und die Informationen in digitalen Modellen einander zu (siehe auch [Les Dossiers du CSTC 2016/3.15](#)). Das Arbeiten mit BIM bietet zahlreiche Vorteile. Es liegt daher ganz im Interesse des Bausektors, diesen Zug nicht zu verpassen. Um die Baufachleute mit BIM vertraut zu machen, werden im In- und Ausland allerlei Initiativen ins Leben gerufen, deren Spektrum vom Organisieren von zahlreichen Aktivitäten und Projekten bis zur Ausarbeitung

und Entwicklung von Richtlinien, Protokollen, Artikeln, Software, Handbüchern und Websites reicht. All diese Informationen sowie jene über andere innovative digitale Techniken werden auf BIMportal.be zentralisiert und zugänglich gemacht.

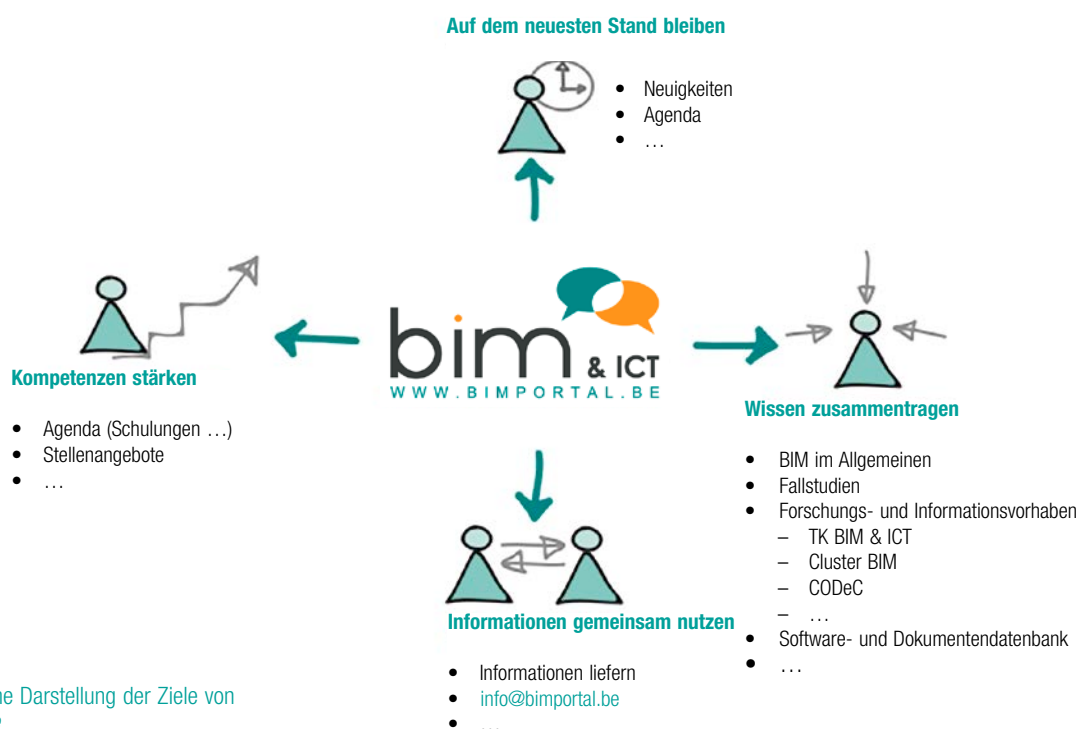
Zielsetzung

BIMportal.be strebt danach, das belgische Referenzportal für BIM und andere digitale Anwendungen zu werden, die auf die Bedürfnisse der Bauwelt zugeschnitten sind. Damit will das WTB, von dem die Initiative für diese Website stammt, den Fachleuten – sowohl aus dem öffentlichen als auch privaten

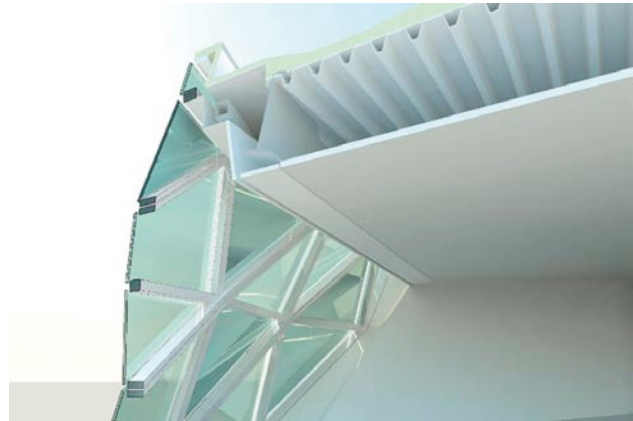
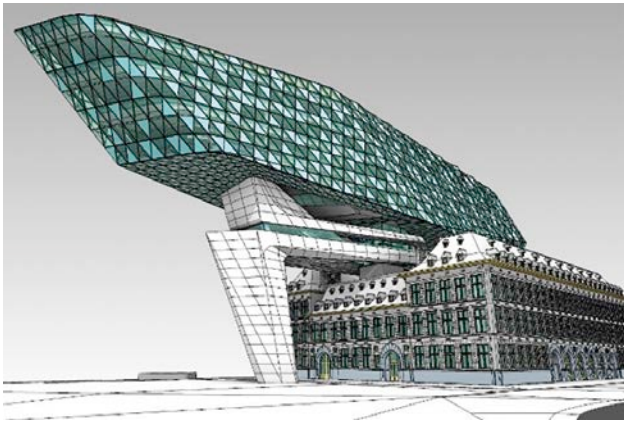
Sektor – einen Schatz an qualitativ hochwertigen und relevanten Informationen anbieten und ihnen die Gelegenheit geben, auch selbst Informationen zu liefern. Denn Ziel dieser Portalsite ist es, die Kompetenzen der Anwender im Bereich BIM und ICT zu stärken und ihre innovativen Projekte zu unterstützen.

Inhalt

Das Angebot auf der Portalsite ist sehr vielfältig und richtet sich an ein breites Publikum, das von Fachleuten, die noch nie mit BIM gearbeitet haben, über BIM-Anwender, bis zu BIM-Pionieren reicht.



1 | Schematische Darstellung der Ziele von BIMportal.be



2 | Beispiel für eine Fallstudie auf BIMportal.be. Dank BIM hat das *Bureau Bouwtechniek* den ursprünglichen Entwurf des Neuen Hafenhauses (Antwerpen) von Zaha Hadid Architects in einen budgetär erreichbaren und technisch machbaren Entwurf umgesetzt (Quelle: Zaha Hadid Architects i.Z.m. *Bureau Bouwtechniek*).

Auf der Portalsite kann man einerseits **allgemeine Informationen** zu BIM finden. Andererseits wird dort auch die praktische Anwendung von BIM bei Bauprojekten anhand von **Fallstudien** gezeigt. Neben der Angabe der Projektdaten wird hierbei die Anwendung von BIM und den im Projekt eingesetzten Softwareapplikationen erläutert. Für den Erhalt einer nicht vollständigen Liste von BIM-bezogenen Softwareapplikationen verweisen wir auf die **Softwaredatenbank**.

Neben allgemeinen und praxisnahen Informationen umfasst **BIMportal.be** auch Informationen über eine Anzahl laufender **Forschungs- und Informationsvorhaben**. So wird der Besucher nicht nur hinsichtlich der Aktivitäten des neuen Technischen Komitees ‚BIM & ICT‘ auf dem Laufenden gehalten, sondern er findet auch Informationen über andere Projekte, wie ‚Cluster BIM‘⁽¹⁾

und ‚CODEC‘⁽²⁾. Da die Anwendung von BIM nicht auf den belgischen Bausektor beschränkt ist, können ausländische Initiativen ebenfalls sehr interessant sein. Deswegen wird bezüglich der **Dokumentendatenbank**, die allerlei interessante Links auf Artikel, Richtlinien und relevante Websites zum Thema BIM und ICT enthält, grenzüberschreitend gearbeitet.

Der Inhalt der Portalsite wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert und ergänzt werden. So ist der Besucher immer informiert über nationale und internationale **Neuigkeiten** und über **zukünftige Aktivitäten** bezüglich BIM und ICT. Denken wir hier nur einmal an Informationssitzungen, Konferenzen, Workshops und Schulungen, und zwar in Bezug auf sowohl die digitale Modellierung (d.h. das Zeichnen mit einer bestimmten BIM-Software) als auch die Organisation. Ferner wird auf dem BIM-Portal auch der erforderliche

Raum für zugehörige **Stellenangebote** vorgesehen.

Gemeinsame Nutzung von Informationen

Der Inhalt von **BIMportal.be** beschränkt sich somit nicht auf WTB-eigene Daten, sondern ist eine Sammlung von allerlei relevanten und interessanten Informationen bezüglich BIM und ICT. Die Portalsite bildet mit anderen Worten eine zentrale Plattform, mit der diese Informationen sichtbar und zugänglich gemacht werden. Das WTB übernimmt diesbezüglich eine koordinierende Funktion und achtet unter anderem darauf, dass die gelieferten Informationen neutral bleiben. |

C. Euben, Ir.-Arch., Berater, Dienst BIM und Informationstechniken, WTB

Wir benötigen Ihre Mitarbeit!

Um **BIMportal.be** zu der belgischen Portalsite bezüglich BIM und ICT werden zu lassen, benötigen wir Ihre Mitarbeit. Wenn Sie über relevante Informationen verfügen, teilen Sie diese bitte mit uns auf <http://www.bimportal.be/fr/fournir-des-informations/> oder per E-Mail info@bimportal.be.



(1) Dieses Cluster rund um BIM wurde auf Initiative des WTB und der *Vlaamse Confederatie Bouw* ins Leben gerufen und zielt darauf ab, einerseits die Zusammenarbeit zwischen den teilnehmenden Bauunternehmen und -fachleuten zu fördern und andererseits die BIM-Technologie durch die Weiterentwicklung von BIM-kompatiblen Datenbanken, Plugins usw. zu verbessern.

(2) Ziel dieser pränormativen Studie – die eine Initiative des WTB ist und vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird – ist es, einen harmonisierten Kommunikationsrahmen für die digitale Modellierung im Bauwesen auszuarbeiten.

Bei einer anstehenden bedeutenden Investition – wie z.B. bei dem Ersetzen einer existierenden Maschine, dem Anlauf einer neuen Aktivität, dem Selbstfertigen oder dem Einkauf von Fertigprodukten oder gar der Übernahme eines anderen Unternehmens – begibt man sich am besten nicht auf dünnes Eis. Um die richtigen Entscheidungen treffen zu können, ist eine gründliche Analyse eines Investitionsvorhabens unerlässlich.

Die Investitionsentscheidung: ein praktischer und bauorientierter Ansatz

Man muss in erster Linie die Investitionsoportunitäten untersuchen. Passen sie zur Unternehmensstrategie? Sind sie technisch machbar und finanziell erreichbar? Und wie sieht es mit den Fähigkeiten des Personals, den akzeptierbaren Risiken und den Rentabilitätskennzahlen aus?

Danach muss man relevantes Zahlenmaterial bezüglich der gewählten Investitionsideen sammeln und die folgenden sehr wichtigen Fragen beantworten:

- Welchen Ertrag muss die Investition mindestens abwerfen?
- Welche Zeitspanne liegt dem Investitionsvorhaben zugrunde?
- Wieviel dürfen die Kosten bei Fremdkapitalbeschaffung höchstens betragen?

Dieses zusammengetragene Zahlenmaterial muss einer **finanziellen und wirtschaftlichen Analyse** unterzogen werden, wobei zu versuchen ist, die Werte der Zahlen möglichst korrekt zu schätzen. Während die Exaktheit von bestimmten Werten mit hundertprozentiger Sicherheit garantiert werden kann (z.B. Kaufpreis einer Maschine), ist dies bei der Mehrzahl von ihnen nicht der Fall (z.B. Rohstoffpreise, Umsatzsteigerung,

zusätzliche Arbeitskosten ...). Folglich ist es von äußerster Wichtigkeit, eine Sensitivitäts- und Risikoanalyse auszuführen und verschiedene Szenarien auszuarbeiten.

Bei so einer finanziellen und wirtschaftlichen Analyse gibt es zahlreiche Aspekte, die nicht übersehen werden dürfen, wie z.B. der **Einfluss des erforderlichen Betriebskapitals**. Eine Investitionsentscheidung umfasst mehr als nur den Kauf einer neuen Maschine, um eine neue Aktivität ausführen zu können. So kann diese neue Aktivität eine Auswirkung haben auf den Lagerbestand (Muss ein Sicherheitslagerbestand angelegt werden?), die Kunden (Werden die neuen Kunden rechtzeitig bezahlen?) und die Lieferanten (Kann man günstige Zahlungsbedingungen bei diesen neuen Lieferanten aushandeln?). Diese Elemente bringen jeweils zusätzliche Ausgaben mit sich.

Ein zweiter Aspekt, den man berücksichtigen muss, ist der **Einfluss der Steuern**. Es ist gut zu wissen, dass die Regierung bestimmte Steuerermäßigungen bewilligt, wie z.B. auf die Zinsen und die Abschreibungen. Es werden ebenfalls Investitionsanreize vorgesehen (Inves-

titionsabzug und Steuerabzugsfähigkeit von fiktiven Zinsen).

Schließlich müssen auch die **Opportunitätskosten** berücksichtigt werden. Der Anlauf einer neuen Aktivität kann beispielsweise einen Umsatzrückgang einer anderen bestehenden Aktivität zur Folge haben oder die neue Maschine kann Lagerraum beanspruchen, die bisher noch an Dritte vermietet wurde.

Ferner können die Investitionsentscheidungen auch noch eine Anzahl weniger greifbare und schwerer messbare Folgen haben. Denken wir hier nur einmal an deren Einfluss auf die Zufriedenheit des Personals oder auf das Image des Unternehmens.

Das Treffen einer Investitionsentscheidung an sich ist nicht die Endphase des Prozesses. Denn die Einnahmen und Ausgaben der laufenden Projekte müssen gründlich verfolgt und analysiert werden. So können etwaige Abweichungen zwischen den budgetierten und den tatsächlichen Cashflows rechtzeitig entdeckt und angepasst werden. ■

Abteilung Verwaltung und Qualität, WTB

Neue Schulung

Wegen der Komplexität des Investitionsentscheidungsprozesses bietet das WTB – auf Wunsch seiner Mitglieder – eine neue Schulung an. Diese konzentriert sich vor allem auf die finanzielle und wirtschaftliche Analyse und hat das Ziel, den Unternehmen die Hilfsmittel zur Bewertung ihrer zukünftigen Investitionen an die Hand zu geben. Weitere diesbezügliche Informationen erhalten Sie bei der Abteilung Verwaltung und Qualität des WTB unter Verwendung der folgenden Adresse: gebe@bbri.be.



WTB-Veröffentlichungen

Les Dossiers du CSTC

- 2015/4.9** ,ETICS avec revêtements durs. Partie 1: performances des systèmes et sélection des matériaux‘.
- 2015/4.11** ,Effets des peintures sur les besoins d'énergie et le climat intérieur des bâtiments.‘
- 2015/4.15** ,ETICS avec revêtements durs. Partie 2: mise en oeuvre‘.
- 2016/2.4** ,Accessoires de maçonnerie‘.
- 2016/2.14** ,Mesure de l'étanchéité à l'air dans le cadre de la PEB: comment traiter les dispositifs de ventilation?‘
- 2016/3.9** ,Eaux de piscine: attention à l'équilibre calcocarbonique‘.

Infomerkblätter

- Nr. 73** ,Portes résistant au feu placées dans des parois résistant au feu. Performances exigées‘.

Technische Informationen

- TI 258** ,Guide pratique des systèmes de ventilation de base des logements (remplace les NIT 192 et 203)‘.



Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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) an J.-P. Ginsberg.
- Nützlicher Link: www.cstc.be (Rubrik ,Agenda‘).



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

Verantwortlicher Herausgeber: 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

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

Marktplaatsplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
Tel.: 011/79 95 11
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