



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2013/4



Schlitzwände
S. 4

Glasbrüstungen
S. 8

**Lacke und
Dichtstoffe**
S. 10

**Kollektive
Schornstein-
systeme**
S. 18

Inhalt 2013/4

Das WTB schaut entschlossen in die Zukunft 3



Realisierung von Schlitzwänden 4



Simulationen im Dienst von Energie und Innovation 6



Manipulation von kristallinen Solarmodulen 7



Installation von Glasbrüstungen: geklemmte Brüstungen ... 8



Innenputz und Luftdichtheit 10



Wasserstauungen auf Flachdächern 12



Fleckenbeständige Behandlung von Naturstein 13



Beurteilung der Kompatibilität von Lacken und Dichtstoffen 14



Gespritzter Polyurethanschaum als Bodendämmung 16



Dimensionierung von Ausdehnungsgefäßen: Revision der Norm NBN EN 12828 17



Kollektive Schornsteinsysteme mit natürlichem Zug 18



Passives und nachhaltiges Bauen: das Modellprojekt Ecooffice 19



Verbesserung der Luftschalldämmung mit Vorsatzschalen 20



Computerisierung der Unternehmensführung im Bausektor mit ERP 22



Das WTB schaut entschlossen **in die Zukunft**

Niemand zweifelt daran, dass der Bausektor ständig in Bewegung ist und in den letzten Jahren wichtige Veränderungen durchgemacht hat. So machte dieser Sektor unter anderem gesellschaftliche Veränderungen durch, die eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in die Atmosphäre bewirken müssen und unsere Gebäude immer leistungsfähiger machen müssen. Das WTB nimmt sich seine Rolle darin zu Herzen und will gemeinsam mit allen anderen Beteiligten die Zukunft dieses Sektors in die Hand nehmen. Das Zentrum entwarf deshalb einen Plan, den es in den kommenden Jahren verfolgen will. Ein Plan, der von den Arbeitsplänen der Technischen Komitees bestimmt wird. Diese Zielstellungen werden ausführlich im Visionsbericht „Cap sur 2015“ erläutert. Sie können diesen Bericht [auf unserer Webseite](#) downloaden. Kurz zusammengefasst arbeitete das Zentrum die folgenden 6 vorrangigen Aktionen aus:

1. Empfehlungen aufstellen, um Gebäude zu errichten, die bezüglich Energie fast oder vollständig autark sind, geringe Auswirkungen auf die Umwelt haben und wirtschaftlich machbar sind.
2. Technische Details zur Verfügung stellen, die anhand der auferlegten Anforderungen ausgearbeitet wurden.
3. Einen pragmatischen Ansatz für die energetische Renovierung der bestehenden Gebäude vorstellen.
4. Den gesamten Sektor durch den optimalen Einsatz der aktuellen Kommunikationsmittel informieren und ausbilden. Dadurch kann zur Verbreitung des allgemeinen Wissens und zur Erhöhung der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der Baubetriebe beigetragen werden.
5. Mitarbeit zur Aufstellung eines Qualitätsrahmens anbieten, der eng mit den wirtschaftlichen Herausforderungen des Sektors verbunden ist.
6. Ein Katalysator für die Stimulierung und das Folgen aller Innovationsprozesse im Bausektor sein.

Diese Zielsetzungen wurden bei einer Abendvorstellung am 17. September an ein 400-köpfiges Publikum detailliert vorgestellt. Das Zentrum nutzte diese Gelegenheit, um die Anwesenden den Reichtum der WTB-Webseite wieder entdecken zu lassen. Auf www.cstc.be/go/2015 können Sie einige Videofragmente finden, die während dieser Vorstellung gezeigt wurden. Dass der Abend ein Erfolg war, können Sie aus dem Feedback der Teilnehmer entnehmen: nicht weniger als 86 % fanden, dass die Veranstaltung in der näheren Zukunft wieder organisiert werden sollte und 98 % waren nach der Erläuterung der Produktdatenbank TechCom von ihrem Nutzen überzeugt (siehe Abbildung).

Das WTB verdankt diesen Erfolg natürlich auch seinen Mitgliedern und anderen Baufachleuten, die direkt an diesen Aktivitäten beteiligt sind. Es ist jedenfalls ihr Vertrauen, dass das Zentrum immer wieder motiviert, um seine Aufgaben mit der erforderlichen Professionalität zu einem guten Ende zu bringen.

Realisierung von Schlitzwänden

Die WTB-Arbeitsgruppe Verkleidungen beendete vor Kurzem die Aufstellung von zwei neuen Ausführungsblättern über die Realisierung von Spund- und Schlitzwänden. Diese Arbeitsgruppe begleitet ein laufendes pränormatives Forschungsprojekt zu Verkleidungs- und Befestigungstechniken, das durch den NBN und FÖD Wirtschaft gefördert wird. Wir gehen in diesem Artikel näher auf die Ausführung von Schlitzwänden ein.

Diese beiden neuen Ausführungsblätter gehören zur Serie der Datenblätter über Tiefgründungen, die das WTB in Zusammenarbeit mit dem Industriesektor erstellt hat. So erschienen 2012 Infomerblätter über die folgenden Verkleidungstechniken: Berliner Wände, Pfahlwände und ‚Soil Mix‘-Wände (Infomerblätter 56.1 bis 56.6). In der WTB-Kontakt 2012/4 kündigten wir außerdem die Publikation von fünf Infomerblättern über erdreichverdrängende Schraubpfahlssysteme (Infomerblattserie 67) an.

1 Anwendungsgebiet und Ausführung

Schlitzwände sind im Erdreich geformte Wände aus bewehrtem Beton. Sie werden meistens als erdreich- und wasserhemmende Abschirmung bei Baugruben mit großen (> 6 m) bis sehr großen Ausgrabungstiefen (> 20 m) ausgeführt. Häufig erhalten sie auch eine permanente und tragende Funktion. Durch

die Ausführungstechnik sind Schlitzwände ebenfalls dicht bei bestehenden Konstruktionen und Fundamenten realisierbar, unter der Voraussetzung, dass diese beim Ausführungsablauf berücksichtigt werden.

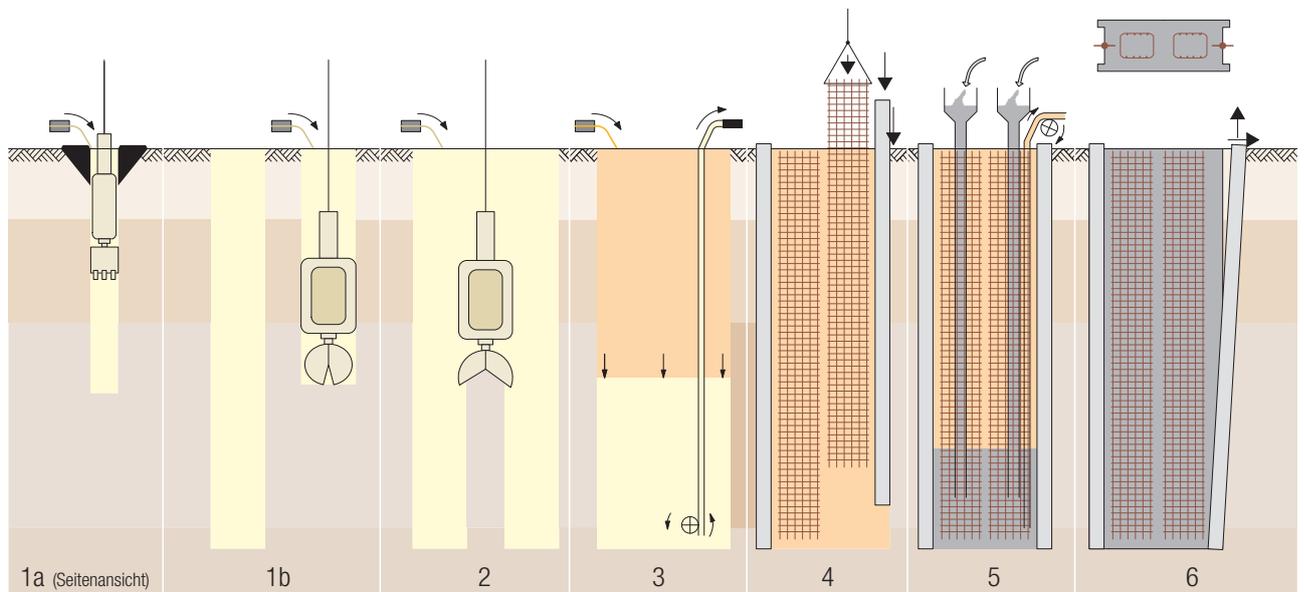
Bei der Herstellung von Schlitzwänden werden mithilfe eines speziellen rechteckigen Greifers (siehe Abbildung) im Boden bis auf die erforderliche Tiefe einzelne Schlitz ausgehoben. Um während der Aushebung das Einstürzen des Schlitzes zu verhindern, wird dieser mit einer Stützflüssigkeit (meistens Bentonitsuspension) aufgefüllt. Nach der Aushebung wird der Boden gereinigt und die Stützflüssigkeit erneuert. Danach werden die vorgefertigten Bewehrungskörbe in den Schlitz hinuntergelassen und wird dieser über ein oder mehrere Schüttrohre betoniert. Die folgende Abbildung zeigt die Ausführungsreihenfolge der individuellen Schlitzwandpaneele. Ein Standardpaneel hat eine Breite von 0,6 m bis 1,5 m und eine Länge von 2,8 bis 8,0 m und wird in der Regel bis

in eine Tiefe von ungefähr 30 m ausgeführt. Indem die individuellen Paneele aneinander anschließend ausgeführt werden, erhält man im Boden eine durchgehende Wand.

2 Besondere Schwerpunkte bei der Ausführung

2.1 Führungsbalken

Einer der Schwerpunkte ist die Anbringung von Führungsbalken entlang der Trasse der zukünftigen Wand. Dabei handelt es sich um parallele Balken aus (leicht) bewehrtem Beton, die mehrere Funktionen erfüllen. Sie dienen nicht nur als Führung für den Greifer, sondern bilden gleichzeitig eine unterstützende Konstruktion für die obersten Bodenschichten und sorgen für die Aufhängung der Bewehrungskörbe, der Fugenprofile (siehe § 2.2) und der Schüttrohre. Schließlich dienen sie als Referenzpunkt für das Aufmaß während der Ausführung der Schlitzwandpaneele.



Ausführung eines individuellen Schlitzwandpaneels.

1. Aushebung unter Stützflüssigkeit der beiden Enden des Paneels, jeweils über eine Greiferbreite
2. Aushebung unter Stützflüssigkeit des übrigen Erdreichs in der Mitte (auch ‚Merlon‘ genannt)
3. Reinigung des Bodens der Aushebung und Austausch der durch das Erdreich verschmutzten Stützflüssigkeit mit einer sauberen Stützflüssigkeit mit beschränktem Sandgehalt (< 2 Vol.-%)
4. Installation der Fugenprofile (an den Seiten) und der Bewehrungskörbe in den ausgehobenen Schlitz
5. Betonierung der Paneele mithilfe von Schüttrohren.



Es spricht für sich, dass eine genaue und stabile Einbringung der Führungsmauern eine wichtige Voraussetzung für die Einhaltung der gängigen Toleranzen für Schlitzwände (siehe § 3) bildet.

2.2 Fugen zwischen den Paneelen

Schlitzwände müssen regelmäßig eine wasserhemmende Funktion erfüllen. Darum ist es wichtig, das Eindringen von Grundwasser durch die Wand in die Baugrube so weit wie möglich zu beschränken. Der Anschluss der individuellen Paneele bildet hierbei einen Schwachpunkt. Die Technik lässt nicht zu, eine kontinuierlich durchlaufende Bewehrung anzubringen.

Deshalb werden – vor dem Betonieren jedes Schlitzwandpaneels – an beiden Seiten des ausgehobenen Schlitzes Stahlbewehrungselemente angebracht (das sind die sogenannten Fugenprofile). In die Fugenprofile ist ein Fugenband aus Kunststoff integriert. Nach Betonierung und der Entfernung des Fugenprofils (siehe Phase 6 in der Abbildung) bleibt dieses Fugenband teilweise in dem betonierten Paneel zurück. Das herausragende Teil des Fugenbandes ist auf diese Weise eingeklemmt, um mit in das anschließende Paneel einbetoniert zu werden. So wird das Eindringen von Wasser über die Anschlussfuge zwischen den einzelnen Schlitzwandpaneelen auf ein Minimum beschränkt.

2.3 Beton und Bewehrung

Eine Schlitzwand wird aus bewehrtem Beton hergestellt. Vor der Konfiguration der Bewehrungskörbe und der Zusammenstellung des anzuwendenden Betons müssen die zusätzlichen Anforderungen im Vergleich zu herkömmlich bewehrtem Konstruktionsbeton berücksichtigt werden. Diese Anforderungen sind in der Ausführungsnorm NBN EN 1538 für Schlitzwände aufgenommen und berücksichtigen die Ausführungsaspekte, die für dieses Verfahren charakteristisch sind.

So wird unter anderem ein minimaler Zementgehalt von 350 bis 400 kg/m³ verlangt und muss der Beton einen hohen Flüssigkeitsfaktor besitzen ($S = 200 \pm 30$ mm). Eine kontinuierliche Anfuhr von frischem Beton von 50 bis 80 m³/Stunde ist meistens erforderlich, um ein Schlitzwandpaneel innerhalb eines akzeptablen Zeitraums über die vollständige

Klassifizierung der Wasserdichtheit von Schlitzwänden gemäß ÖBV.

Klasse	Beschreibung	Quantifizierung Wassersperrfähigkeit	Funktionalität
1	Vollständig trocken	–	Lagerung besonderer Güter
2	Relativ trocken	Bis 1 ‰ der Sichtfläche sind Feuchtigkeitsflecken akzeptabel. Wasser Spuren sind bis 0,2 m erlaubt.	Räume zur öffentlichen Nutzung, Lagerräume
3	Etwas feucht	Bis 1 ‰ der Sichtfläche sind Feuchtigkeitsflecken akzeptabel. Einzelne Wasser Spuren sind erlaubt.	Garagen, Infrastrukturvorhaben
4	Feucht	Die maximale Leckage pro Fleck oder pro Meter Fuge beträgt 0,2 l/Stunde und der Durchschnitt pro m ² Wand ist auf 0,01 l/Stunde begrenzt.	Garagen, Infrastrukturvorhaben mit zusätzlichen Maßnahmen
5	Nass	Die maximale Leckage pro Fleck oder pro Meter Fuge beträgt 2 l/Stunde und der Durchschnitt pro m ² Wand ist auf 1 l/Stunde begrenzt.	

Länge zu betonieren. Der Entwurf des Bewehrungskorbes muss einen guten Durchfluss des Betons zulassen und eine minimale Betondeckung von 75 mm garantieren.

3 Toleranzen und Leistungen bezüglich Wasserdichtheit

Erfahrungen aus der Praxis lehren uns, dass es noch regelmäßig Missverständnisse gibt bezüglich der Toleranzen und der zu erwartenden Wasserdichtheit von Schlitzwänden.

In erster Linie wollen wir darauf hinweisen, dass man bereits bei der Einbringung der unterirdischen Räume die Ausführungstoleranzen für Schlitzwände berücksichtigen muss. Unter normalen Umständen gilt eine zulässige horizontale Abweichung an der Geländeoberkante von 25 mm in Richtung der Baugrube und von 50 mm in die andere Richtung. Darüber hinaus beträgt die Toleranz bezüglich der Tiefe 1 ‰ der Ausgrabungstiefe.

Ein anderes Missverständnis betrifft die Wasserdichtheit der Schlitzwände. Schlitzwände können im Allgemeinen nicht als vollständig wasserdicht betrachtet werden. Feuchtigkeitsflecken und abtropfendes Wasser sind nicht immer zu vermeiden. Es ist wichtig, dass der Bauherr im Voraus die gewünschte Dichtheitsklasse der unterirdischen Räume festlegt, sowie die erforderlichen Maßnahmen, um diese zu erreichen.

Zur Bestimmung der Dichtheitsklasse kann die Methode im „Handboek Diepwanden (C321)“ von CUR Bouw en Infra verwendet

werden. Diese Methode stützt sich auf die Klassifizierung der unterirdischen Räume gemäß den Richtlinien der Österreichischen Bautechnik-Vereinigung (ÖBV). Diese Richtlinien geben fünf Wasserdichtheitsklassen an und verbinden diese an die Funktionalität der unterirdischen Räume. Außerdem wird die zulässige Leckmenge für jede Klasse quantifiziert (siehe Tabelle). Entsprechend dem Handbuch werden nur die Klassen 4 bis 5 bei einem herrschenden Wasserdruck von ungefähr 10 m und bei Anwesenheit von gut durchlässigen Schichten hinter der Schlitzwand (Sand, Kies) erreichbar sein. Bei 15 m Wasserdruck wird sogar nur Klasse 5 erreichbar sein. Bei geringen Wasserdrücken ist Klasse 3 und in Ausnahmefällen auch Klasse 2 (nur bei sehr sorgfältiger Ausführung) erreichbar. Klasse 1 ist nur möglich, wenn während der gesamten Lebensdauer der Wand kein Wasserdruck auftritt.

Um die gewünschte Dichtheitsklasse zu erreichen, können zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, wie etwa der Einsatz einer angepassten Betonqualität, die Installation eines Entwässerungssystems (eventuell in Kombination mit einer Vorsatzschale) oder das Einbringen einer unabhängigen, sekundären, flüssigkeitsdichten Barriere. Für die Bestimmung der Dichtheitsklasse, den Entwurf und die Ausführung einer unabhängigen, flüssigkeitsdichten sekundären Barriere verweisen wir auf die [TI 247](#) und die Norm NBN EN 1992-3.

N. Huybrechts, Ir., Abteilungsleiter und
G. Van Lysebetten, Ir., Forscher, Abteilung
Geotechnik, WTB

Simulationen im Dienst von Energie und Innovation

Das SIMBA-Projekt wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und der Wallonischen Region gefördert und vereinigt Partner aus Forschungszentren (Cenaero, WTB) und Universitäten (ULg, UCL), die sich mit der multiphysischen Gebäudesimulation auseinandersetzen. Während des Projekts wollen die Partner feststellen, ob eine Technologieübertragung aus komplexen Simulationen, die für die Luftfahrt (z.B. bezüglich Luftströmung oder Wärmeübertragung) entwickelt wurden, dem Bausektor Nutzen bringen können.

Nutzen der Simulation: einige Beispiele

Auf dem Gebiet des nachhaltigen Bauens ist der normative Kontext rund Energieverbrauch, Komfort, Lebensqualität und Sicherheit in voller Entwicklung. Folglich wird nicht nur dem ökologischen Entwurf immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt, sondern werden auch neue innovative Produkte entwickelt, wobei der Nachdruck auf eine nachhaltige Produktion, einen geringeren Energieverbrauch oder die Energiewiederverwertung gelegt wird.

Es geht hier um eine äußerst komplexe Materie, da sich diese Arbeiten auf verschiedenen Ebenen abspielen (beginnend beim Bauprogramm, bis zum Gebäude oder sogar der ganzen Stadt) und innerhalb der unterschiedlichsten technischen Bereiche. Diese Komplexität bedeutet immer öfter die Anwendung komplexer Rechenmethoden, wie multiphysische numerische Simulationen. Während dieser Simulationen berechnet man mithilfe von Computern die Evolution der physischen Kennzeichen (z.B. der Temperatur) eines Materials oder eines Fluidums an einer willkürlichen Stelle innerhalb des Gebäudes und dies mit verschiedenen Szenarien.

Diese Technologie kann während der Entwurfsphase und dem Entscheidungsprozess sehr nützlich sein, da sie die Berechnung

einiger kritischer Entwurfs- und Diagnoseparameter ermöglicht. Die nachfolgende Abbildung stellt z.B. das Ergebnis einer Simulation zur Beurteilung der Windbelastung in einem bestimmten Stadtteil vor. Die Linien stellen die lokalen Windrichtungen dar, wobei die Farben ein Bild von den Windgeschwindigkeiten geben. Dank der Simulation kann man:

- den Einfluss auf den Komfort der Fußgänger in den angrenzenden Straßen beurteilen und dadurch vermeiden, dass Zonen entstehen, in denen es permanent stark weht
- die Position der Luftzufuhröffnungen optimieren, z.B. um die mechanischen oder erzwungenen Belüftungsbedürfnisse zu reduzieren oder zu vermeiden, dass sich eine Luftabfuhröffnung (z.B. für Rauch im Falle eines Brandes) in einer Zone befindet, in der ein konstanter Überdruck herrscht (wodurch die Leistungsfähigkeit der Abfuhr stark abnehmen würde).

KMB über diese Innovationen unterrichten: die Aufgabe der Forschungszentren

Langsam aber sicher beginnen bestimmte Unternehmen, den Nutzen des Zusammenbringens von computergesteuerten virtuellen 3D-Modellen (gängige Praxis) mit einer dynamischen numerischen 3D-Simulation einzusehen. Beide Techniken sind jedoch noch nicht gut aufeinander abgestimmt. Es ist Aufgabe der Forschungszentren, wie Cenaero und WTB, Lösungen anzubieten.

Ein KMB, der ein Programm für die 3D-Wiedergabe von leichten Konstruktionen wie Veranden

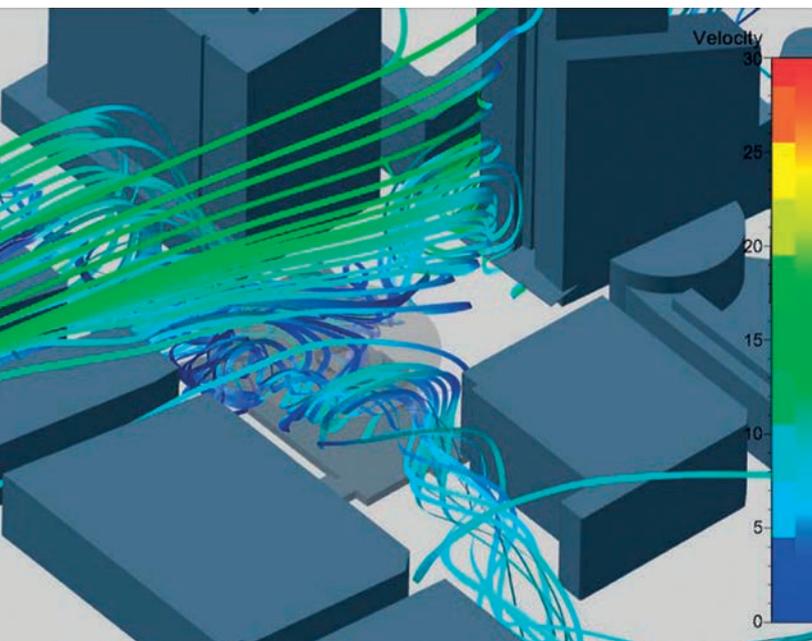
entwickelt, ist sich der Tatsache bewusst, dass sein Programm von komplexen Simulationen profitieren würde. Deshalb arbeitet dieser KMB im Moment an der Einbindung eines Rechenmoduls für die Windbelastung. In der Rechenform für die Windbelastung (Teil 1-4 des Eurocode 1) werden nur Gebäude mit einer sehr einfachen geometrischen Form berücksichtigt. Denn die europäische Norm umfasst lediglich Informationen für Gebäude mit rechteckigem Grundriss. Es spricht für sich, dass in der Norm nicht alle möglichen Konfigurationen berücksichtigt werden können. Im Falle der Veranden sind die betrachteten Formen jedoch recht komplex. Es geht hier nämlich meistens um Konstruktionen, die an bestehende Gebäuden hinzugefügt wurden und die außerhalb des Anwendungsgebietes der Norm fallen.

Zusammen mit Cenaero hat sich der oben erwähnte KMB zum Ziel gestellt, eine 3D-Berechnung der Windströme rund um die Gebäudeschale auszuführen, hieraus die Winddrücke auf die verschiedenen Elemente abzuleiten und diese Resultate für die Dimensionierung zu verwenden. So will der KMB vermeiden, dass die Veranden bei Sturm einstürzen oder wegfliegen könnten.

Bei der Entwicklung solcher Lösungen wird vor allem auf Folgendes geachtet:

- die Suche nach einem Gleichgewicht zwischen dem Forschungszeitraum, den Kosten der Berechnungen und der Genauigkeit der Resultate
- die Bestimmung der Randbedingungen (z.B. Isolierung der Wände, Luftdichtheit)
- die Beurteilung des Einflusses der unterschiedlichen angenommenen Hypothesen auf die Resultate (Sensitivitätsstudie)
- die Bestätigung der Ergebnisse über andere Kanäle, wie Messungen in wahrer Größe oder in einem Windtunnel.

C. Goffaux, Dr., Koordinatorin des SIMBA-Projektes, Cenaero
G. Zarnati, Ir., Projektleiter, Laboratorium Strukturen, WTB





Obwohl diese Module mit ihrem Metallrahmen und gehärteten Glasplatten robust aussehen, enthalten sie sehr empfindliche Zellen. Diese können nach Stößen oder Verformungen reißen, ohne dass am Paneel äußerliche Schäden sichtbar sind. Diese Schäden tragen zu einer Verminderung der Lebensdauer bei und senken das Leistungsvermögen. Da diese Paneele eine theoretische Lebensdauer von 20 Jahren haben, ist es wichtig, bei der Lagerung, dem Transport, der Montage und der Wartung die erforderlichen Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

Qualität der Solarzellen

Wie bei jedem Produkt ist auch die Qualität von Solarzellen variabel. Die internationalen Normen IEC 61215 und IEC 61730 beschreiben ein Prüfverfahren, mit dem die Eignung der kristallinen Solarzellen für eine langlebige Nutzung in einer Außenumgebung geprüft werden kann. Da das Produkt bei diesen Tests im Ganzen geprüft wird, müssen bei jeder Änderung des Entwurfs, der Materialien, der Bauteile oder der Fertigung, vollständig oder teilweise neue Tests durchgeführt werden. Es gibt auch Qualitätslabel (wie AQPV in Frankreich oder ElioQual in Belgien) für die Verteiler und Fabrikanten solcher Zellen. Diese geben an, dass die Zellen, auf denen das Label angebracht wurde, einer strengeren und/oder regelmäßigeren Qualitätskontrolle unterzogen werden. Es bestehen verschiedene Labels für verschiedene Anforderungsniveaus.

Die physische Integrität der Solarmodule kann jedoch zwischen der Auslieferung aus der Fabrik und der Montage auf dem Dach des Endbenutzers während der unterschiedlichen Manipulationsphasen (großen oder kleinen) Änderungen unterworfen sein.

Unsichtbare Schäden

Ein kristallines Solarmodul ist aus miteinander verbundenen Siliziumzellen aufgebaut, die für die Elektrizitätsproduktion verantwortlich sind. Diese Zellen sind von einem Harz (EVA oder Silikon) umgeben und sind an der Sonnenseite mit einer gehärteten Glasplatte und an der Rückseite mit einer schützenden Membran bedeckt. Die meisten Module werden mit einem Aluminiumrahmen versteift.

Die Glasplatte und der Rahmen haben einen viel höheren Widerstand gegen Stöße und Verformungen als die Siliziumzellen. Dadurch kann ein Modul, das einen Stoß abbekommt oder verformt, unbeschädigt aussehen, obwohl ein wichtiger Teil der Solarzellen unwiderruflich beschädigt ist. Abhängig von der Art der Verformung des

Moduls können die Zellen Mikrorisse aufweisen oder vollkommen defragmentiert und verpulvert sein.

Diese Schäden werden sich nicht unmittelbar in einer deutlichen Senkung der Leistungsfähigkeit zeigen, sondern werden dafür sorgen, dass die Leistung schneller sinkt, je älter das Modul wird (von einigen Prozent nach ein paar Monaten bis zu einigen Dutzend Prozent nach ein paar Jahren). Die Abwechslung zwischen warmen Perioden der Sonneneinstrahlung und kühleren Nächten verursacht thermische Ausdehnungszyklen. Unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen wärmt sich die Zelle auf und dehnen sich die Materialien entsprechend den verschiedenen Koeffizienten aus. Die gebrochenen Teilchen der beschädigten Zellen werden sich weiter voneinander entfernen und die Mikrorisse vergrößern sich. Die elektrischen Verbindungen werden beschädigt, wärmen sich auf und werden letztendlich ausfallen und zu einer progressiven Auslöschung der beschädigten Zellteile beitragen.

Die unsichtbaren Schäden können mit Beobachtungstechniken wie Elektrolumineszenz sichtbar gemacht werden. Hierbei werden die Zellen eines Moduls untersucht, indem die lichtproduzierende Leistung der Solarmodule unter elektrischem Strom und Spannung verwendet wird. Die schwarzen Flecken auf der Abbildung rechts wurden durch Elektrolumineszenz sichtbar.

Manipulation und Wartung

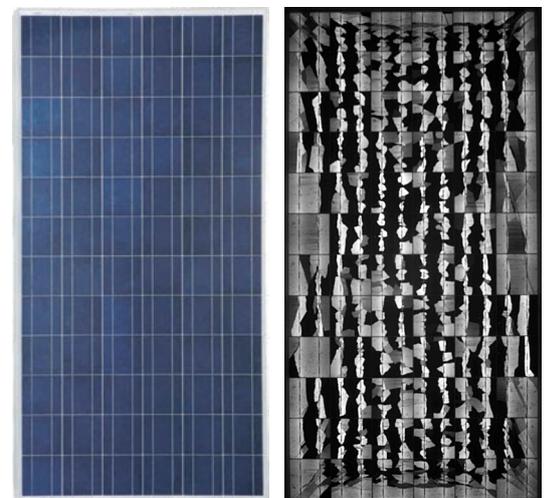
Um unsichtbare Schäden zu vermeiden, muss mit den Solarmodulen während des Transports, der Lagerung, der Installation und der Wartung sehr sorgfältig umgegangen werden. Wir raten zu folgenden Vorsorgemaßnahmen:

- Lassen Sie die Module so lange wie möglich in der Originalverpackung. So sind sie gegen Kratzer geschützt und werden die Auswirkungen eventueller Stöße abgeschwächt. Der Zustand der Verpackung kann auch auf eventuelle Schäden hinweisen.

Manipulation von kristallinen Solarmodulen

- Befestigen Sie die Module gut während des Transports. So werden Stöße zwischen den Paneelen untereinander und zwischen den Paneelen und den Wänden des Fahrzeuges vermieden. Ein Transportregal mit weichen Schaumstoffböden kann beispielsweise eine Lösung darstellen.
- Lagern Sie die Paneele flach auf dem Bauplatz, weit weg von den Arbeiten und sorgen Sie dafür, dass nichts darauf abgelegt wird. Es wird eine vertikale Lagerung empfohlen, aber das ist nicht immer möglich.
- Kontrollieren Sie während der Installation auf dem Dach, dass das Befestigungssystem die Paneele nicht verformt. Vorzugsweise verwenden Sie ein verstellbares Befestigungssystem, bei dem die Position der Befestigungen an die Form oder die Unebenheiten des Daches, unter Berücksichtigung der thermischen Ausdehnung, angepasst werden kann.
- Schließlich ist es verboten:
 - auf die Solarmodule zu treten oder Werkzeuge darauf fallen zu lassen
 - dass die Module in Höhe der Rahmenränder aneinander reiben
 - die Module fallen zu lassen
 - die Module mit Spannrainen zu fest anzuziehen.

X. Kubom, Ir., Laboratorium Heizung, WTB
S. Peeters, Eliosys (akkreditiertes Prüflaboratorium)



Scheinbar unbeschädigtes Modul nach einem Stoß (links) und Visualisierung mittels Elektrolumineszenz (rechts) (Quelle: Eliosys).

Installation von Glasbrüstungen: geklemmte Brüstungen

Es wird im Moment eine neue TI vorbereitet, die eine Fortsetzung von der TI 242 über besondere Bauwerke aus Glas ist. Eines der Kapitel wird (vollständige oder teilweise) Glasbrüstungen für Gebäude behandeln. Hierin werden Vorschriften für den Entwurf, die Dimensionierung und die Ausführung dieser Bauelemente angeboten. Dieser Artikel baut auf den Artikel ‚Garde-corps des bâtiments‘ (Les Dossiers du CSTC 2011/4.9) auf und gibt mehr Informationen über die Montage von geklemmten Glasbrüstungen.

Glas kann in einer tragenden Struktur als Füllelement zum Einsatz kommen (siehe Abbildung 1). Es enthält dann eine Versteifungsrippe, die die Stabilität der gesamten Konstruktion garantieren muss. Das Glas kann entweder durch Punktbefestigungen, durch ununterbrochene Stützen oder durch Einklemmen befestigt werden. Glas kann auch als strukturelles Element verwendet werden, wenn es alle Belastungen, die die Brüstung angreifen, auffängt und diese entweder an den Rohbau über direkte Einklemmung oder über Punktauflagen an den Längsseiten der Glasplatte (mit oder ohne Leiste) oder an die tragenden Elemente, die mit dem Rohbau verbunden sind (ohne Leiste), weitergibt.

Für Brüstungen darf ausschließlich Verbundglas verwendet werden. Bei Verbundglas, bei dem alle Komponenten thermisch gehärtet sind (wie z.B. bei der Montage mit Befestigungen durch das Glas), ist es ratsam, eine Leiste vorzusehen, die die Glasränder gegen Stöße schützt und die die Verglasung beim Bruch einer der zusammengesetzten Glasplatten an seinem Platz hält. Diese Leiste schützt außerdem auch die Zwischenschicht und fängt größtenteils die Ausführungs- und Herstellungstoleranzen auf. Bei der Verwendung von gehärtetem Verbundglas muss bereits beim Entwurf dem Verhalten nach einem Bruch der Brüstung Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Es muss immer darauf geachtet werden,

dass die verschiedenen angewendeten Materialien (Stützblöcke, Dichtstoff, Abstandshalter ...) miteinander kompatibel sind und dass jedes Eindringen von Lösungsmitteln (z.B. Reinigungsmittel) oder Feuchtigkeit in die Zwischenschichten vermieden wird.

Die sichtbaren Ränder des Glases werden immer flach geschliffen und mattiert.

Verankerung am Rohbau

Die Befestigung der Brüstung an der Hauptkonstruktion (Beton, Stahl, Holz ...) muss entsprechend den Vorschriften der Norm NBN B 03-004 vorgenommen werden. Die Verankerungen werden mithilfe von Befestigungen ausgeführt, die an das Material angepasst sind, an das sie angebracht werden sollen. Ihr Widerstand muss anhand eines Prüfberichts, Tests vor Ort oder einer Berechnung garantiert werden.

Verankerungen für Beton verfügen im Idealfall über eine Zulassung gemäß ETAG 001. Es muss darauf geachtet werden, dass die Befestigungen an geeigneter Stelle bezüglich der Bewehrung der Bodenplatte und der Elementränder angebracht werden.

Der Typ und die Positionierung der Verankerungen hängen von der Umgebung ab, in der die Brüstung sich befinden wird, und müssen vor der Installation spezifiziert werden.

Es ist ratsam, Abdichtungselemente nicht zu durchbohren. Wenn es sich wirklich nicht vermeiden lässt, muss einerseits der Entwurf angepasst werden, um den Einfluss dieser Handlung soweit wie möglich zu beschränken, und andererseits die Kontinuität der Abdichtung in entsprechender Weise wiederhergestellt werden.

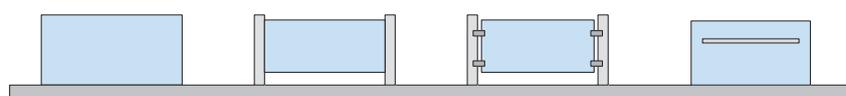
Geklemmtes Glas

Abgesehen von den Installationstechniken von Glasbrüstungen durch Montage in einer Nut (an zwei, drei oder an allen Seiten) und durch Punktbefestigung (an einer sekundären oder primären Struktur), wählen Architekten und Bauherren heutzutage auch immer häufiger Brüstungen aus geklemmtem Glas. Auf diese Weise wird der visuelle Einfluss der Brüstung auf das Gebäude auf ein Minimum beschränkt und wird so viel Licht wie möglich in das Gebäude gebracht. Wir werden in der Fortsetzung dieses Artikels auf diese letzte Technik und ihre Varianten eingehen.

Die Ausführung von Brüstungen aus geklemmtem Glas muss gründlich untersucht werden, vor allem in Bezug auf Verformung und Stabilität. Es muss, abhängig vom Anwendungstyp, mindestens Verbundglas oder gehärtetes Verbundglas des Typs 88.2 oder, in den meisten Fällen, des Typs 1010.2 verwendet werden.



Glas als Füllelement

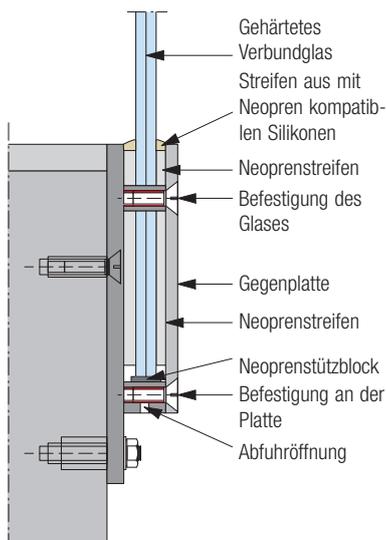


Glas als strukturelles Element

Die Brüstung wird am Rohbau mittels Einklemmung in den Boden oder mittels Befestigung mit (durchlaufenden) Metallplättchen am Rand der Bodenplatte oder der Treppenstufen befestigt.

Das Glas kann auf verschiedene Arten eingeklemmt werden: Einklemmung in ein U-Profil, Verschraubung in der Bodenplatte (Metallplättchen entlang der beiden Seiten, mit einer Befestigung durch das Glas, siehe Abbildung 2) oder Festklemmen des Glases (Metallplättchen entlang der beiden Seiten

1 | Arten Glasbrüstungen.



2 | Einklemmung durch Verschraubung an der Bodenplatte (Quelle: AGC).

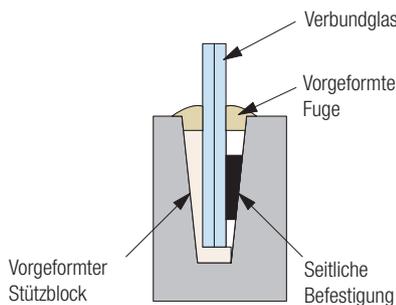
ohne Befestigung durch das Glas). Die Einklemmtiefe (die in der Regel 100 mm beträgt) muss mit einer Berechnung oder einem Test bestätigt werden.

Das Glas wird gemäß der **TI 221** auf zwei Stützblöcke montiert. Abhängig von der verwendeten Technik – aber vor allem bei Einklemmung in ein Profil – kann das Glas auch auf (eventuell durchlaufende) profilierte Stützblöcke (z.B. in L-Form oder U-Form) aus Neopren, EPDM oder einem gleichwertigen Material montiert werden.

Die seitliche Befestigung des Glases ist je nach den eingesetzten Produkten und dem ausgewählten System unterschiedlich. Die Härte der für die Befestigung verwendeten Materialien ist hierbei einer der wichtigen Parameter. Die seitliche Befestigung kann z.B. mithilfe einer durchlaufenden Fuge über die gesamte Nutlänge ausgeführt werden. Diese Fuge besteht aus Neopren, EPDM oder einem gleichwertigen Material und hat eine



4 | Einklemmung durch Punktfestigungen.



3 | Einklemmung in ein Profil.

Shore-A-Härte von mindestens 60. Entlang der beiden Seiten der Verglasung wird eine elastische Dichtstoffuge mit einem Querschnitt gemäß STS 56.1 angebracht. Abhängig von der angewendeten Technik – und vor allem bei Einklemmung in ein Profil – kann auch vorgeformtes Fugenmaterial verwendet werden.

Es wird empfohlen, an beiden Seiten der Stütze eine Drainageöffnung vorzusehen, um zu vermeiden, dass angestautes Wasser Schäden an der Zwischenschicht verursacht.

Bei einer Einklemmung in ein Profil (siehe Abbildung 3) wird die seitliche Befestigung des Profils durch profilierte Stützblöcke aus synthetischem Material mit einer Dicke, die entsprechend der Glasdicke variiert, vorgesehen. Es muss darauf geachtet werden, dass diese Art der Befestigung keine übermäßigen Spannungen im Glas in Höhe der Stützblöcke verursacht. Das Risiko gilt auch für Verschraubungen, wenn man die Spannkoppel nicht kontrolliert.

Punktfestigungen an der Hauptstruktur

Glasbrüstungen werden häufig direkt am Rohbau gegen den Rand der Bodenplatte oder der Treppenstufen befestigt. Es werden mindestens zwei Reihen, meistens ausgerichtete, Punktfestigungen verwendet (siehe Abbildung 4). Diese Befestigungstech-

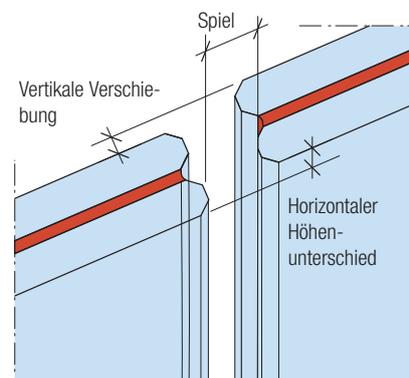
nik ist nur für gehärtetes oder halbgehärtetes Verbundglas geeignet. Bei Punktfestigungen müssen immer Schutzringe (z.B. aus PEHD, d.h. Polyethylen mit hoher Dichte) und Spannringe aus z.B. Neopren (Shore-A-Härte von mindestens 60) vorgesehen werden.

Zusammengesetzte Brüstungen

Bei zusammengesetzten, eingeklemmten Brüstungen, die aus mehreren nebeneinander liegenden Glaspaneelen aufgebaut sind, ist es ratsam, zwischen zwei Paneelen immer ein Spiel von 5 - 12 mm zu lassen. Dieser darf eventuell mit Dichtstoff oder vorgeformten Fugen aus synthetischem Material aufgefüllt werden.

Die Brüstung wird vorzugsweise mit einem Geländer ausgestattet. Wenn keine obere Leiste vorhanden ist, kann es zu Verschiebungen zwischen zwei aneinander anschließenden Glaspaneelen kommen. Eine vertikale Verschiebung von 5 mm ist durchgehend akzeptabel. Der maximale horizontale Höhenunterschied zwischen zwei Glaspaneelen beträgt 3 mm (siehe Abbildung 5).

V. Detremmerie, Ir., Laboratoriumleiter, Laboratorium Dach- und Fassadenelemente, WTB



5 | Toleranzen für zusammengesetzte Brüstungen.

Dieser Artikel gibt eine kurze Beschreibung der Rolle, die der Innenputz für die Luftdichtheit massiver Gebäude spielt und führt die bautechnischen Lösungen an, die bisher entwickelt wurden, um die Luftdichtheit zu optimieren. Wir legen hierbei den Nachdruck auf die Verbindungen zwischen einem Gipsputz und den anderen Gebäudeteilen.

Innenputz und Luftdichtheit

In der thematischen [WTB-Kontakt 2012/1](#) wurden die Zielstellungen und die Prinzipien der Luftdichtheit von Gebäuden ausführlich besprochen. Obwohl das Luftdichtheitsniveau eines Gebäudes selbst noch keine gesetzlich vorgeschriebene Leistung ist, kann sie dennoch die gesamte Energieleistung des Gebäudes erhöhen. Und dies ist ein Faktor, der sehr wohl Gegenstand einer – übrigens immer strenger werdenden – Reglementierung für Neubauten ist. Außerdem kann ein erhöhtes Luftdichtheitsniveau auch für die Verleihung eines Passivlabels oder vom Auftraggeber verlangt werden.

1 Relativer Beitrag des Innenputzes

Obwohl die Luftdichtheit auf Gebäudeniveau nicht direkt in die Leistungen der Wände und Baumaterialien umgesetzt werden kann, nimmt man im Allgemeinen an, dass eine Luftdurchlässigkeit von $0,10 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ bei einem Druckunterschied von 50 Pa die obere Grenze bildet, um von einer guten Luftdurchlässigkeit sprechen zu können.

Wenn die tragenden vertikalen Wände eines Gebäudes aus Mauerwerk errichtet wurden, das an der Innenseite mit einem gipshaltigen Innenputz verputzt wird, wird dieser Putz einen durchschlaggebenden Faktor für die Luftdichtheit der Wände bilden. Dieser Innenputz muss dafür sorgen, dass die Wände eine bessere Luftdichtheit haben als der vorher genannte Grenzwert. Diese Leistungen können im Laboratorium gemäß der Norm NBN EN 12114 gemessen werden. Eine umfangreiche WTB-Prüfkampagne liefert vorläufig günstige Ergebnisse für den Großteil der gipshaltigen Putze mit einer Dicke ab 4 mm.

Diese Resultate dürfen jedoch keinesfalls für andere Innenputzsorten hochgerechnet werden, etwa auf Basis ihrer Porenstruktur und unter Berücksichtigung ihrer Dicke, ihrer Oberflächenverarbeitung (geglättet oder abgestrichener Putz) und ihrer Alterung. Wir sind deshalb der Meinung, dass diese Leistungen in Zukunft in die betreffenden Produktnormen aufgenommen werden müssen.

Obwohl der Verputz von zusätzlichen Oberflächen im Moment nur selten in das Lastenheft aufgenommen wird, finden wir, dass dies ab jetzt sicher der Fall sein muss. Wir denken beispielsweise an:

- die Umrandung von Innentüren, die sich dicht an vertikalen Außenwänden befinden (siehe Abbildung 3 aus [Les Dossiers du CSTC 2012/1.4](#))
- die horizontale Oberfläche der Zarge
- die Oberflächen, die durch bestimmte Fertigstellungen (z.B. Mauerteile zwischen der abgehängten Decke und der eigentlichen Decke) verhüllt werden.

2 Verbindungen

Bestimmte Verbindungen zwischen verputzten Oberflächen und anderen Bauelementen (z.B. Fenster) sind sehr wichtig für eine hohe Luftdichtheit.

Mangels einer deutlichen gesetzlichen Voraussetzung für Achsverbindungen und um ihnen einen relativen Wert zuzuerkennen, verwendet man häufig einen Grenzwert von $0,30 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ bei einem Druckunterschied von 50 Pa. Diese Verbindungen können mit einem hierfür geeigneten luftdichten Produkt, wie luftdichten Membranen (auf den Untergrund geklebt oder in den Putz aufgenommen), flüssig aufgetragenen Produkten oder sogar flexiblen Fugen ausgeführt werden.

2.1 Verbindungen am Mauerfuß

Aus unserer Erfahrung mit Prüfmessungen vor Ort wissen wir, dass dieser Verbindungstyp im Massivbau relativ wenig Luftleckagen aufweist.

Wenn sehr hohe Luftdichtheitsniveaus vorgeschrieben wurden, muss man andere bautechnische Lösungen bedenken, je nachdem, ob das Mauerwerk mit oder ohne Feuchtigkeitssperre errichtet wurde.

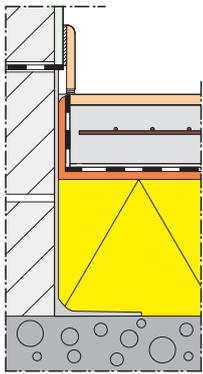
Wenn keine Feuchtigkeitssperre vorhanden ist, verputzt man die vertikale Wand durchge-

hend bis an die Oberseite der Bodenplatte. Wegen der langwierigen Feuchtigkeitsempfindlichkeit des Putzes (die sich beispielsweise in Schimmelbildung äußern kann), darf man in diesem Fall mit den Bodenfertigstellungsarbeiten erst beginnen, nachdem der Putz ausreichend trocken konnte (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/4.11](#)).

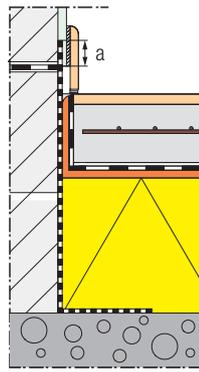
Wenn hingegen eine Feuchtigkeitssperre vorhanden ist, (beispielsweise im Erdgeschoss) muss man erst und vor allem berücksichtigen, dass es nicht zulässig ist, diese Sperre mit einem kapillaren Material (z.B. gipshaltiger Innenputz) zu überbrücken. Die hier oben vorgestellte Lösung kommt mit anderen Worten nicht infrage und man wird eine der im Folgenden beschriebenen Maßnahmen treffen müssen.

Als erste Alternative kann man auf der Innenseite des Mauerfußes, unter der Feuchtigkeitssperre und teilweise auf dem Boden, einen Putz anbringen, der für den Untergrund geeignet ist und eine ausreichende Luftdichtheit bietet (z.B. zementgebundener Putzmörtel). Ein kleiner Vorsprung der Feuchtigkeitssperre aus der Mauerfläche ($\pm 2 \text{ cm}$) bildet hierbei sowohl die Stelle, bis wohin der gipshaltige Innenputz reichen muss, als auch die Grenze, die dieser nicht überschreiten darf (siehe Abbildung 1). Wenn die Feuchtigkeitssperre ausreichend steif ist, kann sie sogar das Stoppprofil für den Putz ersetzen. Ist das nicht der Fall, wird man dennoch ein solches Profil anbringen müssen. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass die Feuchtigkeitssperre nicht überbrückt wird und dass keine Unsicherheit über das spätere Verhalten der Verbindungen bei Belastungen (z.B. Stoßbelastungen) besteht. Sie hat den Nachteil, dass die strikt theoretische Kontinuität der Luftdichtheit nicht garantiert wird.

Eine zweite Möglichkeit besteht aus dem Verkleben einer Membran auf dem Boden und an der Mauer (siehe Abbildung 2). Diese Membran wird mit einem Verbindungstreifen versehen, der entweder in den Putz integriert ist oder den Putz unterstützt. Es spricht für sich, dass weder diese Membran,



1 | Anbringung eines angepassten Putzes bei Vorhandensein einer Feuchtigkeitssperre.



2 | Anbringung einer Membran auf der Mauer und dem Boden bei Vorhandensein einer Feuchtigkeitssperre.

noch die Verklebungsprodukte kapillar sein dürfen, da sie beide die Feuchtigkeitssperre überbrücken. Diese Lösung hat den Vorteil, dass die strikt theoretische Kontinuität der Luftdichtheit garantiert wird. Mangels der Daten über das zeitliche Verhalten dieser Verbindung ist es ratsam, die Länge a der eigentlichen Verbindung zwischen Putz und der Membran auf einige Zentimeter zu beschränken (± 3 cm, siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/3.9](#)).

Eine dritte Alternative stützt sich auf dieselben Prinzipien und besteht aus der Verwendung von Produkten, die flüssig an der Innenseite des Mauerfußes vor oder nach dem Anbringen des Putzes angebracht werden.

Wir finden, dass Membranen, die an der Außenseite des Mauerfußes angebracht wurden, um Luft- und Wasserdichtheit zu garantieren, bei dieser Übersicht nicht aus-

geschlossen werden dürfen. Bei jeder dieser Lösungen müssen die zu respektierenden Höhen (Position der Feuchtigkeitssperre, Stopposition für den Putz, Höhe der Membran, fertiggestellte Höhe) durch den Auftraggeber vorgeschrieben werden.

2.2 Verbindung mit Schreinerarbeiten

Wie bereits in § 1 erwähnt, müssen alle vier Seiten der Zarge verputzt werden.

Aus unserer Laborerfahrung wissen wir, dass wir gemäß den Vorschriften aus der [TI 199](#) für Putzarbeiten eine luftdichte Verbindung mit Stoppprofilen machen können, die wir mit einer flexiblen Fuge (mit Rückenfüllung) ausstatten. Es spricht für sich, dass die Ausführung sorgfältig durchgeführt werden muss, um die Leistung des Putzes langfristig zu garantieren (siehe [Abbildung 3](#)). Als Alternative können luftdichte Membranen auf dem Fensterahmen verklebt werden (siehe [Abbildung 4](#)).

Die Membranen müssen auf dem Untergrund ohne Blasen und Falten gut anschließen. Wir wollen darauf hinweisen, dass das Kleben

dieser Membranen im Prinzip nicht zu den Aufgaben des Verputzers gehört.

Bei diesen geklebten Membranen und bei den Membranen, die durch den Verputzer in den Putz integriert werden, wird die Länge a aus [Abbildung 4](#) beschränkt gehalten, um einerseits für eine ausreichende Kontaktlänge ($a > 2$ cm) zu sorgen und andererseits eine ausreichend große gemauerte Oberfläche zu bieten (a ist ungefähr 3 bis 5 cm und $< \ell/2$). Die Verwendung einer zu verputzenden darunter liegenden Platte ist, abhängig von der Situation, nicht ausgeschlossen.

3 Allgemeine Schwerpunkte

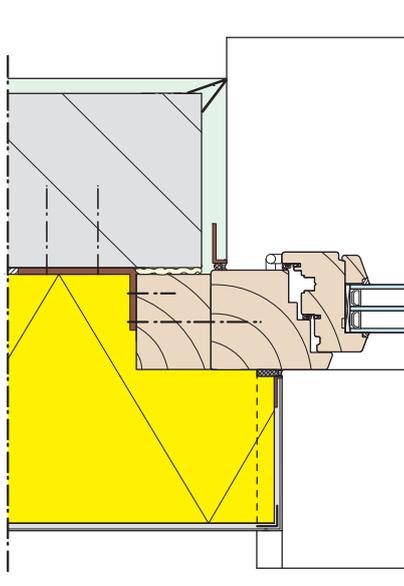
Um den Anforderungen aus der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz für Gebäude (inklusive einer sehr hohen Luftdichtheit) zu entsprechen, werden allerhand neue Baulösungen entwickelt. Das Feedback auf dem Gebiet der Luftdichtheit und des zeitlichen Verhaltens ist derzeit noch zu eingeschränkt, um die Qualität dieser Lösungen zu beurteilen. Das WTB möchte deshalb einen Teil dieser Unsicherheiten aus der Welt schaffen, indem es verschiedene Prüfungen und Beurteilungen vor Ort ausführt.

Außerdem ist es auch die Aufgabe der Hersteller, die Leistungen (Luftdichtheit, Qualität der Verklebungsprodukte für Membranen) und die Zuverlässigkeit ihrer Produkte nachzuweisen.

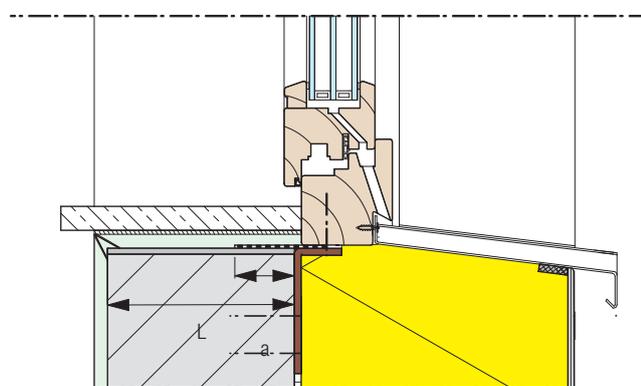
Y. Grégoire, Ir.-Arch., Abteilungsleiter, Abteilung Materialien, WTB

C. Mees, Ir., Projektleiter, Abteilung Energie und Gebäude, WTB

B. Michaux, Ir., stellvertretender Abteilungsleiter, Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeiten, WTB



3 | Luftdichte Verbindung dank Stoppprofilen für den Putz, ausgestattet mit einer flexiblen Fuge (Horizontalschnitt).



4 | Verbindung zwischen dem Putz und den Schreinerarbeiten mithilfe einer Membran (Vertikalschnitt).



Ein Flachdach kann von Natur aus empfindlich sein für Wasserstauungen. Um dieses Phänomen einzuschränken, wird empfohlen, an jedem Punkt des Daches ein ausreichendes Gefälle vorzusehen. 2 % auf der Dachfläche und 1 % in den Dachrinnen. Eine gewisse Wasserstauung ist unvermeidbar und bildet gemäß der Technischen Information 215 keinen ausreichenden Grund, um bei der Lieferung der Arbeiten die Ausführung zu beanstanden. Dieser Artikel geht näher darauf ein.



In der TI 215, die 2000 herausgegeben wurde, ist zu lesen, dass infolge von Wasserstauungen noch keine beschleunigte Alterung an synthetischen Membranen oder an Membranen auf Basis von Polymerbitumen festgestellt wurde. Unter bestimmten besonderen Umständen zeigt sich jedoch, dass Schäden in Höhe der Wasserstauungen auftreten können. Diese Feststellung darf aber auf keinen Fall verallgemeinert werden.

Bei bestimmten PVC-Membranen wurde beispielsweise anhand der vor Ort genommenen Proben auf einigen Dächern eine Alterung festgestellt. Die Proben, die aus den Zonen mit Wasserstauungen entnommen wurden, scheinen eine schnellere Alterung durchgemacht zu haben als die Proben aus den trockenen Zonen: Sie zeigten bei niedriger Temperatur eine verringerte Elastizität und einen größeren Verlust an Weichmachern. Das Material ist mit anderen Worten etwas spröder geworden. Während des Testprogramms wurde auch festgestellt, dass dickere Membranen von diesem Phänomen weniger betroffen waren. Für PVC dürfen wir also annehmen, dass die Verwendung von dickeren Membranen ($\geq 1,5$ mm) – vor allem an Stellen, die für Wasserstauungen anfällig sind – eine eingeschränkte Verkürzung der Lebensdauer kompensieren kann.

Diese Feststellungen entsprechen auch dem Ansatz unserer deutschen Nachbarn. Die Norm DIN 18531-1 unterscheidet zwei Dachklassen, die jeweils andere Anforderungen an das verwendete Abdichtungsmaterial stellen (siehe DIN 18531-3). Kurz zusammengefasst müssen die Materialien auf herkömmlichen Dächern (normale Anforderungen) mit einem geringeren Gefälle (Klasse K2) dicker sein und/oder besser gegen mechanische und/oder thermische Belastungen beständig sein als auf herkömmlichen Dächern mit einem Gefälle von mindestens 2 % (Klasse 1). Für synthetische Membranen liegt die erforderliche minimale nominale Dicke für Klasse K2 um 20 bis 25 % höher als für Klasse K1. So beträgt die Mindestdicke einer laminierten EPDM-Membran

1,1 mm für Klasse K1 und 1,3 mm für Klasse K2. Für eine bewehrte PVC-Membran beträgt die Mindestdicke 1,2 mm für Klasse K1 und 1,5 mm für Klasse K2.

In der Praxis wird manchmal noch ein anderes Phänomen angetroffen: eine Beschädigung der Oberflächenschicht oder der Fugen in (verschiedenen Sorten) Membranen als Folge der Vertrocknung von Ablagerungen und der damit verbundenen Schrumpfungen oder als Folge von Algenentwicklung. Es betrifft wiederum ein Phänomen, das nur in bestimmten Fällen angetroffen wurde und nicht um eine allgemeine Feststellung. Obwohl eine regelmäßige Wartung des Daches nicht ausreichend sein wird, um einen mangelhaften Entwurf und eine schlechte Ausführung zu kompensieren, bleibt sie dennoch die erste Maßnahme, um diese Phänomene zu vermeiden. Der ‚Guide d’entretien‘ schreibt vor, das Dach jeden Winter zu kontrollieren und – nach dem Fall der Blätter – sämtliches Laub, Moos, Pflanzen und Fremdkörper zu entfernen.

Um das Wasser richtig abzuleiten und Wasserstauungen zu vermeiden, empfiehlt die TI 215 mindestens ein Gefälle von 2 % für die Dachfläche und mindestens 1 % für die Dachrinnen vorzusehen. Zusätzlich müssen auch die Ebenheitsanforderungen an die Flachdachdecke berücksichtigt werden, die eine maximale Ebenheitsabweichung von 10 bis 12 mm (abhängig von der Situation) auf eine Länge von 2 m aufweisen darf. Es ist der Architekt und nicht der Dachdecker, der darauf achten muss, dass diese Anforderungen erfüllt werden. Wir wollen darauf hinweisen, dass diese Anforderungen bei großen Dächern die Baukosten hochtreiben können, da sie spezielle Untersuchungen und Maßnahmen erfordern. Sogar mit diesen Empfehlungen ist es nicht möglich, jede Form von Wasserstauungen zu vermeiden. In Belgien gibt es keine Kriterien für zulässige Wasserstauungen. Es erscheint uns jedoch logisch, dass beschränkte örtliche Stauungen akzeptabel sind.

Die angeführten Empfehlungen für das Dachgefälle können bei Renovierungen nicht im-

mer ohne umfangreiche Bauarbeiten angewendet werden. Es können jedoch, eventuell örtlich, Anpassungen angebracht werden, wie die Ebenheit der Flachdachdecke verbessern, ein (zusätzliches) Gefälle und/oder Kehlgefälleplatten anbringen, um das Gefälle zu den Wasserabläufen zu richten, und/oder Vorsorgemaßnahmen treffen, um die Dauerhaftigkeit der Abdichtungsmaterialien an den Stellen zu erhöhen, wo Wasserstauungen erwartet werden. So kann man beispielsweise:

- bei bituminösen Membranen ein doppel-lagiges anstatt eines einlagigen Systems verwenden
- die Fugen der Membranen schweißen oder vulkanisieren anstatt sie zu verkleben
- eine ausreichende Bitumendicke oben auf die Bewehrung der bituminösen Membranen anbringen
- dickere synthetische Abdichtungsmembranen (gemäß der vorher genannten deutschen Norm) wählen.

Wir können zusammenfassend feststellen, dass Wasserstauungen auf Flachdächern niemals vollkommen vermieden werden können und sie deshalb kein ausschlaggebender Grund für eine Beanstandung der Arbeiten sind. Bei den meisten Fragen zu diesem Thema geht es jedoch um ästhetischen Aspekte und Bedenken, die nicht immer gerechtfertigt sind. Der Architekt muss dennoch die erforderlichen Maßnahmen treffen, um dafür zu sorgen, dass das Wasser über das Dachgefälle richtig abgeleitet wird. Wenn diese Maßnahmen eine drastische Verbesserung verlangen und/oder bei Renovierung nicht mehr angewendet werden können, bieten besonderen Vorsorgemaßnahmen (dickere Kunststoffmembranen, doppel-lagige bituminöse Membranen, sachgemäß geschweißte Fugen ...) eine zusätzliche Sicherheit, um eine eventuelle schnellere Alterung der Abdichtungsmaterialien zu kompensieren. Um alle möglichen Schadensquellen zu vermeiden, ist es letztendlich sehr wichtig, dass das Dach regelmäßig gewartet wird. |

E. Noirfalisie, Ir., Laboratoriumleiter, Laboratorium Isolierstoffe und Abdichtungsmaterialien, WTB

Obwohl fast alle Steinanwendungen in Gebäuden mit unbeabsichtigten Fleckenbildungen konfrontiert werden können, sind es vor allem die Arbeitsplatten und Bodenbeläge, die am meisten darunter leiden. Zur Lösung dieses Problems wurden zahlreiche ‚fleckenabweisende‘ Produkte entwickelt. Bis vor kurzem gab es jedoch kein standardisiertes Verfahren für die objektive Beurteilung der Wirksamkeit dieser Produkte auf verschiedenen Natursteinsorten. Die Norm NBN EN 16301 bringt diesbezüglich eine Veränderung.

Fleckenbeständige Behandlung von Naturstein

Die obenerwähnte Norm legt die Arbeitsweise für das Aufbringen von Flecken, die Reinigung und die Beurteilung des Erscheinungsbilds der Oberfläche nach der Reinigung fest. Dieser Test kann auch angewendet werden, um die Leistungen von fleckenabweisenden Oberflächenbehandlungen für Naturstein zu bestimmen. Wir wollen darauf hinweisen, dass diese Methode in keiner Weise eine bestimmte fleckenentfernende Methode empfiehlt. Außerdem umfasst die Norm auch keine Informationen über sogenannte interne Fleckenbildung, die z.B. durch die Reaktionen von bestimmten Gesteinsbestandteilen mit einem Fliesenkleber verursacht wird. Diese Form der Fleckenbildung wird in der Norm NBN EN 16140 und in den TI 182 und 228 behandelt.

Methode

Die Norm legt eine Arbeitsweise fest, die aus folgenden Schritten besteht:

- die Anbringung von Fleckenerzeugern
- die Anwendung einer standardisierten Reinigungsmethode
- die Beurteilung des Erscheinungsbilds der Oberfläche nach der Reinigung.

Infolge ihres sauren oder basischen Charakters oder einfach wegen ihrer Viskosität scheinen viele Produkte – in unterschiedlichem Grad und abhängig von der Gesteinsorte – potentiell fleckenbildend zu sein. Die Norm unterscheidet sechs fleckenbildende Mittel: Zitrone, Rotwein, Kaffee, Ketchup, Cola und Öl. Diese werden auf die Oberfläche

einer Fliese mit der zu prüfenden Bearbeitung aufgebracht. Pro Mittel werden zwei Flecken gemacht. Der erste wird nach 15 Minuten entfernt, der zweite nach 48 Stunden entsprechend einer standardisierten Reinigungsmethode mit einer neutralen, nicht scheuernden Lösung. Nach dem Trocknen der Prüfstücke werden die übrigen Flecken entsprechend der Klassifizierung aus der Norm beurteilt.

WTB-Forschung

Um die Leistungen der verschiedenen Zusammenstellungen der fleckenbeständigen Produkte in Bezug auf den Steintyp zu beurteilen, begann WTB in Zusammenarbeit mit dem französischen CTMNC ein umfangreiches Testprogramm.

Für diese Studie wurden fünf Natursteinsorten ausgewählt, die häufig für Küchenarbeitsplatten verwendet werden. Diese kennzeichnen sich durch ihre:

- unterschiedliche mineralogische Beschaffenheit (kalkhaltig und quartzreich)
- deutlichen Farben (hell und dunkel)
- unterschiedliche, aber häufig angewendete Bearbeitung (poliert, geschliffen oder geflammt).

Außerdem wurden auch einige fleckenabweisende Oberflächenbehandlungsprodukte ausgewählt. Diese wurden entsprechend ihrer Lösungsmittel- oder Wasserbasis und, für einige Produkte, entsprechend des Auflösewerts ihrer aktiven Bestandteile klassifiziert.



Fleckentest auf unbehandelter Fliese (oben) und behandelter Fliese (unten).

Jede Kombination ‚Stein/Behandlungstyp‘ wurde anhand verschiedener Parameter (z.B. Porosität des Natursteins, Wasserabsorption, Glanz ...) charakterisiert, bevor sie dem Test aus der neuen Norm unterzogen wurde.

Fazit

Obwohl auf bestimmten Steinsorten oder Bearbeitungstypen spezifische Reaktionen festgestellt wurden, konnte nach dieser Studie dennoch allgemein beschlossen werden, dass die Oberflächenbehandlungen einen positiven Einfluss auf die Reinigung der erzeugten Flecken ausübten. Diese Wirksamkeit wurde für alle Produkte festgestellt, sowohl für die auf Lösungsmittel- als auch für die auf Wasserbasis. Es wurde auch angemerkt, dass diese Wirksamkeit am wenigsten bei sehr sauren fleckenerzeugenden Mitteln zutraf. Die Oberflächenbearbeitung betreffend wurde festgestellt, dass geflammte oder gebürstete Bearbeitungen die Sichtbarkeit von Flecken reduzierten, im Vergleich zu geschliffenen oder polierten Bearbeitungen. Die Ergebnisse dieser Studie und die praktischen Schlussfolgerungen werden in der vollständigen Version dieses Artikel wiedergegeben. |

D. Nicaise, Dr. Sc., Laboratoriumleiter, Laboratorium Mineralogie und Mikrostruktur, WTB
D. Pallix, stellvertretender Generaldirektor, CTMNC

Übersicht der Fleckensorten und der dazugehörigen Normen.

	Fleckenempfindlichkeit	Fleckenerzeugendes Element	Normatives Dokument	Betrifft
Interne Fleckenbildung	Fleckentyp I	Metallhaltige Mineralien im Stein vorhanden	NBN EN 16140	Alle Natursteinsorten
	Fleckentyp II	Organisches Material im Stein	TI 228	Kalkstein
Externe Fleckenbildung	Unbeabsichtigte Fleckenbildung	Potenzielle fleckenerzeugende Produkte (Wein, Zitrone ...)	NBN EN 16301	Alle Steinsorten



Beurteilung der Kompatibilität von Lacken und Dichtstoffen

Die Anbringung eines Lacks auf einem Dichtstoff führt manchmal zu Farbveränderungen, Ablösungen oder Rissbildung und ist eine häufig wiederkehrende Quelle von Problemen für den Anstreicher. Dieser Artikel gibt die Ergebnisse der Kompatibilitätstests wieder, die auf 13 Dichtstoffen und drei Lacksorten, die für den aktuellen Markt repräsentativ sind, durchgeführt wurden. Die Erkenntnisse bestätigen die Schwierigkeiten, mit denen die Bauunternehmen zu kämpfen haben, und geben ein Bild von den zu überwindenden Hindernissen, um ein gutes Ergebnis zu erreichen.

Das Überstreichen eines Dichtstoffs wird in der Regel aus ästhetischen Gründen durchgeführt. Wir stellen jedoch häufig physisch-chemische oder mechanische Inkompatibilitätsprobleme zwischen beiden Materialien fest.

Derartige Schadensfälle sind häufig das Thema von Anfragen bei der Abteilung Technische Gutachten des WTB. Bei den Fragen geht es meistens um die Schadensursachen, die zu vermeidenden oder zu empfehlenden Lack- und Dichtstoffprodukten oder -kombinationen und um Anfragen für Tests vor Ort zur Beurteilung der Kompatibilität der beiden Materialien.

Wir gaben bereits 2010 einen Artikel zu diesem Thema heraus (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/4.13](#)). Darin haben wir die allgemeine Problematik und die häufigsten Ursachen der Inkompatibilitätsprobleme beschrieben und einige wichtige Empfehlungen gegeben. Um auf die wiederholten Anfragen aus der Branche eine deutliche Antwort formulieren zu können, führte das WTB zwischen 2012 und 2013 eine Laboratoriumstudie durch, bei der es die Kompatibilität einiger Dichtstoffe und Lacke, die für den heutigen Markt repräsentativ sind, beurteilte. Wir geben in diesem Artikel eine Übersicht der wichtigsten Erkenntnisse.

Getestete Produkte

Es wurden dreizehn Dichtstoffe aus den wichtigsten Produktfamilien ausgewählt, mit denen Bauunternehmen konfrontiert werden können (Silikondichtstoffe, Acryldichtstoffe, MS-Polymerdichtstoffe, Hybrid-Polymerdichtstoffe). Wir testeten in jeder Produktfamilie mehrere Produkte, die teilweise verschiedenen Verformungsklassen (siehe Tabelle A) zugeordnet sind.

Es wurden auch drei Lacke ausgewählt: ein Acryllack auf Wasserbasis, ein Urethan-Alkydharzlack auf Lösungsmittelbasis und ein Polyurethan-Acryllack auf Wasserbasis.

A | Ausgewählte Dichtstoffe: Familie (chemische Natur), Anzahl getesteter Produkte und Verformungsklasse.

Produktfamilie		Anzahl getesteter Dichtstoffe	Verformungsklasse gemäß der STS 56.1
Neutraler Silikon-dichtstoff	Herkömmlicher Dichtstoff	2	20 oder 25
	Dichtstoff, der vom Hersteller als überstreichbar deklariert wird	2	
Acryldichtstoff		3	12.5
MS-Polymerdichtstoff		4	20 oder 25
Hybrid-Polymerdichtstoff		2	25

Diese Lacke sind für die Systeme repräsentativ, die beispielsweise verwendet werden, um Schreinerarbeiten und die darin vorkommenden Dichtstoffugen zu überstreichen.

Ausgeführte Tests

Es besteht momentan noch kein belgisches oder europäisches genormtes Test, mit dem die Kompatibilität eines Lacks mit einem Dichtstoff getestet werden kann. Die Tests, die wir im Rahmen dieser Studie ausführten, wurden hauptsächlich aus den genormten Tests für Lacke und Dichtstoffe abgeleitet. Wir passten diese Tests an, um die Einschränkungen, die mit der Vereinigung dieser beiden Materialien verbunden sind, zu berücksichtigen. Wir wollten durch die Tests ein Bild erhalten von:

- der Anwendungsmöglichkeit des Lacks auf dem Dichtstoff. Der angewendete Test wird in der englischen Norm BS 3712-2 von 1973 beschrieben. Er besteht aus einer Folge von visuellen Entwicklungen (Auftreten von Rissen, Farbveränderungen, Ablösungen ...) in den Lackstreifen, die während unterschiedlicher Zeitabschnitte auf den Dichtstoff aufgetragen wurden
- der Haftung des Lacks auf dem Dichtstoff. Wir prüften diese Eigenschaft, indem wir ein Klebeband mit einer genormten Klebekraft auf den Lack klebten und dieses danach abrißen. Dieser Test wurde aus dem Haftungstest, der in der Farbnorm NBN EN ISO 2409 von 2007 beschrieben wird, abgeleitet. Die Haftungstests wurden auf

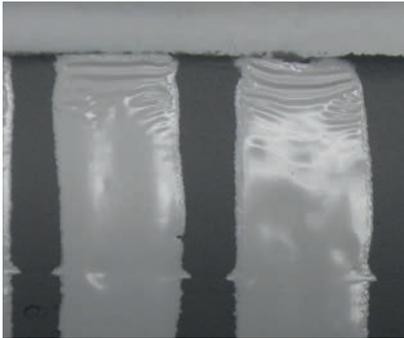
den Teststücken ausgeführt, die auch für die Beurteilung der Anwendbarkeit verwendet wurden

- dem Einfluss der schnelleren Alterung unter Einfluss von UV-Strahlen, Schwankungen im Feuchtigkeitsgrad und thermomechanischen Zug- und Druckzyklen. Das verwendete Testprotokoll kommt aus der Empfehlung RILEM TC 139 für die Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Dichtstoffen. Diese RILEM-Empfehlung verweist für die thermomechanischen Zyklen auf die Norm NBN EN ISO 9047, die auch in der STS 56.1 genannt wird. Die Verformungsgrößen, die wir während der verschiedenen Zyklen hantierten, wurden abhängig von der Verformungsklasse des Dichtstoffs festgelegt. Diese Werte waren größer, je höher die Verformungsklasse des Dichtstoffs war. Nach diesen Alterungstests folgten Haftungstests, die mit den im vorigen Punkt beschriebenen vergleichbar sind.

Ergebnisse

Wir trafen während der Tests verschiedene Schadensbilder an: Vergilbung, Mängel beim Ausstreichen des Lacks, Farbveränderung im Dichtstoff und/oder im Lack, Ablösung, Rissbildung ... Abbildung 1 und 2 zeigen einige Beispiele. Der Acryllack wies die geringsten Schäden auf, sowohl während der Anwendbarkeitstests (Veränderung des Erscheinungsbilds) als auch während der Alterungszyklen (Ablösung, Rissbildung). Der

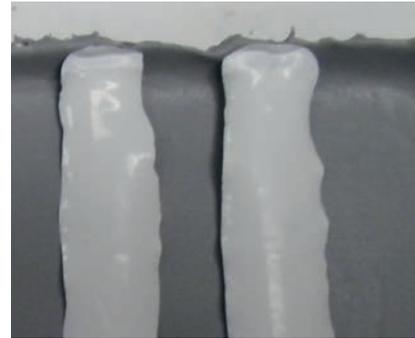




A. Faltenbildung



B. Mangelhaftes Auftragen des Lacks



C. Ablösen des Lacks

1 | Beispiel von Mängeln, die während der Anwendbarkeitstests von Lacken auftraten.

Urethan-Alkydharzlack zeigte die größten Unverträglichkeitserscheinungen und Mängel im Aussehen in der Kombination mit fast allen Dichtstoffen (Vergilbung, Bereiche mit verschiedenen Farbtönen, Faltenbildung ...).

Was die Silikondichtstoffe betrifft, zeigten die Anwendbarkeitstests auf den Lacken unterschiedliche Ergebnisse. Der Acryllack löste sich von den herkömmlichen Silikondichtstoffen, bot aber Widerstand beim ‚Abrisstest‘ bei Dichtstoffen, die als ‚überstreichbar‘ deklariert waren. Der Urethan-Alkydharzlack haftete auf allen Silikonen gut und der Polyurethan-Acryllack löste sich von allen Silikondichtstoffen.

Alle Lacksorten zeigten die größten Schäden nach den Alterungszyklen und insbesondere nach den Zug- und Druckbelastungen. Die Mängel, die nach den UV/Feuchtigkeitszyklen auftraten, vergrößerten sich Stück für Stück durch diese mechanischen Verformungen (siehe Abbildung 2). So zeigten Lacksorten, die vorher nur einzelne Falten aufwiesen, plötzlich Risse, Sprünge und Ablösung. Beinahe alle Kombinationen mit Urethan-Alkydharzlack zeigten eine solche Entwicklung, genauso wie die Hälfte der Kombinationen mit Polyurethan-Acryllack. Alle Lacksorten, die auf Silikondichtstoffe aufgebracht wurden, zeigten Rissbildungen oder Ablösungen und dies sowohl auf herkömmlichen Dichtstoffen als auch auf so genannten überstreichbaren Dichtstoffen.

Von den 39 getesteten Kombinationen

Getestete Lacke	Kompatible Dichtstoffe
Acryllack	<ul style="list-style-type: none"> • 2 von 3 geprüften Acryldichtstoffen • 2 von 4 geprüften MS-Polymerdichtstoffen • beide getesteten Hybrid-Polymerdichtstoffe
Urethan-Alkydharzlack	Kein einziger
Polyurethan-Acryllack	<ul style="list-style-type: none"> • 2 von 3 geprüften Acryldichtstoffen • 2 von 4 geprüften MS-Polymerdichtstoffen

B | Lack-Dichtstoffkombinationen, die bei allen Tests ausreichenden Widerstand boten.

boten nur ein Dutzend ausreichenden Widerstand gegen alle Tests. Wir können mit anderen Worten konstatieren, dass nur wenige Lack-Dichtstoffkombinationen gut zu kombinieren sind. Tabelle B zeigt die Dichtstoffe an, die abhängig vom aufgetragenen Lack erfolgreich Widerstand gegen alle Tests boten. Mit Ausnahme von Hybrid-Polymerdichtstoffen stellen wir fest, dass die Acryl- und MS-Polymerdichtstoffe, die mit Acryllack kombinierbar sind, auch mit Polyurethan-Acryllack kombinierbar sind.

Die großen Auswirkungen der Alterungszyklen zeigen auf, dass es immer schwierig bleiben wird, die Dauerhaftigkeit bestimmter Lack-Dichtstoffkombinationen im Vorhinein vorherzusagen, selbst wenn ein bestimmter Lack nach dem Auftragen auf einen Dichtstoff scheinbar haftet. Die dauerhafteste Lösung besteht dann auch darin, die Dichtstoffe nicht zu überstreichen, sondern gefärbte Dichtstoffe zu verwenden. Diese Ergebnisse bestätigen die Empfehlungen aus dem vorherigen Artikel über Dichtstoffe. Darin wurde angegeben, dass Silikondichtstoffe in den meisten Fällen nicht überstrichen werden

dürfen, auch nicht, wenn sie vom Hersteller als ‚überstreichbar‘ deklariert wurden.

Diese Studie bildet nur eine erste Annäherung an die Problematik der Kompatibilität zwischen Lacken und Dichtstoffen. Die Tests müssen nun auf andere Anstrichsysteme erweitert werden, um diese ersten Tendenzen bestätigen zu können. Die Zwangsverformungen während der Tests waren immer von ihren Verformungsklassen abhängig. Bei weniger schweren Belastungen – die beispielsweise bei Innenanwendungen angetroffen werden – könnten mit anderen Worten weniger ernste Mängel auftreten. Dies ist eines der Themen, die noch weiter untersucht werden müssen.

Letztendlich waren die Anwendbarkeits- und Haftungstests in der Praxis sehr einfach auszuführen. Sie könnten daher auch problemlos auf der Baustelle durchgeführt werden, um eine erste Einschätzung bezüglich der Kompatibilität zwischen einem bestimmten Lack und einem bestimmten Dichtstoff geben zu können. In Kombination mit der Feststellung der Änderungen, die auf der Baustelle auftraten, würden diese Tests vor Ort eine erste Typisierung über den Ursprung der Inkompatibilität geben können (physisch-chemisch, Haftungsmängel oder Verformung des Untergrunds) und könnten sie eine Hilfe bei der Ausarbeitung von angepassten Lösungen darstellen.

E. Cailleux, Dr., stellvertretender Laboratoriumsleiter,
Laboratorium Holz und Beschichtungen
und technologischer Berater (*), WTB
J. Cortier, Ing., ECAM



A. Faltenbildung nach Alterungszyklus mit UV und Feuchtigkeit



B. Rissbildung und Ablättern des Lacks nach Zug-Druckbelastungen

2 | Beispiele von Mängeln, die nach Alterungszyklen auftraten (die Dicke des Dichtstoffs beträgt 12 mm).



Die Verwendung von vor Ort gespritztem Polyurethanschaum (PUR) als thermische Bodendämmung ist eine häufig angewendete Technik. In diesem Artikel folgt eine kurze Beschreibung des Referenz- und Qualitätsrahmens für diese Arbeitsweise.

Die angestrebten Ausführungsfristen auf den heutigen Baustellen werden immer kürzer und die Leistungsanforderungen strenger. Deshalb wird immer häufiger ein vor Ort gespritzter Polyurethanschaum als thermische Bodendämmung eingesetzt. Dieses Material bietet nicht nur den Vorteil, dass es schnell, einfach und ohne Unterbrechungen aufgebracht werden kann, sondern zeichnet sich auch durch eine sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit aus (λ_0 je nach Dicke zwischen 0,025 und 0,028 W/m.K) und durch die Tatsache, dass es einfach über Leitungen und andere Rohre gespritzt werden kann. Dies hat zur Folge, dass man vor dem Anbringen der sanitären und Elektrizitätsleitungen nicht mehr länger systematisch dazu übergehen muss, auf den Estrich eine Auffüllschicht anzubringen.

Wenn die gespritzte Bodendämmung nicht korrekt ausgeführt wird, ist es möglich, dass sich der Polyurethanschaum nach Belastung übermäßig verformt. Dieses Problem zeigt sich in der Regel durch das Auftreten von Öffnungen zwischen den Fußbodenleisten und dem Bodenbelag von 2 bis 10 mm Breite (bei einer Dämmstärke von 8 cm). Diese Erscheinung darf nicht verwechselt werden mit der Wölbung des gesamten gefliesten Estrichs, einem anderen Phänomen, das Öffnungen zwischen den Fußbodenleisten und dem Bodenbelag verursachen kann. Im letzten Fall wird der Boden niemals im Ganzen absacken, sondern werden auch

Gespritzter Polyurethanschaum als Bodendämmung

höhere Punkte im Boden vorhanden sein. Wenn der Boden jedoch im Ganzen absackt, wird empfohlen, die Qualität des gespritzten Schaums zu kontrollieren. Eine abweichende Dichte, zu niedrige Druckstärke oder ein Mangel an Dimensionsstabilität sind Zeichen für eine geringe Qualität des Schaums.

Vor Ort geformte Produkte aus hartem Polyurethanschaum sind das Thema in zwei europäischen Produktnormen. Die harmonisierte Norm NBN EN 14315-1 bildet die Basis für die CE-Kennzeichnung und die nicht-harmonisierte Norm NBN EN 14315-2 enthält die Spezifikationen für das aufgebrachte Produkt. Neben diesen beiden Referenzdokumenten gibt es auch noch einige BCCA-Zertifikate für die Grundstoffe, technische Zulassungen (ATG) für den Polyurethanschaum und Befähigungszeugnisse für die Monteure.

Die Ausführungsbedingungen auf der Baustelle können das Endergebnis stark beeinflussen. Beim Aufbringen gespritzten Polyurethanschaums vor Ort als thermische Bodendämmung müssen daher auch folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- um eine gute Haftung des Polyurethanschaums auf dem tragenden Boden zu gewährleisten, muss dieser sauber und von Feuchtigkeit und Fett befreit werden. Die Temperatur des tragenden Bodens darf nicht zu niedrig ($> 5^\circ\text{C}$) und nicht zu hoch ($< 35^\circ\text{C}$) sein

- die Umgebungstemperatur beim Anbringen des Polyurethanschaums muss ausreichend hoch sein (je nach Produkttyp > 0 oder 5°C , siehe ATG)
- es muss die passende Ausrüstung verwendet werden (Geräte und persönliche Schutzausrüstung). Hierbei ist es wichtig, dass das Mischverhältnis (in der Regel 1:1) zwischen den Komponenten des Polyurethanschaums (Polyole und Isocyanate) respektiert wird und dass die Arbeiten bei einem geeigneten Druck (± 90 bar) und einer definierten Temperatur (je nach Produkttyp $30 - 40^\circ\text{C}$ oder $40 - 60^\circ\text{C}$, siehe ATG) ausgeführt werden
- der Polyurethanschaum muss in mehreren Schichten mit einer Dicke von jeweils 3 bis 4 cm (± 1 cm) aufgebracht werden. Zwischen der Ausführung der verschiedenen Schichten muss eine Wartezeit von mindestens 5 bis 20 Minuten eingehalten werden
- um zu vermeiden, dass Fenster- und Türrahmen mit dem Polyurethannebel bespritzt werden, müssen diese mit einer Folie abgedeckt werden. Putz muss mindestens bis zu 1 m über dem tragenden Boden abgeschirmt werden.

Innerhalb des WTB läuft momentan eine pränormative Untersuchung der Verformung von Dämmung in Wänden, Parkplatzdächern und Böden. Ein Teil dieser Untersuchung konzentriert sich auf den Einfluss der Dicke des gespritzten Polyurethanschaums bei der Anwendung als thermische Bodendämmung. Das ist eine sehr wichtige Problematik, angesichts die Dicke der Bodendämmung in Zukunft aufgrund noch strenger werdender Vorschriften bezüglich der Energieleistungen weiter zunehmen wird (15 bis 30 cm) und dies, obwohl in den heutigen technischen Zulassungen nur von einer Dämmstärke von 4 bis 15 cm gesprochen wird. |





Anfang 2013 hat das Büro für Normung eine neue Version der Norm NBN EN 12828 für den Entwurf von Heizungssystemen mit Wasser in Gebäuden herausgegeben. Diese Revision annulliert und ersetzt die vorige Version von 2003. Die durchgeführten Änderungen beziehen sich u.a. auf die Dimensionierungsmethode für Ausdehnungsgefäße mit einem variablen Druck. Es geht hier jedoch nicht um grundsätzliche Änderungen, sodass die Methode, die im WTB-Bericht 14 und in der WTB-Kontakt 2010/2 beschrieben wurde, weiter verwendet werden kann, bis auf einige kleine Anpassungen, die wir in diesem Artikel im Detail besprechen.

Dimensionierung von Ausdehnungsgefäßen: Revision der Norm NBN EN 12828

Dank der neuen Version der Norm ist es ab jetzt möglich, Ausdehnungsgefäße mit einem kleineren Volumen und einem niedrigeren Vordruck auszuwählen (siehe Beispiele in der Tabelle).

Die neue Norm berücksichtigt nicht mehr länger die maximale Überschreitungstemperatur (d.h. die maximale Temperatur, die bei einer mangelhaften Funktion des Kesselthermostats erreicht werden kann). Die Ausdehnungsgefäße werden mit anderen Worten für die Betriebstemperatur des Wärmeerzeugers dimensioniert. Es geht hier um die maximale Temperatur, bis zu der die Installation oder ein Teil der Installation theoretisch korrekt arbeitet. Sicherheitshalber scheint es besser zu sein, die maximale Temperatur zu berücksichtigen, auf die der Heizkessel eingestellt werden kann.

In der Theorie muss der minimale Vordruck $p_{0, \min}$ (Vordruck des Ausdehnungsgefäßes) mindestens der Summe des statischen

Drucks p_{st} und des relativen Dampfdrucks des Wassers p_v entsprechen. Der minimale Vordruck $p_{0, \min}$ muss auch mindestens 0,2 bar höher sein als der statische Druck p_{st} (in der vorigen Version waren das 0,3 bar). Der früher empfohlene Mindestwert von 0,7 bar trifft nicht mehr länger zu.

Der Anfangsdruck im Ausdehnungsgefäß p_{ini} muss wiederum nicht nur garantieren, dass das Wasserreservevolumen V_{WR} ausreichend bleibt, sondern auch, dass der Überdruck in der Heizungsinstallation nicht niedriger wird als 0,5 bar.

Gegebenenfalls muss beim Befüllen der Höhenunterschied zwischen dem Manometer und dem Anschlusspunkt des Ausdehnungsgefäßes ausreichend berücksichtigt werden. Idealerweise müsste ein Manometer so dicht wie möglich beim Ausdehnungsgefäß installiert werden, sodass es den realen Druck in der Höhe des Ausdehnungsgefäßes angibt.

Es wurde auch ein zusätzlicher Parameter hinzugefügt: der Wirkungsgrad (n). Dieser stimmt mit dem Verhältnis zwischen dem Wasservolumen, das im Ausdehnungsgefäß bei einer vollständig erwärmten Installation vorhanden ist (Wasserreservevolumen + Ausdehnungsvolumen: $V_{WR} + V_{ex}$), und dem Volumen des Ausdehnungsgefäßes (V_N) überein. Er gibt mit anderen Worten an, welcher Teil des Ausdehnungsgefäßes tatsächlich benutzt wird. Der Hersteller kann den Wirkungsgrad des Ausdehnungsgefäßes begrenzen, um eine Beschädigung der Membran oder des Balges zu vermeiden. Es muss also darauf geachtet werden, dass der berechnete Wirkungsgrad den zulässigen Wert nicht überschreitet.

Das Rechenmodul für Ausdehnungsgefäße, das auf unserer Webseite gratis zur Verfügung steht, wurde bereits angepasst. |

C. Delmotte, Ir., Laboratoriumleiter, Laboratorium Luftqualität und Lüftung, WTB

Durchzuführende Änderungen im WTB-Bericht 14

Dimensionierungstemperatur
§ 9.5.1 und § 9.7.11 (1. Zeile des Rechenblattes)

Mindestvordruck
§ 9.7.6.1 und § 9.7.11 (14. Zeile des Rechenblattes)
→ $p_{0, \min} = \max [p_{st} + p_v; p_{st} + 0,2]$ [bar]

Anfangsdruck Ausdehnungsgefäß
§ 9.7.10.2 und § 9.7.11 (19. Zeile des Rechenblattes)

$$\rightarrow p_{ini, \min} = \max \left[p_{st} + 0,5; \frac{V_N (p_0 + 1)}{V_N - V_{WR, \min}} - 1 \right] \text{ [bar]}$$

Parameter	Beispiel 1: Einfamilienhaus		Beispiel 2: Mehrfamilienhaus	
	Version 2003	Version 2013	Version 2003	Version 2013
Maximale Betriebstemperatur [°C]	110	80	110	80
Wasserinhalt der Installation [L]	200	200	100	100
Höhenunterschied [m]	5,0	5,0	2,5	2,5
Vordruck [Pa]	1,0	1,0	1,0	0,5
Nominales Volumen des Ausdehnungsgefäßes [L]	35	25	25	12
Anfangsdruck [Pa]	1,3	1,4	1,4	1,0

Um Platz zu sparen, werden die Wärmeerzeuger in Mehrfamilienhäusern oft an einen kollektiven Schornstein angeschlossen. Integrierte Systeme (z.B. CLV-Systeme (*)) bilden derzeit den Referenzstandard. Diese bauen sich aus kondensationsgeschützten Geräten auf, die an einen Schornstein angeschlossen sind, dessen Entwurf und Dimensionierung speziell auf die Anzahl und den Typ der Geräte abgestimmt wurden. Früher wurden Schornsteine mit natürlichem Zug verwendet, die weniger zuverlässig waren und an die keine modernen Geräte angeschlossen werden dürfen. Diese können beim Austausch der Wärmeerzeuger ein Problem darstellen.

Kollektive Schornsteinsysteme mit natürlichem Zug

Früher waren die Wärmeerzeuger, die an kollektive Schornsteine mit natürlichem Zug angeschlossen wurden, atmosphärisch. Der Anschluss wurde mithilfe eines individuellen geschosshohen Schornsteins, der in den Hauptschornstein mündete, ausgeführt. In den 50er-Jahren war die Anzahl der Geräte, die an diesen Schornstein angeschlossen werden durften, unbeschränkt. Um das Risiko auf Rückströmung und CO-Vergiftung zu vermeiden, wurden die Anforderungen jedoch schrittweise verschärft und wurde die Anzahl der anzuschließenden Geräte für bestehende Schornsteine inzwischen auf fünf beschränkt. Außerdem entsprechen diese Schornsteine nicht länger den heutigen Anforderungen in Bezug auf den Komfort (Abkühlung des Gebäudes durch andauernden Zug) und die Energieeffizienz (moderne Kondensationsgeräte sind verboten). Sie werden daher in neuen Gebäuden nicht mehr verwendet und in bestehenden Gebäuden nach und nach ausgetauscht oder erneuert. In großen Mehrfamilienhäusern werden jedoch heutzutage noch oft alte Schornsteine angetroffen, an die mehr als zehn Wärmeerzeuger angeschlossen sind.

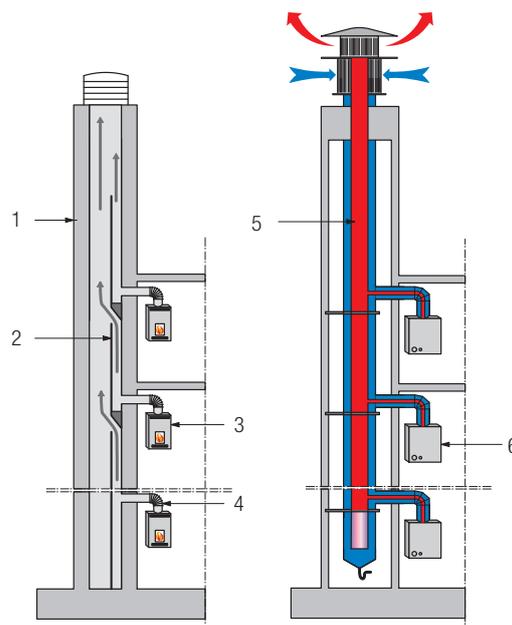
gen Austausch aller Geräte und das Einverständnis aller Eigentümer. Wenn ein solches Einverständnis nicht erreicht werden kann, wird man nach anderen Lösungen suchen müssen.

In gegebenen Fällen wird die Installation einer mechanischen Absauggruppe am höchsten Punkt des kollektiven Schornsteins es ermöglichen, die Rauchgasabfuhr zu gewährleisten und das Anschalten der Wärmeerzeuger innerhalb einer akzeptablen Zeitspanne sicherzustellen. Somit wird es möglich sein, Brennwertkessel anzuschließen, ohne den Zug zu behindern. Der Anschluss von Kondensationskesseln wird jedoch abgeraten, da der gemauerte kollektive Schornstein beschädigt werden könnte, im Hinblick auf das große Risiko inwendiger Kondensation. Diese Lösung bringt folglich nur eine geringe Verbesserung der Geräteleistung mit sich und hat zahlreiche Nachteile. Sie sollte also nur nach einer gründlichen Voruntersuchung angewendet werden dürfen und nur, wenn sich keine einzige andere Lösung anbietet.

Mechanische Absaugung: Prinzip

In diesem Fall wird ein Ventilator am höchsten Punkt des kollektiven Schornsteins angebracht, der die Rauchgasabfuhr aller Wärmeerzeuger garantiert, indem der kollektive Schornstein über seine gesamte Höhe in Unterdruck gesetzt wird. Die Absaugmengen jeder Wohneinheit müssen mithilfe von Blenden ausbalanciert werden und eine Sicherheitsvorrichtung muss dafür sorgen, dass das Inkrafttreten der Wärmeerzeuger durch den Absaugventilator gesteuert wird. Die Verbrennungsluftöffnungen, die zur Funktion der Geräte erforderlich sind, tragen auch zur Qualität des Zugs bei. Die Dimensionierung und Installation derartiger Systeme verlangt das erforderliche Fachwissen. In der vollständigen Version dieses Artikels wird ein Beispiel dazu aufgeführt. Eine schlechte Dimensionierung kann zu zu hohen Absaugmengen führen und dadurch zu einer übermäßigen Abkühlung des Gebäudes, zu einer schlechten Verteilung der Absaugmengen über die Wohneinheiten und zum unnötigen Inkrafttreten der Sicherheitsvorrichtung (Ausschalten der Wärmeerzeuger). Folglich kann dies große Auswirkungen auf den Komfort und die Sicherheit der Benutzer haben.

Die einfachste Lösung besteht darin, ein Gerät, das an einen kollektiven Schornstein angeschlossen ist, durch ein geschlossenes Gerät mit einem Entlüftungsventil auszutauschen, das in die Fassade mündet (siehe [Les Dossiers du CSTC 2012/4.15](#)). Die Konfiguration des Gebäudes (Vorhandensein von Fenstern und Lüftungsöffnungen in der Nähe des Ventils), die Anzahl der auszutauschenden Geräte und bestimmte städtebauliche Vorschriften können diese Lösung jedoch undurchführbar machen. Man kann sich auch dafür entscheiden, den kollektiven Schornstein zu erneuern (Austausch durch einen kollektiven CLV-Kanal, individuelle Rohre ...), aber das erfordert in der Regel eingreifende Bauarbeiten, den gleichzeitigen



Eine vorherige Inspektion des kollektiven Schornsteins und ein Unterdrucktest werden nachdrücklich empfohlen, um die Ausführbarkeit dieser Lösung zu untersuchen.

X. Kubom, Ir., Laboratorium Heizung, WTB

Schornstein mit natürlichem Zug (links) und kollektiver CLV-Kanal (rechts).

1. Kollektiver Schornstein
2. Individueller Kanal
3. Atmosphärisches offenes Gerät
4. Anschlusskanal
5. Integriertes Luftzufuhr-Abgasauslassrohr
6. Geschlossenes Gerät

(*) CLV bedeutet: „kombiniertes Luftzufuhr-Abgasauslassrohr“.

Artikel verfasst im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes „Ecoconstruction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale“, gefördert von InnovIRIS.



Im Rahmen des Untersuchungsprojekts BTP1000 (2010-2013), das durch die Wallonische Region finanziert wird, wurde ein tertiäres Modellgebäude entworfen und gemäß dem Passivhausstandard errichtet, und dies alles für einen Preis, der mit dem eines herkömmlichen Bürogebäudes vergleichbar ist.

Dieses Projekt hat zum Ziel, eine reproduzierbare und flexible Bauweise zu entwickeln und zu testen, womit die Auswirkungen des Gebäudes auf die Umwelt reduziert werden können, während das Komfortniveau hochgehalten wird und der Preis bezahlbar ist. Das Projekt war in diesem Sinne dank der guten Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Forschungsteams und den betroffenen Beteiligten ab der Entwurfsphase erfolgreich (*).

Das neue Bürogebäude in Nivelles wurde von Oktober 2011 bis Anfang 2013 errichtet und Ecooffice getauft. Es hat eine Gesamtoberfläche von 4.000 m² und wird derzeit größtenteils vom Unternehmen Holcim benutzt.

Das Interessante an diesem Projekt ist, dass die Energieleistungs- und Tageslichtstudien von Anfang an aneinander gekoppelt wurden (in einigen Iterationen), um zu einem optimalen Entwurf zu gelangen. Für die Luftdichtheit und thermische Isolation wurde den technischen Details und Bauknoten besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Es wurden numerische Berechnungen für verschiedene Varianten der wichtigsten Bauknoten durchgeführt: Mauerfuß, Attika, Sturz und die Anschlüsse der Fenster an den Rohbau. Die nebenstehende Abbildung zeigt die in der Praxis ausgeführte Attika. Nach den Berechnungen scheint das Anbringen eines isolierenden Baublocks (z.B. Schaumglas) am Fuß der Attika die beste Lösung: Die linearen Wärmeverluste sind schwächer und der Temperaturfaktor höher, als wenn die Attika vollständig mit Dämmmaterial bedeckt sein würde.

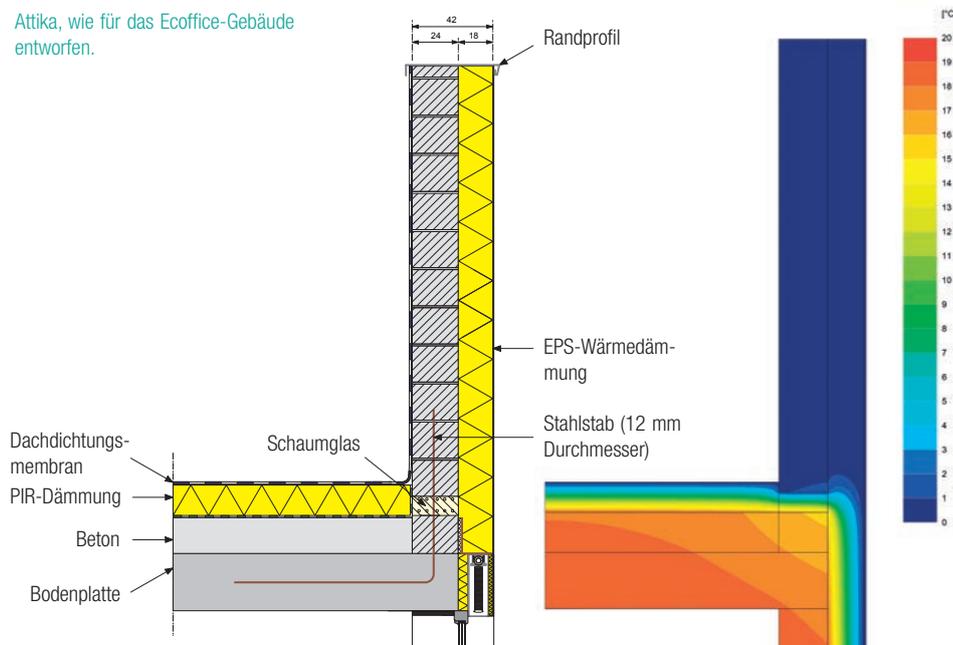
In der letzten Phase des Projekts wurden schließlich eine detaillierte Lebenszyklusanalyse (LCA oder *Life Cycle Analysis*) und eine Lebenszykluskostenanalyse (LCC oder

Passives und nachhaltiges Bauen: das Modellprojekt Ecooffice

Life Cycle Costing) des fertiggestellten Gebäudes durchgeführt. Aus diesen Analysen geht hervor, dass der Energieverbrauch während der Nutzungsdauer nur ein Viertel der gesamten Auswirkungen auf die Umwelt dieses energiesparenden Gebäudes ausmacht und nur für 5 % der totalen Kosten über die gesamte Lebensdauer verantwortlich ist. |

G. Flamant, Ir., stellvertretender Abteilungsleiter, Abteilung Energie und Gebäude, WTB
 B. Deroisy, Ir., Projektleiter, Laboratorium Licht und Gebäude, WTB
 L. Delem, Ir., Projektleiter, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB
 R. Decuyper, Ir., Forscher, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB

Attika, wie für das Ecooffice-Gebäude entworfen.



Das Ecooffice-Gebäude kurz gefasst:

- Lüftungssystem: kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung
- Heizungssystem: Niedertemperatur-Gasbrennwertkessel
- U-Wert [W/m².K]:
 - U_{Fenster} = 0,79
 - U_{Dach} = 0,17
 - U_{Mauer} = 0,17
 - U_{Boden} = 0,15
- K-Wert: 17
- Luftdichtheit: n₅₀ = 0,3 h⁻¹
- E_w-Wert: 38

(*) Teilnehmer an diesem Forschungsprojekt: Bauunternehmen Thomas & Piron, Architekturbüro A2M, die Abteilung ‚Architecture et climat‘ der UCL, Cofely Services und das WTB.



In Les Dossiers du CSTC 2012/2.18 werden einige Rohbaukonzepte mit zweischaligen Wohnungstrennwänden für Reihenhäuser und Geschosswohnungen in Bezug auf die akustischen Komfortanforderungen aus der Norm NBN S 01-400-1 besprochen. Auch mit massiven Wohnungstrennwänden kann den Anforderungen für einen normalen und erhöhten akustischen Komfort entsprochen werden, indem diese – und eventuell auch flankierende Bauteile – mit schalldämmenden Vorsatzschalen ausgestattet werden. Dafür werden derzeit verschiedene Neubaukonzepte entwickelt. Da schalldämmende Vorsatzschalen oft auch bei Renovierungen einsetzbar sind, werden in diesem Artikel einige Grundprinzipien für eine korrekte Anwendung solcher Systeme angeboten.

Verbesserung der Luftschalldämmung mit **Vorsatzschalen**

Arten schalldämmender Vorsatzschalen

Vorsatzkonstruktionen werden oft angewendet, um die hygrothermischen und/oder akustischen Leistungen von Wänden zu verbessern. Die Durchführbarkeit, dazugehörige Risiken und Schwerpunkte auf hygrothermischer Ebene wurden bereits in [Les Dossiers du CSTC 2012/4.16](#) und [2013/2.4](#) besprochen.

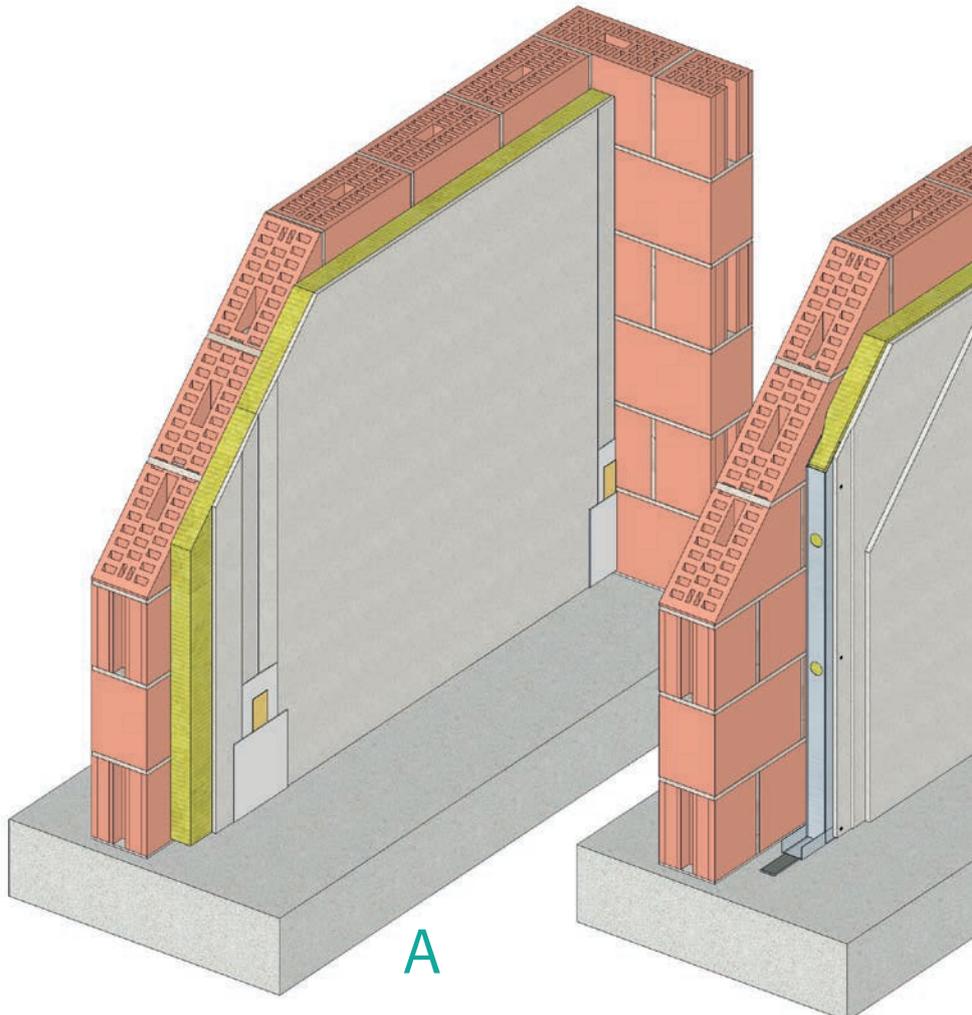
In diesem Artikel richten wir uns ausschließlich auf Vorsatzschalensysteme, die zur Verbesserung der Schalldämmung von Wänden eingesetzt werden. Wir unterscheiden drei große Systeme (siehe Abbildung):

- A auf die Basiswand geklebte Systeme, die aus einem flexiblen porösen Material (häufig Mineralwolle oder elastifiziertes EPS) bestehen, das mit einem Plattenmaterial (häufig Gipsplatten) oder einer Putzschicht versehen wird. **Geklebte Systeme auf Basis von steifen Dämmplatten (EPS, PUR, XPS ...) können nicht als schalldämmende Vorsatzschalen betrachtet werden, da diese die Schalldämmung von schweren Basiswänden verringern anstatt zu verbessern**
- B Systeme mit Bauplatten (häufig Gipsplatten), die als Ständerwand ausgeführt werden und entweder frei vor der Basiswand stehen oder mit ihr über schwingungsgedämmte Verbindungen verbunden sind. Der Raum zwischen den Platten und der Basiswand wird mit einem flexiblen porösen Material (häufig Mineralwolle) aufgefüllt
- C eine frei vor der Basiswand stehende Vormauerung aus Leichtbausteinen (z.B. Gipsblöcke oder Zellenbetonblöcke). Auch hier wird der Hohlraum mit einem flexiblen porösen Material ausgefüllt.

Funktionsprinzip

In den oben genannten Systemen wirkt das Dämmmaterial als eine Art Feder, die in der Lage ist, Schwingungen der Basiswand gedämpft an die Vorsatzplatten oder -blöcke weiterzuleiten, wodurch die Luftschalldämmung des Systems steigt. Da diese Verbesserung auf Kosten einer niederfrequenten

Schwächung geht, können die gängigen Vorsatzkonstruktionen nicht eingesetzt werden, um niederfrequente Schalldämmprobleme zu lösen. Die Steigung wird größer und die niederfrequente Schwächung weniger störend, wenn man dickere und/oder flexiblere Dämmmaterialien einsetzt, größere Hohlraumbreiten handhabt und/oder schwerere Platten oder Blöcke verwendet.





Bei Vormauerungen aus Leichtbausteinen tritt noch eine zusätzliche Schwächung im Zwischenfrequenzbereich auf, wodurch diese Systeme manchmal weniger gute Ergebnisse erzielen, als man aufgrund ihrer (relativ großen) Masse erwarten würde. Dieser Verlust kann jedoch kompensiert werden, wenn man dafür sorgt, dass ein großer Unterschied zwischen der Biegesteifigkeit (*) der Vorsatzschale und der Biegesteifigkeit der Basiswand besteht.

Dieses Phänomen zeigt sich auch bei den Systemen A und B, aber dann im Hochfrequenzbereich. Dies hat jedoch keinen nachteiligen Einfluss auf die gesamte Schalldämmung, wenn ausreichend biegsame Platten verwendet werden (z.B. Gipsplatten bis 12,5 mm).

Gesamte akustische Leistungen

Vorsatzschalen können gemäß Anlage G der Norm NBN EN ISO 10140-1 im Laboratorium auf einer standardmäßig schweren (350 kg/m^2 , $R_w = 53 \text{ dB}$) und zusätzlich auf

einer leichten (70 kg/m^2 , $R_w = 33 \text{ dB}$) Basiswand geprüft werden. Hierbei stellt man fest, dass dasselbe Vorsatzschalensystem in der Regel bei schwereren Basiswänden weniger gute Leistungen erbringt. Die Ursache davon ist hauptsächlich messtechnischer Art. Gängige geklebte Systeme liefern in der Regel Verbesserungen von ungefähr 10 dB bei schweren und ungefähr 20 dB bei leichten Basiswänden. Verbesserungen bei gängigen Systemen mit einer freistehenden Ständerwand betragen in der Regel zwischen 12 und 25 dB.

Auch vor Ort wird die Verbesserung weniger effektiv sein, je höher die Schalldämmung der Basiswand ist. Dies ist auf die zunehmende Bedeutung der Übertragung über flankierende Bauteile (Böden, Decken und/oder Wände) zurückzuführen und eventuell auch auf die indirekte Schallübertragung (z.B. über ein Lüftungssystem oder einen angrenzenden Gang). Es sind mit anderen Worten diese sekundären Übertragungswege, die die maximal erreichbare Verbesserung bestimmen werden.

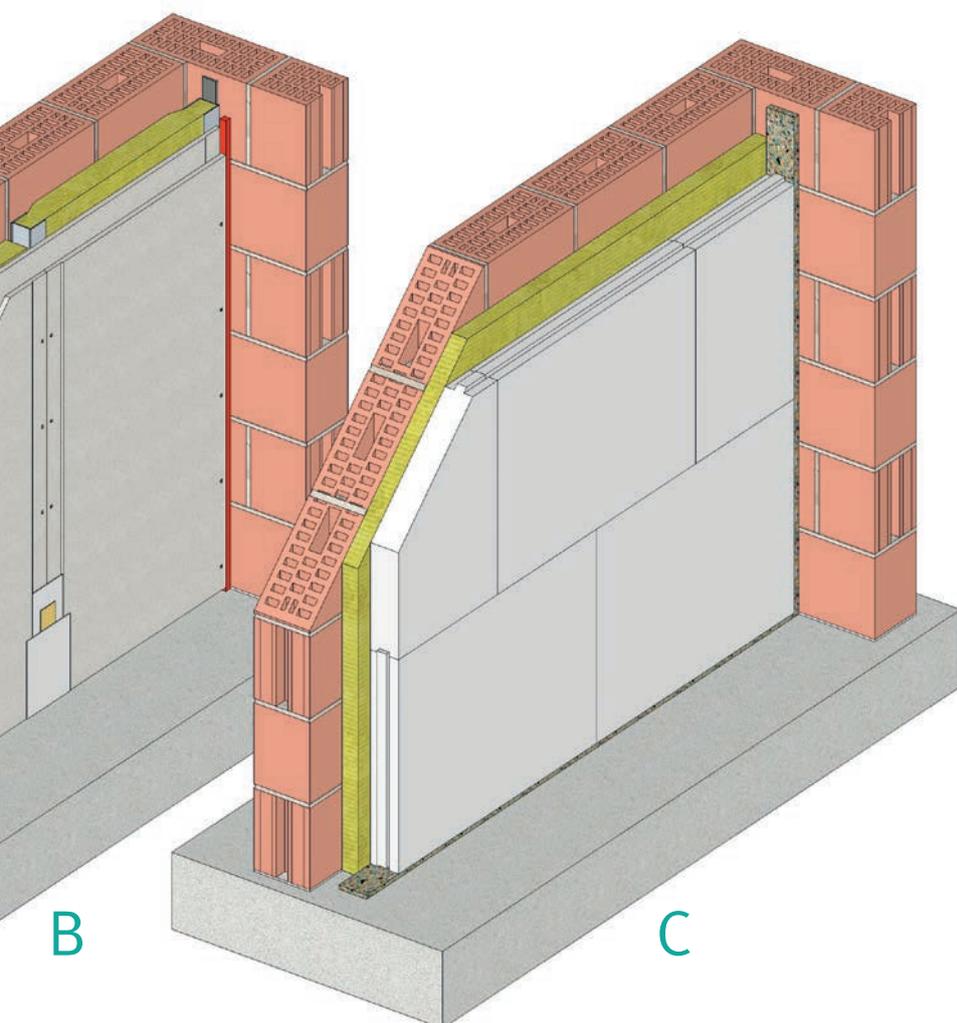
Wenn in diesem Fall noch höhere Leistungen erforderlich sind, werden diese Nebenwege auch mitgenommen werden müssen. Das kann beispielsweise durchgeführt werden, indem diese flankierenden Bauteile auch mit einer Vorsatzkonstruktion versehen werden (nach dem *Box-in-Box*-Konzept) oder indem diese Bauelemente strukturell in Höhe der kritischen Bauknoten entkoppelt werden (Schwingungsschnitte).

Schwerpunkte

Die folgenden Entwurfs- und Installationsdetails müssen berücksichtigt werden, um eine optimale Schalldämmung zu realisieren:

- starre Verbindungen (z.B. Maueranker, Mörtelbrücken) zwischen Leichtbausteinen oder Ständern und der Basiswand müssen vermieden werden. Abhängig von der Ebenheit der Basiswand muss bei Ständern ein Mindestabstand von 1 bis 2 cm eingehalten werden
- harte Kontakte zwischen der Vorsatzschale und den angrenzenden Bauteilen müssen vermieden werden. Bei geklebten Leichtbausteinen müssen immer flexible Randstreifen angebracht werden (oben kann jedoch ohne akustische Nachteile mit einem Montageschaum verfugt werden). Es ist auch ratsam, zwischen den Gipsplatten und den angrenzenden Bauteilen eine flexible Dichtstoffuge anzubringen
- biegsame Bauplatten wie beispielsweise Gipsplatten bis 12,5 mm werden gegenüber steifen Holzplatten bevorzugt. Es werden auch besser zwei überlappende dünne Plattenschichten anstatt einer dicken Schicht verwendet
- eventuelle Leitungen in den Vorsatzschalensystemen müssen so angebracht werden, dass nirgendwo ein starrer Kontakt zwischen der Basiswand und der Vorsatzschale hergestellt wird.

*L. De Geetere, Dr. Ir., stellvertretender
Abteilungsleiter, Abteilung Akustik, WTB*



(*) Die Biegesteifigkeit einer Wand gibt an, wie schwierig es ist, diese Wand zu beugen. Sie ist direkt proportional zu ihrem Elastizitätsmodul und ihrer Dicke in dritter Potenz.



Die meisten Betriebe verwenden Standard-Bürosoftware (wie Rechenblätter und Textverarbeitung), um ihre Daten zu verarbeiten. Oft wird dieselbe Information mehrmals durch verschiedene Dienste registriert. Zu einem bestimmten Moment wird durch das Wachstum des Unternehmens jedoch ein Sättigungspunkt auftreten, wodurch die Daten nicht mehr länger gut verarbeitet werden können (z.B. Probleme beim Updaten von Daten, die an verschiedenen Stellen gespeichert wurden). Das kann unter anderem dazu führen, dass nicht alle Anfragen beantwortet werden, dass die Nachkalkulation nicht oder nur stichprobenartig durchgeführt wird und dass zusätzliche Arbeiten nicht immer verrechnet werden. Wenn Sie diese Situation erkennen, ist Ihr Unternehmen vielleicht auch bereit für ein ERP-System.

Computerisierung der Unternehmensführung im Bausektor mit ERP

Was ist ERP?

Dank *Enterprise Resource Planning* können die Hilfsmittel eines Unternehmens (Geld, Vorräte, Maschinen) besser verwaltet werden. ERP-Software verbindet verschiedene Betriebsprozesse miteinander (wie Finanzen, Geschäftsbeziehungsmanagement, Projektmanagement, Personalverwaltung, Vorrats- und Materialverwaltung) und unterstützt auf diese Weise die gesamte Betriebsverwaltung. ERP-Systeme bestehen aus einigen miteinander verknüpften Softwaremodulen, die alle (einmalig) eingegebenen und gespeicherten Daten unmittelbar allen Beteiligten zur Verfügung stellen. Auf diese Weise werden Daten, die sowohl für den Betriebsprozess ‚Preisangebote‘ als auch für den Prozess ‚Ankäufe‘ wichtig sind, beispielsweise nur einmalig durch einen der beiden Prozesse eingegeben, abhängig von der Situation.

Planung und ERP

Manche ERP-Systeme verfügen über ein Modul für die Ressourcenplanung (siehe *Infomerkblatt 66*). ERP-Systeme können angewendet werden ab dem Moment, an dem die Preisfrage eines Kunden hereinkommt, während der Ausführung der Arbeiten, bis einschließlich der Wartung. Das Einplanen der Hilfsmittel macht nur einen kleinen Bestandteil von jeder Aktivität in einem Bauunternehmen aus. Doch wird das ERP-System dem Unternehmen beim Einplanen der täglichen Aktivitäten helfen können, da es jederzeit die gewünschten Daten zur Verfügung stellt. Außerdem vorsieht es beispielsweise auch das erforderliche Budget, wenn Arbeiten im Projektverband ausgeführt werden.

Wenn die Arbeiten abgeschlossen sind, werden diese dem Kunden in Übereinstimmung mit den Vertragsdokumenten in Rechnung gestellt (z.B. Bestellschein, Lastenheft ...).

Für die Projektplanung (siehe *Infomerkblätter 36* und *63*) wird meistens ein anderes, unabhängiges Softwarepaket verwendet werden. Bei Bauprojekten spielen häufig noch Unsicherheiten mit, da während der Ausführung der Bauarbeiten oft noch Änderungen im Entwurf und in der Ausführung vorgenommen werden. ERP-Systeme verfügen nicht immer über die richtigen Funktionalitäten, um damit umzugehen.

Neben diesem Planungsaspekt bieten ERP-Systeme auch den Vorteil, dass sie verschiedene Bestandteile zu einem harmonischen Ganzen verbinden. Diese Bestandteile sind u.a. die verschiedenen Rechenblätter (Preisangebot, Fortschrittsbericht, Rechnung ...), die man durch ein einziges System ersetzen möchte. Diese Umschaltung erfordert eine neue Art des Denkens, die den verschiedenen Abteilungen des Unternehmens erlauben wird, ungeachtet ihres Standorts harmonisch zusammenzuarbeiten. Die Integration übersteigt mit anderen Worten die Technologie.

Das WTB und ERP

Ursprünglich waren die ERP-Pakete sehr umfangreiche Systeme, die für große Unternehmen bestimmt waren. Derzeit bestehen jedoch sehr unterschiedliche ERP-Softwarepakete, wodurch es nicht immer einfach ist, das Paket auszuwählen, das den Bedürfnissen des Unternehmens entspricht. Die

Kollegen der Abteilung Verwaltung, Qualität und Informationstechniken beraten die Bauunternehmen bei der Auswahl dieser Systeme, indem sie eine gründliche Analyse ihrer heutigen und zukünftigen Bedürfnisse durchführen. Außerdem verfügen sie auch über die erforderlichen Kenntnisse über die verschiedenen, bestehenden ERP-Systeme und können sie die Unternehmen objektiv beraten.

Das WTB bietet auf seiner Webseite ein praktisches Hilfsmittel an, das Bauprofis sofort eine Übersicht sämtlicher Bausoftware zeigt, die auf dem belgischen Markt zur Verfügung steht: TechComSoft (www.cstc.be/go/techcomsoft). Wenn man in TechComSoft speziell nach ERP suchen möchte, muss man unter der Rubrik ‚Processus d'une entreprise‘ die Option ‚Solution intégrée (ERP)‘ wählen. Auf diese Weise erhält man eine Übersicht aller bausepezifischen ERP-Systeme, für die detaillierte Informationen zur Verfügung stehen.

Vorteile von ERP

Mithilfe von ERP kann man den Ablauf und die Verwaltung der Informationen verbessern, schneller auf Basis der richtigen Daten reagieren, die Informationen kontrollieren und effizienter arbeiten, da überflüssige Handlungen limitiert werden. Neben diesen Vorteilen gibt es auch einige Risiken, die mit der Einführung eines ERP-Systems verbunden sind. Mehr Informationen darüber finden Sie im *Infomerkblatt 68*, das in Kürze herausgegeben wird. |

Die Abteilung Verwaltung, Qualität und Informationstechniken

(*) Diese Informationen werden durch den Lieferanten auf Niederländisch und/oder Französisch angeboten. Der Benutzer wird jedoch nur die Bausoftware zu sehen bekommen, für die detaillierte Informationen in der Sprache seines Benutzerprofils zur Verfügung stehen.



Winterkurse 2014

Brandsicherheit von Gebäuden: von gesetzlichen Anforderungen bis zu Entwurfs- und Ausführungsdetails

Brandsicherheit ist eine der wenigen Leistungen, für die in Belgien gesetzliche Anforderungen bestehen, die eingehalten werden müssen.

Erste Abendveranstaltung:

- kurze Übersicht des gesetzlichen Zusammenhangs
- neue geltende Anforderungen für die verschiedenen Bauelemente (Mauern, Böden, Flachdächer, Bodenplatten und Wände, Holzverschalungen ...)
- entsprechende Beispiellösungen.

Zweite Abendveranstaltung:

- Rohrdurchführungen durch feuerbeständige Bauteile
- die Gefahr der Brandausbreitung über Fassaden
- industrielle Gebäude.

Energetische Renovierung von Gebäuden: Diagnose der Gebäudehülle und Installation leistungsstarker technischer Ausstattungen

Während Neubaukonstruktionen über immer bessere Energieleistungen verfügen müssen, wird es in absehbarer Zeit (mehrere Jahrzehnte) auch erforderlich sein, an bestehenden Gebäuden tiefgreifende Renovierungen vorzunehmen.

Erste Abendveranstaltung:

- Diagnose der Gebäudehülle
- Techniken der Wärmedämmung und Luftdichtheitsprinzipien für Wände.

Zweite Abendveranstaltung:

- Austausch und/oder Installation technischer Ausstattungen wie Lüftungssysteme oder moderne und leistungsstarke Heizkessel.

Die Termine, Zeiten und Orte dieser Veranstaltungen können Sie unter der Rubrik ‚Agenda‘ auf unserer Webseite finden: www.cstc.be/go/agenda

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

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

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

Boulevard Poincaré 79, B-1060 Brüssel
Tel.: 02/529 81 00
Fax: 02/529 81 10