



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2016/3



Sichtbeton
S. 6-7

**Verglasungs-
und Fassaden-
kitte**
S. 16-17

**Schwimmbad-
wasser**
S. 20-21

**Lean
Construction**
S. 34





Inhalt 2016/3

Lean-Methode, BIM, Industrialisierung ...

Der Bausektor erfährt eine wahre Revolution!..... 3



Berücksichtigen von *seismischen Risiken in Belgien*..... 4



Eine neue Norm für *Sichtbeton*..... 6



Eine neue Ergänzung zur *Norm NBN EN 206* 8



Stehfalzverbindung: eine gute Befestigung der *Dachdeckung und der Dachunterkonstruktion* 10



Gründächer: gewonnene Erfahrungen 12



Einbau eines *thermisch unterbrochenen Aluminiumfensters* und einer *Steinschwelle* 14



Verglasungs- und Fassadenkitte 16

Im Fokus + FAQ 18



Aufmerksamkeit für das *Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht* von *Schwimmbadwasser* 20



Neue zu beachtende Punkte für einen *Anstrich auf Außenmauerarbeiten aus Ziegelstein* 22



Neue Anforderungen in Wallonien für *Klimatisierungs-, Lüftungs-, Heizungs- und Sanitärwarmwassererzeugungssysteme*..... 24



Wichtige Änderung in Sicht für die *Abdichtung* von durch *feuerbeständige Wände* hindurchgehende Leitungen 26



LED-Beleuchtung: Lebensdauer und Erhaltung der Leistungen 28



Geräusche von Wasserabflussleitungen 30



BIM & ICT: von der Virtualität zur Realität 32



Lean Construction 34

Lean-Methode, BIM, Industrialisierung ...

Der Bausektor erfährt eine wahre Revolution!

Die Zeit, in der die Arbeiten auf der Baustelle mit langsamem Vorangehen, Verzögerung und Chaos verbunden waren und in der jeder Fachmann nur seine eigene Arbeit betrachtete, liegt weit zurück. Denn die überwiegende Mehrheit der Unternehmen, sowohl große wie kleine, haben schon lange verstanden, dass sie sich gut organisieren müssen, damit die Kosten und die Ausführungszeiten im Rahmen des Möglichen reduziert werden. In den letzten Jahren haben sich die Möglichkeiten jedoch auf sehr spektakuläre Weise entwickelt, und zwar dank der zunehmenden Digitalisierung, Industrialisierung und Robotisierung des Bausektors mit einhergehender Produktivitäts- und Qualitätsverbesserung. Auch die neuen Technologien, wie der 3D-Druck, das Internet der Dinge oder der Einsatz von Drohnen, sowie die Herausforderungen, die durch *Smart Grids*, *Smart Buildings* und *Smart Cities* zur intelligenten Handhabung verschiedener Aspekte hervorgetreten sind, haben ihren Teil dazu beigetragen.

Die **Lean-Methode** (siehe S. 34) zielt darauf ab, alle Formen der Verschwendung zu reduzieren. Dabei kann es sich um nutzlose Arbeiten oder um Zeitverluste im Allgemeinen handeln, beispielsweise um die vielen Fahrten, die erforderlich sind, um all das für eine Aufgabe notwendige Gerät und Material aufzutreiben. Einige Zahlen bestätigen, dass es für Unternehmen von Interesse ist, die Verwaltung ihrer Projekte zu optimieren. So sind 40 bis 60 % der von den Arbeitern auf der Baustelle verbrachten Zeit nicht produktiv. Außerdem werden 5 bis 10 % des Umsatzes eines Bauunternehmens von den Ineffizienzkosten verschlungen. Es ist demzufolge nicht verwunderlich, dass der vom WTB (in Zusammenarbeit mit der *Confédération Construction Bruxelles-Capitale*) organisierte Studiennachmittag über die *Lean-Methode* und die damit verbundenen Tools etwa hundert sehr interessierte Teilnehmer angezogen hat.

Das **BIM** (*Building Information Model*) (siehe S. 32-33) ist auch ein leistungsstarkes gemeinschaftliches Hilfsmittel, das die Ausführungskosten stark senken kann. Denn sowohl in der Entwurfs-, der Angebots-, der Planungs-, der Vorbereitungs-, der Ausführungs- als auch der Nutzungsphase des Gebäudes gestattet eine bessere Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren, die Kosten zu optimieren und die Ausführungsmängel zu reduzieren. Dies stellt den fragmentierten Bausektor zweifellos vor seine größte Herausforderung. Diese Prinzipien werden während des Studientags **„La construction à l'ère du numérique“** am 12. September 2016 besprochen werden. Das detaillierte Programm finden Sie unter www.academieconstruction.net. Während dieses Studientags wird neben Informationen über das BIM auch auf die gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen eingegangen. Wir hoffen Sie zahlreich empfangen zu können, um zusammen weiter an der Zukunft des Sektors zu bauen.

Selbst wenn Belgien nicht zu den europäischen Ländern gehört, die Erdbeben am meisten ausgesetzt sind, muss man dennoch anhand der Eurocodes bewerten, ob die Gebäude und Infrastrukturen den Wirkungen eines Erdbebens standhalten können. Aufgrund von zahlreichen Diskussionen innerhalb der Normungsausschüsse, vor allen denen für den Entwurf von Mauerwerk, erscheint es uns interessant, dieses Problem etwas näher zu beleuchten.

Berücksichtigen von seismischen Risiken in Belgien

Wie wird ein Erdbeben charakterisiert?

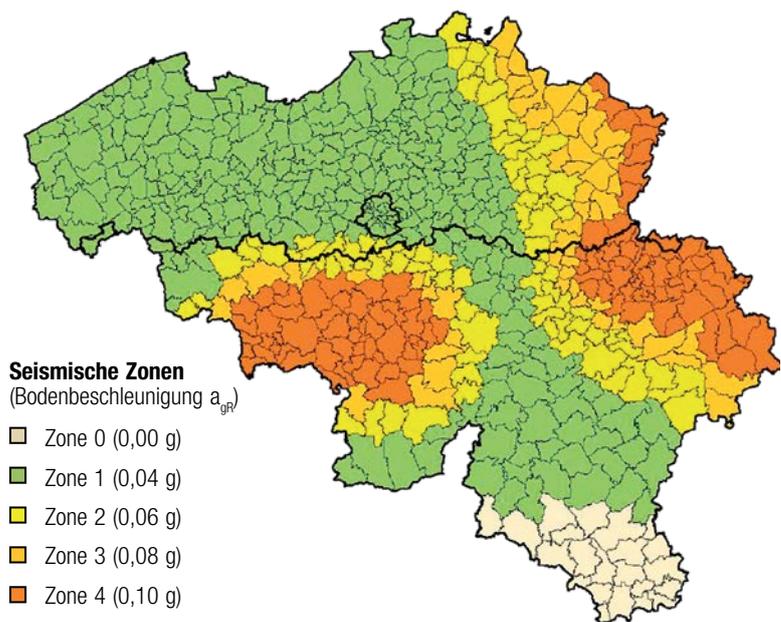
Belgien befindet sich in einer Zone mit einer nicht zu vernachlässigenden seismischen Aktivität schwacher Intensität. Obwohl die Intensität der Erdbeben in Belgien ungefähr vier Mal schwächer ist als in Griechenland oder Italien, können sie doch verheerend sein, insbesondere in der Umgebung von Lüttich und Mons. Die Beben werden jedoch auf längere Zeiträume verteilt und durch eine Wiederkehrperiode von 475 Jahren gekennzeichnet sein (*).

In Europa wird die Dimensionierung von Gebäuden, die seismischen Belastungen ausgesetzt sind, vom Eurocode 8 (NBN EN 1998-1) reglementiert. Darin wird die Auswirkung eines Erdbebens durch eine Beschleunigung in Höhe der Gebäudefundamente beschrieben. So wird der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung a_{gr} berücksichtigt, der einige Zehntel der Schwerebeschleunigung (g) beträgt. Europaweit liegt der Wert für diese Beschleunigung im Bereich von 0,1 g in Zonen mit einer geringen seismischen Aktivität bis 0,4 g in Zonen mit starker seismischer Aktivität. Diese Beschleunigung wird auch dazu verwendet, die regionalen seismischen Gefährdungskarten zu erstellen. So wird Belgien in fünf Zonen aufgeteilt, und zwar in Abhängigkeit von den durch die Königliche Sternwarte von Belgien identifizierten a_{gr} -Bodenbeschleunigungswerten (siehe Abbildung 1). Diese variieren zwischen 0 und 0,10 g .

(*) Die Wiederkehrperiode entspricht der statistischen Zeit zwischen zwei Erdbeben.

Diese Beschleunigungswerte weisen auf einen sehr widerstandsfähigen Boden hin (felsiger Boden mit einer höchstens 5 m dicken, aus weniger starken Ablagerungen bestehenden Schicht). Dies bedeutet jedoch auch, dass der Boden sich an der Oberfläche in stärkerem Maße bewegen kann, wenn ungünstige geologische Gegebenheiten zusammen auftreten (siehe Abbildung 2 auf der nächsten Seite). Dies wird als ‚Standortauswirkung‘ bezeichnet. Um diese Wirkung zu berücksichtigen, muss man auf die Referenz-Bodenbeschleunigung a_{gr} einen Bodenfaktor S anwenden, dessen Wert zwischen 1 (für einen felsigen Boden) und 1,8 (für einen Boden mit sehr geringem Widerstand) liegt. Bei einem

Boden mit einem niedrigen Widerstand kann die Intensität des Erdbebens bis zu 80 % größer sein. Um den Boden entsprechend dem Eurocode 8 zu klassifizieren, muss man daher immer die geeigneten Untersuchungen durchführen. Die Baustelle und die Art des tragenden Untergrunds dürfen kein Risiko bezüglich Geländebruch, Böschungsinstabilität und permanenter Bodensenkung aufweisen, die durch Liquefaktion oder Bodenverdichtung im Falle eines Erdbebens verursacht wird. Im Zweifelsfall muss man eine Reihe spezifischer Maßnahmen ergreifen: in erster Linie eine Vorstudie und eine Bewertung der möglichen Phänomene und – falls erforderlich – eine eventuelle Behandlung



1 | Karte mit seismischen Zonen in Belgien (NBN EN 1998-1 ANB)



2 | Appartementhaus, dessen Fundamentplatte als Folge der Liquefaktion und der darauffolgenden Senkung des Bodens während des Erdbebens in Taiwan im Februar 2016 gekippt ist.

Gebäudes ‚korrigiert‘ (erhöht oder verringert) wurde, muss man diesen Wert mit den Grenzwerten für die Bodenbeschleunigung vergleichen, die im Eurocode 8 und in der Tabelle im nachstehenden Kasten angegeben sind.

Für weitere diesbezügliche Informationen verweisen wir auf die Langfassung dieses Artikels. Darin werden die Grundprinzipien für einen guten Entwurf unter Berücksichtigung der seismischen Belastungen besprochen und ferner eine allgemeine Berechnungsmethodik für verschiedene Baumaterialien vorgestellt. In diesem Artikel wird auch näher auf das Verhalten von Holzbauwerken mit mehreren Stockwerken und auf die Ergebnisse des europäischen ‚Optimberquake‘-Forschungsprojekts eingegangen. **I**

A. Skowron, Ir., Projektleiter, Laboratorium Strukturen, WTB

B. Parmentier, Ir., Leiter der Abteilung Strukturen, WTB

oder, als letztes Mittel, die Entscheidung für einen anderen Standort.

Außerdem muss die Erdbebenintensität, in Abhängigkeit der Wichtigkeitsklasse des Gebäudes, um den sogenannten Wichtigkeitsfaktor γ_I verringert oder erhöht werden. Dieser berücksichtigt die Folgen eines etwaigen Erdbebens in menschlicher, wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht sowie die Wichtigkeit des Gebäudes für die öffentliche Sicherheit und den Zivilschutz.

So muss man die Bodenbeschleunigung a_{gR} im Falle eines Krankenhauses oder eines Elektrizitätswerks um 40 % erhöhen und im Falle eines landwirtschaftlichen Baus um 20 % verringern. In Bezug auf Häuser und Wohngebäude kommt ein Wert von 1 zur Anwendung (siehe Beispiele in nebenstehendem Kasten).

Wann muss man bei der Dimensionierung eines Gebäudes seismische Belastungen berücksichtigen?

Nachdem die Intensität des Erdbebens zur Berücksichtigung der Standortwirkung und der Wichtigkeitsklasse des

Dimensionierung von Gebäuden gemäß Eurocode 8

Für welche seismische Intensität muss man das Gebäude gemäß dem Eurocode 8 dimensionieren?

$\gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S$	Dimensionierung
$\leq 0,06 \text{ g}$	Dimensionierung gemäß dem Eurocode 8 nicht erforderlich
$\leq 0,1 \text{ g}$	Anwendung der einfachen Entwurfsregeln für erdbebensichere Zonen
$> 0,1 \text{ g}$	Dimensionierung gemäß dem Eurocode 8 erforderlich

Nachstehend besprechen wir zwei konkrete Beispiele für zwei verschiedene Gebäudetypen:

- Bei dem ersten Beispiel handelt es sich um ein **Appartementhaus**, das in **Namur (in der seismischen Zone 2)** auf einem Boden steht, der aus steifen Ablagerungen von überverdichteten Ton von mindestens mehreren zehn Metern Dicke besteht ($S = 1,35$). Angesichts dessen, dass die ‚korrigierte‘ seismische Intensität 0,08 g beträgt, wird die Anwendung einfacher Entwurfsregeln für erdbebensichere Zonen empfohlen.
- Beim zweiten Beispiel geht es um ein **Krankenhaus**, das in Genk auf Ablagerungen von nichtbindigem Boden mit geringer Dichte steht ($S = 1,8$). Angesichts dessen, dass die ‚korrigierte‘ seismische Intensität 0,20 g beträgt, ist das Gebäude gemäß dem Eurocode 8 zu dimensionieren.



Unter ‚Sichtbeton‘ versteht man vor Ort gegossenen Beton, der die Möglichkeit bietet, strukturelle und ästhetische Anforderungen im Hinblick auf die Realisierung von Elementen wie z.B. Wänden oder Säulen, deren Oberfläche sichtbar bleibt, zu kombinieren. Eine neue belgische Norm in Bezug auf Sichtbeton, die **NBN B 15-007**, schlägt einen klaren und objektiven Rahmen vor, anhand dessen die erwartete Betonqualität spezifiziert und das erhaltene Ergebnis bewertet werden kann. Eine Technische Information ist ebenfalls in Vorbereitung.

Eine neue Norm für Sichtbeton

1 Klassifizierung von Sichtbeton

Mangels eines normativen Rahmens für Sichtbeton wurden früher die Technischen Vorschriften PTV 21-601 (von denen eine neue Fassung im Laufe dieses Jahres erwartet wird), die alle vorgefertigte Architekturbetonelemente umfassen, und die diesbezüglichen ausländischen Dokumente herangezogen (siehe *Les Dossiers du CSTC 2007/4.4* und *2012/4.4*).

Die neue Norm **NBN B 15-007** ist das Ergebnis einer langwierigen Arbeit und bildet eine nützliche Ergänzung zu den bestehenden Normen bezüglich der Spezifikation (NBN EN 206 und NBN B 15-001) und der Ausführung (NBN EN 13670 und NBN B 15-400), und zwar für alles was die ästhetischen Eigenschaften des Betons betrifft. Diese Norm basiert auf den durchgeführten Forschungsarbeiten, darunter denen des WTB, und der Erfahrung, die in Belgien von den verschiedenen Beteiligten (Planer, Generalunternehmer, Materiallieferanten ...) erworben wurde.

Die Anforderungen dieser Norm gelten hauptsächlich für die zwei gängigsten Sichtbetontypen von den sechs, die in der Norm angegeben sind. Es handelt sich hierbei um grauen, schalungsrauen Beton mit einer glatten Oberfläche

(ZBA/1) oder mit einer feinen Textur (ZBA/2) (die anderen Typen ZBA/3 bis ZBA/6 beziehen sich auf Betonoberflächen mit einer groben Textur, beispielsweise durch die Verwendung von Verschalungen auf Basis von Elastomeren oder durch Gritstrahlen).

Die von der Norm vorgeschlagene Klassifizierung stützt sich auf vier Kriterien bezüglich des Aussehens, die für die Bewertung der Qualität von Sichtbeton wichtig sind:

- die **Textur (T)**: Sandstreifen, Glätte der Oberfläche, der Kanten und der Fugen
- die **Luftblasen (LBA)**: Nur die Luftblasen mit einem Durchmesser von 2 bis 15 mm werden berücksichtigt. Denn die Luftblasen mit einem größeren Durchmesser werden als Hohlräume (nicht zulässig) betrachtet
- die **Homogenität des Farbtons (HT)**
- die **Formtoleranzen (VTF)**: Abmessungen, Ebenheit, Geradheit der Kanten, Unebenheiten ...

Dieser Artikel konzentriert sich auf die Luftblasenbildung (LBA) und die Homogenität des Farbtons (HT).

Für jedes Kriterium werden drei Klassen vorgeschlagen, die jedes Mal mit einem unterschiedlichen Anforderungsniveau übereinstimmen. Was die Luftblasenbildung betrifft, werden diese Klassen beispielsweise von LBA1 bis LBA3 durchnummeriert (siehe Tabelle A und B).

Außerdem definiert die Norm der Einfachheit halber drei Sichtbetonklassen (A, B und C). Jede dieser Klassen besteht aus einer logischen Kombination der verschiedenen, oben erwähnten Klassen (T, LBA, HT und VTF; siehe Tabelle auf der nächsten Seite). Die **Klasse C** kommt bei fehlender klarer Spezifikation als Vorgabe zur Anwendung, die aber schon eine gewisse Sorgfalt und Fachkenntnis erfordert. Für bestimmte besondere Realisierungen kann eine Klasse B oder A

A | Übersicht über die Anforderungen bezüglich der Luftblasenbildung

Klassen für die Luftblasenbildung	Maximaler Anteil von Luftblasen in der Oberfläche
LBA1 (*)	1,2 %
LBA2	0,6 %
LBA3	0,3 %
(*) Bei fehlender Angabe kommt die Klasse LBA1 zur Anwendung.	

B | Übersicht über die Anforderungen bezüglich der Homogenität des Graufarbtons

Klassen für die Homogenität des Farbtons	Zulässige Anzahl der Einteilungen auf der neuen BE-Grauskala	Maximal zulässiger Farbtonunterschied (ΔE^*_{ab}) zwischen zwei Zonen
HT1 (*)	5	12,5
HT2	4	10
HT3	3	7,5
(*) Bei fehlender Angabe kommt die Klasse HT1 zur Anwendung.		



notwendig sein, was eventuelle spezifische Maßnahmen nach sich ziehen und eine nicht zu vernachlässigende Auswirkung auf die Gesamtkosten des Bauwerks haben kann. Eine Alternative besteht darin, vorgefertigte Elemente aus Architekturbeton anzuwenden. Diese Wahl fällt in die Zuständigkeit des Planers und muss in den Ausschreibungsunterlagen präzisiert werden.

2 Bewertungsmethoden

Sogar wenn das Bauwerk aus Sichtbeton mit der größten Sorgfalt ausgeführt wurde (einschließlich eines Vorversuchs an einer Prüfwand), werden unweigerlich Unvollkommenheiten als Folge der zahllosen einflusshabenden Parameter (z.B. Zusammensetzung des Betons, Schalungsplatte, Schalöl, Ausführungs- und Entschalungszeiten, Witterungsverhältnisse ...) auftreten. Im Streitfall schlägt die Norm eine Anzahl objektiver Methoden zur Bewertung der Qualität des Ergebnisses vor.

2.1 Bewertung der Luftblasenbildung mittels Bildanalyse

Früher wurde die Luftblasenbildung – bei einer Beanstandung – dadurch bewertet, dass ein Vergleich mit der CIB-Referenzskala (*) (sieben Fotos, die unterschiedliche, von gering bis stärker ausgeprägte Luftblasenbildungsgrade zeigen) vorgenommen wurde. Diese einfache, aber relativ subjektive Methode



1 | Bewertung der Farbtonunterschiede mithilfe der neuen BE-Grauskala

C | Beschreibung der drei Sichtbetonklassen

Sichtbetonklasse (*)	Kombination von Klassen
C	T1, LBA1, HT1 und VTF1
B	T2, LBA2, HT2 und VTF2
A	T3, LBA3, HT3 und VTF3

(*) Das Anforderungsniveau erhöht sich von Klasse C (Standardvorgabeklasse) bis A.

wurde jetzt durch eine digitale Bildanalyse ersetzt. Die neue Methode besteht darin, eine scharfe Fotoaufnahme von der zu bewertenden Zone zu machen und diese danach in Schwarzweiß umzusetzen. Dieses Bild wird dann mithilfe eines Programms analysiert, das die Luftblasen identifiziert und die hiervon eingenommene Oberfläche berechnet (dies erfordert eine vorherige Kalibrierung anhand der in der Norm aufgenommenen Referenzbilder). Schließlich wird jede Analyse durch eine Sichtprüfung validiert, um zu überprüfen, ob die detektierten Luftblasen mit denen im ursprünglichen Foto übereinstimmen.

2.2 Bewertung der Farbtonunterschiede mithilfe einer Grauskala oder eines Kolorimeters

Die Graufarbtöne-Unterschiede können in erster Linie dadurch bewertet werden, dass die BE-Grauskala an die Sichtbetonwand gehalten wird (trockene und beschattete Oberfläche) (siehe Abbildung 1). Diese neue Skala ist so konzipiert, dass der Farbtonunterschied

zwischen zwei Skaleneinteilungen annähernd mit dem ΔE^*_{ab} -Wert von 2,5 Einheiten übereinstimmt (bei der früher verwendeten CIB-Skala betrug dieser 5 Einheiten) (siehe Infomerkblatt nr. 25).

Im Zweifelsfall kann man auf einen Kolorimeter zurückgreifen (siehe Abbildung 2). Mit diesem tragbaren Messgerät kann man genau – und ohne Beeinflussung durch den Bediener oder die Sonnenstrahlung – den Farbtonunterschied (ΔE^*_{ab}) zwischen zwei sachkundig gewählten Messzonen bestimmen (dreizehn Messungen pro Zone von 50 x 50 cm²). Anschließend wird das Ergebnis mit der maximal zulässigen Abweichung verglichen. |

J. Piérard, Ir., Leiter des Laboratoriums
Betontechnologie, WTB
N. Cauberg, Ir., Leiter des Laboratoriums
Strukturen, WTB
J. Wijnants, Ing., Leiter der Abteilung
Technische Gutachten, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen der
Aktivitäten der Normen-Außenstelle
'Tolérances et aspect' verfasst, die vom
FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.



2 | Bewertung der Farbtonunterschiede mithilfe eines Kolorimeters und der Referenzvorlage der Norm

(*) *Tolérances sur les défauts d'aspect du béton*. Rotterdam, Conseil international du bâtiment, CIBBericht, Nr. 24, Juni 1973.

2017 müsste die belgische Ergänzung zur europäischen Norm NBN EN 206 aus dem Jahr 2014 im Zusammenhang mit der Spezifikation, den Eigenschaften, der Herstellung und der Konformität von Beton veröffentlicht werden. Dieser Anhang erwies sich als erforderlich, damit die am häufigsten vorkommenden Umgebungen und die belgische Praxis berücksichtigt werden können. Außerdem sind viele Anforderungen der europäischen Norm rein informativ. Diese zwei untrennbar miteinander verbundenen Normen werden somit die Normen NBN EN 206-1 (2001) und NBN B 15001 (2012) ersetzen, die gegenwärtig als Grundlage für die BENOR-Zertifizierung von Beton dienen. Neben den Änderungen für die geotechnischen Arbeiten (Pfähle, Schlitzwände ...), die schon in Les Dossiers du CSTC 2015/4.2 besprochen wurden, werden noch zahllose andere Anpassungen erwartet. In diesem Artikel werden einige davon erläutert.

Eine neue Ergänzung zur Norm NBN EN 206

Selbstverdichtender Beton

Die europäische Norm NBN EN 206-9 von 2010, die inzwischen in die Norm NBN EN 206 von 2014 aufgenommen wurde, enthielt schon einige ergänzende Regeln im Zusammenhang mit der Spezifikation, den Eigenschaften, der Herstellung und der Konformität von selbstverdichtendem Beton.

Diese Regeln beziehen sich vor allem auf Frischbeton. Neben den Konsistenzklassen F (für *Flow* oder Ausbreitmaß) und S (für *Slump* oder Setzmaß), die die Verarbeitbarkeit eines ‚traditionellen‘ Betons charakterisieren, schlägt die Norm NBN EN 206 noch drei andere Klassen vor, die speziell für selbstverdichtenden Beton bestimmt sind (SF1 bis SF3). Diese Klassen werden anhand der Fließmaßprüfung mit dem Abramskegel (siehe nachstehendes

Foto) bestimmt, eine Methode, die an die Fließfähigkeit von selbstverdichtendem Beton angepasst ist.

Für diesen Betontyp können darüber hinaus noch eine Anzahl anderer wesentlicher Anforderungen auferlegt werden, die sich auf die Kohäsion (Scheinviskosität) des Betons, die Fähigkeit durch das Armierungsnetz hindurch zu fließen und die Entmischungsfestigkeit beziehen.

In *Les Dossiers du CSTC 2012/3.3* wurde eine Übersicht über die Versuche gegeben, mit denen diese Kennwerte sowie die Klassen, die in der Norm aufgeführt sind, ermittelt werden können. Dort wurden auch konkrete Empfehlungen für die Wahl der geeigneten Scheinviskositätsklasse formuliert. Auch der informative Anhang G der Norm NBN EN 206 liefert in diesem Zusammenhang eine Reihe von Richtlinien.

Sobald die Ergänzung zur Norm erschienen ist, wird das BENOR-Reglement so angepasst werden, dass die BENOR-Marke auch die selbstverdichtenden Eigenschaften von Beton umfasst.

Die Anwendung von recycelten Granulaten

Gemäß der gegenwärtigen Fassung der Norm NBN B 15-001 dürfen nur 20 % der groben natürlichen Granulate durch recycelte Betongranulate ersetzt werden, und dies nur bei Beton für Innenanwendungen.

Der zukünftige belgische Anhang müsste es gestatten, die Anwendung von recycelten Beton- und Mischgranulaten (Beton und Mauerwerk) in armiertem und nichtarmiertem Beton zu erhöhen. Diese Granulate werden jedoch schon einer Reihe von Anforderungen, sowohl in mechanischer Hinsicht als auch in Bezug auf ihre Reinheit, genügen müssen. Wenn diese Anforderungen erfüllt sind, dürfen die recycelten Betongranulate in Beton mit einer Druckfestigkeitsklasse bis C 30/37 verwendet werden. Für recycelte Mischgranulate liegt diese Grenze bei der Klasse C20/25. Bei armiertem Beton für Innenanwendungen könnten die recycelten Beton- und Mischgranulate jeweils maximal 30 und 20 % der groben natürlichen Granulate ersetzen, und zwar in Abhängigkeit der Umgebung.

Das Anwendungsgebiet von recycelten Betongranulaten wird ebenfalls erwei-





tert werden: So wird es zukünftig auch Außenumgebungen umfassen, die dem Forst ausgesetzt sind. In dem Fall wird deren maximale Ersatzrate 20 % betragen.

Zement und andere Bindemittel

In der europäischen Norm NBN EN 197-1 über Normalzementarten wird auf 27 Zementtypen eingegangen. Spezielle Zementarten, wie z.B. übersulfatierter Zement, Tonerdezement und die zahlreichen möglichen Kombinationen von Zement und Zusatzstoffen (z.B. Flugasche), werden dagegen nicht berücksichtigt.

Die gegenwärtige Fassung der Norm NBN B 15-001 sieht vor, dass nur 13 Zementarten einsatztauglich sind. Für die anderen Sorten muss man die Einsatztauglichkeit für die in Erwägung gezogene Anwendung überprüfen. Konkret bedeutet dies, dass man die Dauerhaftigkeitsprüfungen in Abhängigkeit der betrachteten Umgebungsklasse ausführen muss.

In der neuen belgischen Ergänzung werden vier Eignungsniveaus in Betrachtung gezogen. Je nach dem Niveau lässt sich der Zement oder das Bindemittel entweder in allen Umgebungsklassen verwenden, in bestimmten nur ohne jegliche Einschränkung, oder wenn durch Versuche nachgewiesen werden konnte, dass der mit diesem Zement oder Bindemittel angemachte Beton dauerhaft sein wird. Portlandzement CEM I und Hochofenzement CEM III/A werden zum ersten Niveau gehören und werden somit ohne jegliche Einschränkung in allen Umgebungsklassen verwendet werden können. Hochofenzement CEM III/B wird dagegen dem zweiten Niveau angehören.

Bei Einsatz in einer Umgebung, in der Frost und Streusalze auftreten, wird man beispielsweise den Zementgehalt erhöhen müssen.

Faserbeton

Für faserverstärkten Beton bedurfte es zusätzlicher Regeln. So werden, neben einem Verweis auf die Produktnormen für die Fasern (Stahl- und Polymerfasern), Anforderungen und Kontrollen vorgesehen werden, mit denen man gewährleisten kann, dass die im Beton vorhandene Menge an Fasern den Anforderungen entspricht und dass sie über den Beton gleichmäßig verteilt sind.

Es bestehen gegenwärtig zwei Methoden zum Vorschreiben von faserverstärktem Beton. Die erste besteht darin, in den zusätzlichen Anforderungen (übereinstimmend mit den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001) den Typ, die (ggf. strukturelle) Funktion und die Menge an Fasern anzugeben. Die zweite beruht auf der Angabe der Duktilitätsklasse in den zusätzlichen Anforderungen.

Die Alkali-Kieselsäure-Reaktion

In der alten Norm NBN B 15-001 wurden vier Vorkehrungen angegeben, um die Alkali-Kieselsäure-Reaktion (ASR) zu vermeiden, darunter der Einsatz eines alkaliarmen Zements (LA). Es oblag dann dem Vorschreiber, eine dieser Maßnahmen zu wählen. Außerdem wurde in dieser Norm kein einziger Zusammenhang zu den Umgebungsklassen hergestellt und das, obwohl das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Feuchtigkeit in diesem Zusammenhang ausschlaggebend ist. Die Norm sah hierfür kein einziges Kriterium vor.

Es werden daher viele Änderungen in der zukünftigen belgischen Ergänzung erwartet. So werden fortan auch das Risikoniveau und die negativen Folgen einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion berücksichtigt werden.

Dem Typ des Bauwerks und der Auswirkung einer darauf einwirkenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion muss Rechnung getragen werden. Denn für Bauwerke wie z.B. Tunnel sind diese Folgen inakzeptabel. Es werden drei Präventionsniveaus (PREV1 bis PREV3) unterschieden, aus denen der Vorschreiber seine Wahl treffen muss.

Das Vorhandensein und die Heftigkeit einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion sind auch von der Exposition des Bauwerks abhängig (Expositionsfaktoren AR1 bis AR3). Diese ist ihrerseits eng mit der Umgebungsklasse und -temperatur verbunden. Man wird daher in Abhängigkeit des in Erwägung gezogenen Präventionsniveaus (PREV) und dem gewählten Expositionsfaktor (AR) Vorkehrungen treffen müssen. In bestimmten Fällen werden spezifische Vorkehrungen zur Anwendung kommen müssen (z.B. Verwendung eines LA-Zements oder Begrenzung des Alkaligehalts). In anderen Fällen wird sich die Kombination von verschiedenen Vorkehrungen als erforderlich erweisen. |

V. Pollet, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Materialien, Technologie und Gebäudehülle, WTB

V. Dieryck, Ir., Senior-Projektleiter, Abteilung Beton und Bauchemie, WTB

C. Ladang, Ir., Hauptkoordinator Betontechnologie, SECO

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Beton-Mörtel-Granulate‘ verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.



Die Befestigung von Metall-Dachdeckungen wurde schon in Les Dossiers du CSTC 2012/4.6 besprochen. In dem entsprechenden Artikel lag der Schwerpunkt auf dem Typ und der Anzahl der Haften für die Befestigung, die in der Stehfalzverbindung vorgesehen werden müssen, um zu vermeiden, dass sich die Dachdeckung durch den Wind aufrichtet und verformt. Der vorliegende Artikel konzentriert sich wiederum auf die Wahl der Dachunterkonstruktion aus Holz und deren Verbindung mit der Tragkonstruktion. Denn eine gute Befestigung der Dachunterkonstruktion an der Tragkonstruktion ist bei Sturmweather von äußerster Wichtigkeit, da man festgestellt hat, dass es in der Mehrzahl der Schadenfälle bei Metall-Dächern nicht nur die Dachdeckung ist, die sich gelöst hat, sondern der gesamte Aufbau aus Dachdeckung und Dachunterkonstruktion.

Stehfalzverbindung: eine gute Befestigung der Dachdeckung und der Dachunterkonstruktion

Beplankung oder Platten?

Die Dachunterkonstruktion von Dachdeckungen mit einer Stehfalzverbindung besteht im Allgemeinen aus Holz in Form einer Beplankung oder in Form von Platten (siehe CSTC-Digest Nr. 11).

Der Einsatz von einer mit kleinen Öffnungen versehenen, längs der Unterseite belüfteten **Beplankung** setzt die Tradition fort und kommt häufig bei allen Typen von Metall-Dachdeckungen

zur Anwendung. Diese Arbeitsweise geht aus den Baugewohnheiten hervor, die man bei der Verwendung von Zink antrifft: Denn um die Korrosionsgefahr zu vermeiden, müssen beide Seiten von traditionellem (unbeschichtetem) Zink mit der Umgebungsluft in Kontakt gebracht werden, so dass sich eine schützende Patina bilden kann.

Um die Schiebehafte, die in der Regel 110 mm lang sind, auf einer einzigen Planke anbringen zu können, sind die Beplankungen im Allgemeinen 24 mm dick und 125 mm breit (siehe Abbildung). Manchmal werden auch Beplankungen mit kleineren Abmessungen angewendet, aber diese sind besonderen Fällen vorbehalten (Traufe, Bogendächer, schmale Haften für die Befestigung, die für bestimmte Hersteller spezifisch sind ...).

Bei Warmdächern kann man sich für die anderen Typen von Metaldachbahnen (aus beschichtetem Zink, Kupfer, beschichtetem Stahl, Aluminium) auch für eine **Anbringung auf Platten** entscheiden. Es handelt sich dabei häufig um OSB/3-Platten, die für eine Anwendung in Dächern vorgesehen sind. Diese Platten sind mindestens 15 oder 18 mm dick, je nachdem, ob die Haften für die Befestigung geschraubt oder genagelt werden. Angesichts dessen, dass das Risiko einer Befeuchtung der Platten nie vollständig ausgeschlossen werden kann (Gewitter während der Montage,

Kondensation im Dachaufbau ...), wird empfohlen, die Haften für die Befestigung mit Schrauben zu befestigen. Denn durch Versuche in der Klimakammer wurde nachgewiesen, dass in eine OSB-Platte genagelte Haften, die Befeuchtungs- und Trocknungszyklen unterworfen wurden, mehr als die Hälfte ihrer Abscher- und Ausziehfestigkeit verlieren können.

Befestigung der Dachunterkonstruktion an der Tragkonstruktion

Die Dachunterkonstruktion muss eben und durchgängig sein und mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden, unabhängig davon, ob sie aus einer Beplankung oder Platten besteht. Ferner muss sie mithilfe von Stahlnägeln mit Flachkopf oder Schrauben mit Senkkopf an der Tragkonstruktion befestigt werden.

Obwohl Nägel wegen ihrer schnellen Ausführung üblicherweise verwendet werden, ist die Befestigung mit Schrauben vorzuziehen. Denn bei ein und demselben Durchmesser und der gleichen Länge weisen Schrauben eine Ausziehfestigkeit auf, die 5 bis 8 Mal größer ist als jene von Nägeln, bei denen es sich ggf. um Ringnägel handelt.

Während der Ausführung müssen die folgenden Maßnahmen ergriffen wer-

Befestigung der Schiebehafte auf der Beplankung



Empfehlungen für die Befestigung der Dachunterkonstruktion auf dem Untergrund ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Typ der Dachunterkonstruktion	Nägels/Schrauben				
	Durchmesser Ø	Anzahl pro Auflager	Eindringtiefe in das strukturelle Element	Mindestlänge der Nägel und Schrauben	
				Bei Verwendung einer Konterlatte von 38 mm	Bei Verwendung einer Konterlatte < 38 mm ⁽⁴⁾
Beplankung 4/4 (24 mm) (längs der Unterseite belüftetes Dach)	Glatte Nägel: Ø ≥ 2,8 mm	3	Mind. 40 mm	64 mm (z.B. glatte Nägel von 2,8 x 65 mm)	88 mm (z.B. glatte Nägel von 3,1 x 90 mm)
	Ringnägel: Ø ≥ 2,8 mm	3	Mind. 30 mm	54 mm (z.B. Ringnägel von 2,8 x 60 mm)	78 mm (z.B. Ringnägel von 3,1 x 80 mm)
	Schrauben: Ø ≥ 4,0 mm	2	Mind. 25 mm	49 mm (z.B. Schraube von 4,0 x 50 mm)	73 mm (z.B. Schraube von 4,5 x 80 mm)
OSB-Platten (18 mm) (Warmdach)	Glatte Nägel oder Ringnägel	Nicht empfohlene Lösung (bei Befeuchtung der Platten weniger leistungsfähig als Schrauben)			
	Schrauben: Ø ≥ 4,0 mm	3 je Plattenhöhe (60 cm)	Mind. 30 mm	48 mm (z.B. Schraube von 4,0 x 50 mm)	

(1) Für diese Berechnungen wurde ausgegangen von 125 mm breiten Beplankungen der Klasse C16, von OSB/3-Platten von 600 mm, die direkt auf einem strukturellen Element aufliegen und von Gebäuden mit einer Firsthöhe von weniger als 40 m. Die Beplankungen und Platten sind auf jedem Sparren oder jeder Konterlatte befestigt.

(2) Falls die Holzplatte auf einem Dämmstoff aufliegt (Sandwichplatten, Sarking ...), muss man den Hersteller des Dämmsystems zu Rate ziehen.

(3) Für exponierte oder sehr hohe Gebäude wird empfohlen, sich bei einem Planungsbüro Rat zu holen.

(4) Die Hersteller empfehlen für die Konterlatten im Allgemeinen eine Mindesthöhe von 38 mm. Die Erfahrung lehrt uns jedoch, dass eine Höhe von 24 mm ausreichend sein kann, sofern die Luft ungehindert in dem Raum unter der Beplankung zirkulieren kann (z.B. durch Anbringung eines steifen Unterdachs).

den, um einerseits zu vermeiden, dass die Metaldachbahnen sich verformen und um andererseits die Windstabilität des Dachaufbaus zu gewährleisten:

- die Nägel oder Schrauben müssen in den Untergrund versenkt werden
- der Höhenunterschied zwischen zwei nichtbelasteten angrenzenden Elementen darf nicht größer sein als 2 mm
- die Elemente der Dachunterkonstruktion müssen sich auf mindestens drei Auflagern abstützen:
 - für **Beplankungen**: schmale Beplankungen (mit einer Breite ≤ 105 mm) erfordern zwei Schrauben oder Nägel pro Auflager und die gebräuchlichen Beplankungen mit einer Breite von 125 mm erfordern zwei Schrauben oder drei Nägel
 - für **Platten**: je Plattenhöhe von 60 cm müssen pro Auflager mindestens drei Schrauben vorgesehen werden. Von der Verwendung von Nägeln wird abgeraten, da diese in einer ggf. mit Feuchtigkeit in Berührung kommenden Platte viel weniger leistungsfähig sind.

Bei den meisten aufgenommenen Schadensfällen hat sich der gesamte Aufbau aus Dachdeckung und Dachunterkonstruktion gelöst.

Angesichts dessen, dass die Nägel und Schrauben durch die Windwirkung axialen Zugkräften ausgesetzt werden können, müssen davon eine ausreichende Anzahl vorgesehen werden. Ferner müssen sie tief genug in der Tragkonstruktion versenkt sein (siehe obige Tabelle).

Bei einer längs der Unterseite belüfteten Beplankung kann die Dachunterkonstruktion auf den Konterlatten befestigt werden, sofern diese ausreichend hoch sind. In dem Fall sind es die Konterlatten, die die Kräfte auf die Tragkonstruktion übertragen. Ihr Querschnitt muss folglich ausreichend groß sein (mindestens 38 x 38 mm) und sie sind folgendermaßen zu befestigen: Pro laufenden Meter der Konterlatte müssen drei Schrauben von 4 mm vorgesehen

werden, die mindestens 30 mm tief in der Dachkonstruktion versenkt sind (Schraube, je nach Dicke des Unterdaches, mit einer Länge von mindestens 70 mm). Von der Befestigung mithilfe von glatten Nägeln oder sogar Ringnägeln (jeweils in der Größenordnung von 10 bis 8 pro laufendem Meter) wird abgeraten, da deren große Anzahl die Konterlatte schwächt und deren konstruktive Funktion beeinträchtigt. ■

D. Langendries, Ir., Senior-Projektleiter und B. Michaux, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes COOM-MAT „Matériaux et techniques de construction durables“, mit der Unterstützung der DG06, verfasst.



Im Jahr 2003 hat das WTB für ein Forschungsprojekt zum Thema Gründächer elf Modelle (davon neun begrünte) auf dem Dach eines der Gebäude von seinem Versuchsgelände in Limelette angebracht. Die TI 229 und Les Dossiers du CSTC 2006/3.2 wurden unter anderem aufgrund dieser Forschungsarbeiten veröffentlicht. Etwa zehn Jahre später wurden diese Modelle, anlässlich der Renovierung des Gebäudes, vor ihrem Abriss ein letztes Mal untersucht.

Gründächer: gewonnene Erfahrungen

Allgemeiner Zustand der Dächer und der Materialien

Obwohl die Dächer während etwa zehn Jahren nicht gepflegt wurden, ergab sich aus der Sichtprüfung beim Abriss, dass sowohl die Dächer als auch ihre Materialien sich in allgemeiner Hinsicht in einem guten Zustand befanden. So sah die Fetthenne der Dächer Nr. 3 und 10 besonders gut aus (siehe Abbildung 1). Auf dem Dach Nr. 7 (vom Typ intensiv) wurde dagegen eine Entwicklung von bestimmten Pflanzenarten (Sträucher) und ein äußerst dichtes Wurzelsystem festgestellt, das an bestimmten Stellen sogar mehrere Schichten des Dachaufbaus durchbohrte und bis zur Dichtungsmembran vordrang (siehe Abbildung 2). Obwohl diese Letztere nicht durchbohrt zu sein schien, weist diese Entwicklung auf die Wichtigkeit der Pflege von Gründächern, insbesondere intensiven, hin, um zu vermeiden, dass sich Pflanzenarten entwickeln, die die Wasserdichtheit beeinträchtigen können.

Oberflächenmassen und Überlastungen

Um deren Oberflächenmasse in verschiedenen Zuständen – z.B. bei Sätti-

gung mit Wasser – zu ermitteln, wurden von jedem Gründach Proben genommen (unter Einschluss der Vegetation).

Die bei Sättigung gemessenen Überlastungen erreichen für bestimmte extensive Gründächer Größenordnungen von bis zu 40 kg/m². Wenn ein verformbarer Untergrund (z.B. profilierte Stahlbleche, Platten auf Holzbasis) vorliegt, ist diese Belastung nicht vernachlässigbar, insbesondere weil sie durch einen heftigen Schauer noch zunehmen könnte, wenn das Gründach schon mit Wasser gesättigt ist. So wurde bei bestimmten extensiven Gründächern im gesättigten Zustand eine Oberflächenmasse von 125 kg/m² registriert, während die TI 229 hierfür eine maximale Oberflächenmasse von 100 kg/m² angibt. Es ist folglich bei der Auslegung des Dachs von wesentlicher Bedeutung, die etwaigen Überlastungen und die erwarteten Oberflächenmassen zu berücksichtigen.

Qualität des abgeleiteten Wassers

Das durch die verschiedenen Dächer hindurch sickern Regenwasser wurde an sechs unterschiedlichen Zeitpunkten des Sommers 2014 aufgefangen und analysiert.

Für jedes Dach wurde immer eine **Verfärbung des Wassers** festgestellt (siehe Abbildung 3 auf der nächsten Seite). Diese ist stark vom Substrat und der Art der Niederschläge abhängig. So wird ein heftiger, aber kurzer Schauer eine andere Wirkung haben als ein leichter, aber langer Regenguss. Das von den Dächern Nr. 2 (extensiv) und Nr. 6 (intensiv) aufgefangene Wasser wies die stärkste Verfärbung auf. Außerdem kam diese der Verfärbung am nächsten, die 2003 festgestellt wurde. Wenn man dieses Wasser wiederverwenden möchte – unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die aufgefangene Menge durch die wasserrückhaltende Wirkung von Gründächern beträchtlich eingeschränkt werden kann – wird man es daher filtern und mithilfe eines Aktivkohlefilters behandeln müssen.

Anhand der gemessenen pH-Werte ergibt sich, dass die ursprünglich festgestellte **neutralisierende Wirkung** der Gründächer noch immer vorhanden ist, während das nackte Dach (Nr. 11) noch stets einen versauernden Einfluss ausübt. Ferner hat sich aus den Wasseranalysen ergeben, dass die verschiedenen Substrate sogar zehn Jahre nach der Anbringung der Dächer noch immer eine gewisse Menge an Nährstoffen enthalten. Aus



1 | Dach Nr. 3 im Juli 2014



2 | Wurzeln, die die Dichtungsmembran von Dach Nr. 7 erreicht haben



3 | Am 27. August 2014 festgestellte Verfärbungen

den gemessenen Parametern (in Lösung befindliche Stoffe, Stoffe in Suspension, chemischer Sauerstoffverbrauch, Phosphor- und Stickstoffgehalt) lässt sich ebenfalls ableiten, dass das Regenwasser sich weiterhin mit Stoffen anreichert, die von den Gründächern stammen (und dies im stärkeren Maße bei den intensiven als bei den extensiven Dächern).

Schlussfolgerung

Sogar nach zehn Jahren ohne Pflege enthalten die verschiedenen Substrate der experimentellen Gründächer noch genug Nährstoffe, um das Wachstum

der Pflanzen zu gewährleisten. Die Analysen, die an dem durch die Gründächer hindurch sickern Regenwasser ausgeführt wurden, haben nachgewiesen, dass die Qualitätsveränderung des Wassers (Verfärbung, Anreicherung mit diversen Stoffen), die kurz nach der Ausführung der Dächer festgestellt wurde, zehn Jahre später noch immer gleichermaßen ausgeprägt ist. Eine etwaige Wiederverwendung des Regenwassers erfordert folglich eine an diese Veränderung angepasste Reinigung, wobei die Mindestbehandlung aus einer Filterung mithilfe eines Aktivkohlefilters besteht.

Wenn man die Anbringung eines

Gründachs beabsichtigt, muss man auch die höheren Oberflächenmassen berücksichtigen, die durch eine Wassersättigung, eventuell in Kombination mit einem heftigen Schauer, entstehen können.

Die Langfassung dieses Artikels geht näher auf diese Aspekte ein und bespricht auch eine Anzahl anderer zu beachtender Punkte (z.B. Entwicklung der Vegetation, Analyse der Substrate). **I**

*E. Noirfalisse, Ir., Leiter des Laboratoriums Dämm- und Abdichtungsmaterialien, WTB
K. Dinne, Ing., Leiter des Laboratoriums Mikrobiologie und Gesundheit, WTB*

Aufbau der experimentellen Modelle

Dachnummer	Typ	Substratdicke	Zusammengefasster Aufbau	Abdichtung
1	Mit Ballast versehen	–	Kies	EPDM
2	Extensiv	4 cm	Gepflanzte Fetthenne; Torf; Filzschicht; expandierter Ton; PVC-Membran mit Relief (Fassungsvermögen 3 l/m ²)	Bitumen
3	Extensiv	8 cm	Gepflanzte Fetthenne; pflanzliche Pellets; Netz zwischen zwei Filzschichten (Drainagefilter)	Bitumen
4	Extensiv	5 cm	Gepflanzte Fetthenne; Puzzolane, Torf und kompostierte Rinde; Filzschicht; elastische Drainagematte	Bitumen
5	Extensiv	2 cm	Vorkultivierte Fetthenne, Moos, Schnittlauch; Kompost; Netz zwischen zwei Filzschichten (Drainagefilter)	Bitumen
6	Intensiv	14 cm	Gewöhnlicher Spindelstrauch, Ginster, Blutwurz ...; Kompost; Filzschicht; Drainageplatte (EPS)	Bitumen
7	Intensiv	20 cm	Efeu, Lavendel, Geißblatt ...; Mischung aus Kompost und expandiertem Ton; Filzschicht; expandierter Ton; Filzschicht; expandierter Ton	EPDM
8	Extensiv	8 cm	Gepflanzte Fetthenne, Kräuter und Blumen; Mischung aus Lava, Torf und Kompost; Filzschicht; EPS-Platte mit Relief (Fassungsvermögen 13 l/m ²)	EPDM
9	Extensiv	4 cm	Gesäte Fetthenne; Mischung aus Lava, Torf und Kompost; Filzschicht; PVC-Membran mit Relief (Fassungsvermögen 5 l/m ²)	EPDM
10	Extensiv	6,5 cm	Vorkultivierte Fetthenne; Substrat; Filzschicht; XPS-Dämmstoff (Umkehrdach)	Harz
11	Nackt	–	–	EPDM



Durch das Vorsehen einer thermischen Unterbrechung wird es einer Schreinerarbeit aus Aluminium ermöglicht, den stets strengeren Anforderungen auf dem Gebiet der Energieleistungen zu genügen. Um eine PEB-konforme Montage realisieren zu können, müssen jedoch angepasste Einbauanforderungen berücksichtigt werden.

Einbau eines thermisch unterbrochenen Aluminiumfensters und einer Steinschwelle

1 Einbauanforderungen

Um eine Schreinerarbeit aus Aluminium auf eine PEB-konforme Weise einbauen zu können, muss man in bestimmten Fällen angepasste Einbauanforderungen berücksichtigen. So darf bei Anwendung einer Steinschwelle diese nicht mit der thermischen Unterbrechung des Fensterprofils in Kontakt kommen. Dadurch bleibt aber nur wenig Platz für die Realisierung eines PEB-konformen Anschlusses über. In dem Fall empfehlen die Systemlieferanten den Einsatz von Einbauprofilen (z.B. aus Kunststoff). Im Folgenden werden zwei mögliche Einbaulösungen besprochen, bei denen solche Einbauprofile und

luftdichte Blindstöcke (als Alternative zur klassischen Einbaumethode mithilfe von Einbauankern) genutzt werden.

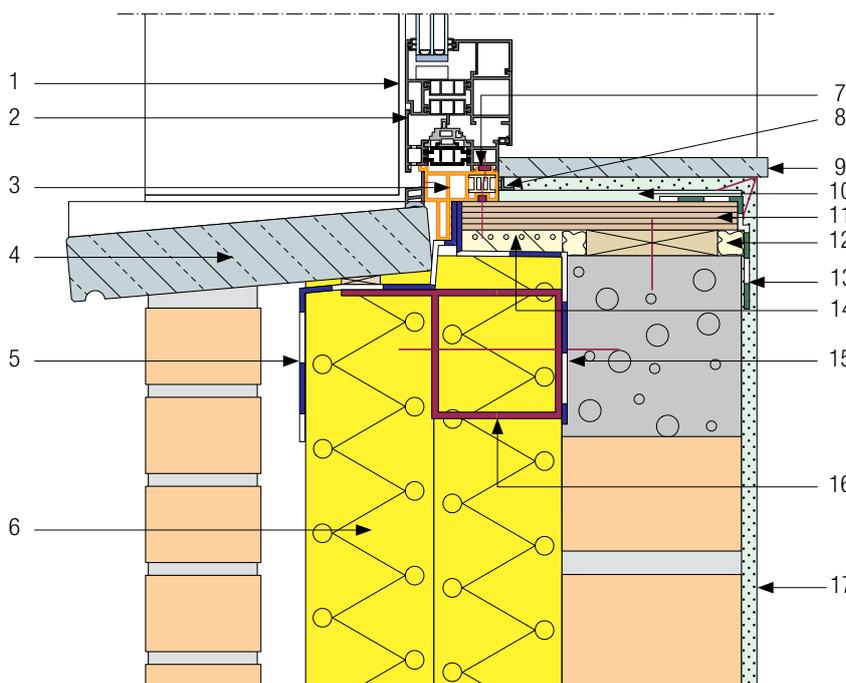
2 Einbaulösungen

2.1 Zurückgesetzter Einbau in eine Niedrigenergie-Hohlwand

Die erste Einbaulösung betrifft einen zurückgesetzten Einbau in eine Niedrigenergie-Hohlwand mit Mauerwerksrücksprung. Hierzu muss der chronologische Ablauf des Bauprozesses angepasst werden: Zuerst muss die Schreinerarbeit eingebaut werden,

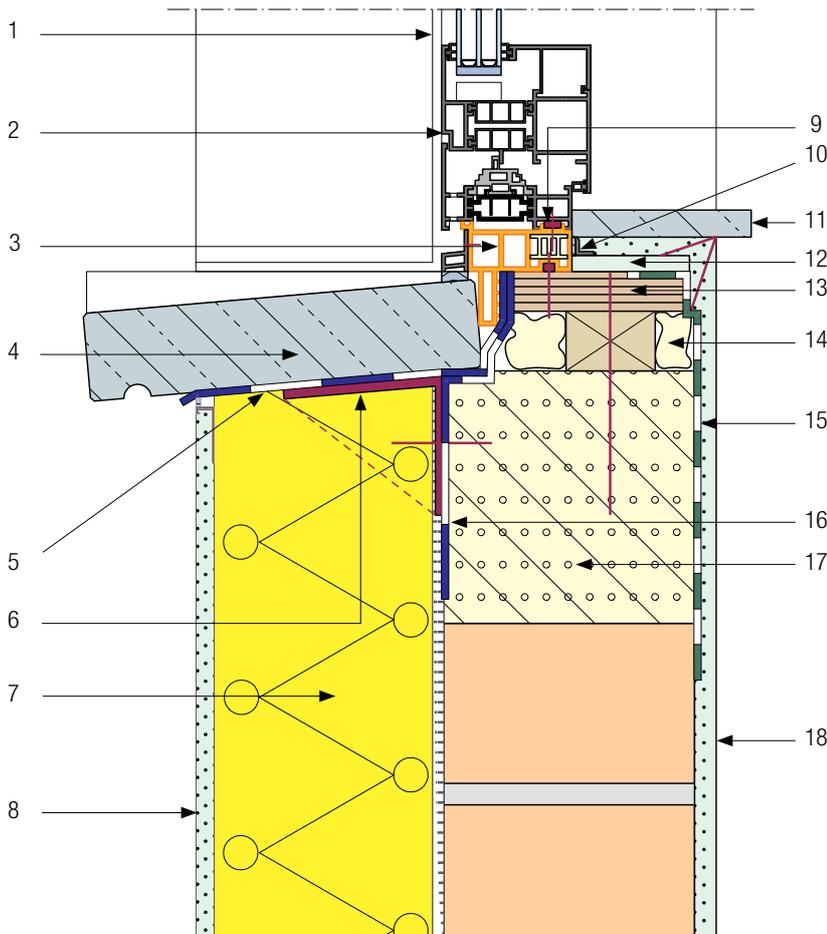
danach ist die Hohlraumdämmung anzubringen und schließlich muss die äußere Wandschale hochgezogen werden. Es wird empfohlen, rund um den luftdichten Blindstock (11, Abbildung 1) in der Hohlraumöffnung einen festen Dämmstoff (14, Abbildung 1) anzubringen und dann darüber eine Wasserabdichtungsmembran (5 und 15, Abbildung 1) zu befestigen.

Der Anschluss zwischen dem Fensterahmenprofil und dem Einbauprofil (3, Abbildung 1) muss gemäß den Vorschriften des Systemlieferanten erfolgen. Die Luftdichtheit des Anschlusses zwischen dem luftdichtem Blindstock und dem Fensterrahmenprofil einerseits



1 | Zurückgesetzter Einbau in eine Niedrigenergie-Hohlwand mit Mauerwerksrücksprung

1. Fassadenkitt
2. Aluminiumfenster
3. Einbauprofil (z.B. aus Kunststoff)
4. Steinschwelle
5. Wasserabdichtungsmembran
6. Dämmstoff
7. Expansionskleber oder zusammengedrückte Fuge
8. Endprofil
9. Fensterbank
10. Gipsplatte
11. Luftdichter Blindstock
12. Polyurethanschaum
13. Luft- und dampfdichte Membran
14. Fester Dämmstoff
15. Wasserabdichtungsmembran
16. Schwellenträger
17. Innenputz



1. Fassadenkitt
2. Aluminiumfenster
3. Einbauprofil (z.B. aus Kunststoff)
4. Steinschwelle
5. Wasserabdichtungsmembran (eventuell)
6. Schwellenträger
7. Außendämmstoff
8. ETICS-System
9. Expansionskleber oder zusammenge-drückte Fuge
10. Endprofil
11. Fensterbank
12. Gipsplatte
13. Luftdichter Blindstock
14. Polyurethanschäum
15. Luft- und dampfdichte Membran
16. Wasserabdichtungsmembran (eventuell)
17. Dämmblock
18. Innenputz

2 | Bündiger Einbau in eine mit einem ETICS-System versehene Wand

und dem luftdichten Blindstock und dem Einbauprofil andererseits wird durch eine zusammendrückbare Fuge oder einen Expansionskleber (7, Abbildung 1) sichergestellt. Der Anschluss zwischen dem luftdichten Blindstock und der tragenden Innenwand wird durch eine luft- und dampfdichte Folie (oder einen entsprechenden Streifen) realisiert (13, Abbildung 1). Die Membranen, die in den Fensteranschlüssen als Luft- und Dampfsperre fungieren, müssen der Kennzeichnung entsprechen, die in der harmonisierten Produktnorm NBN EN 13984 definiert wurde.

Bei einem zurückgesetzten Einbau in eine Niedrigenergie-Hohlwand liegt die Steinschwelle (4, Abbildung 1) tief in der Hohlraumöffnung und es muss in dem Fall ein Schwellenträger (16, Abbildung 1) vorgesehen werden. Jeder Schwellenträger wird dabei jedoch hinsichtlich des Fensteranschlusses einen zusätzlichen punktförmigen Bauknoten

Einbauprofile ermöglichen einen PEB-konformen Einbau.

bilden. Um die negative Auswirkung auf den Punktwärmedurchgangskoeffizienten der Konsolen zu begrenzen, kann man Profile mit verbessertem Widerstand wie z.B. Profile aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GRP, *glass-fibre reinforced plastic*), aus Polyamid, aus Holz der Dauerhaftigkeitsklasse 1 oder 2 ... nutzen.

2.2 Bündiger Einbau in eine mit einem ETICS-System versehene Wand

Die Abbildung 2 veranschaulicht einen bündigen Einbau in eine mit einem ETICS-System versehene Wand. Angesichts dessen, dass die Steinschwelle (4, Abbildung 2) mit der tragenden Wand

in Kontakt kommt, muss ein Dämmblock aus beispielsweise Zellenbeton oder Schaumglas (17, Abbildung 2) vorgesehen werden. Zum Tragen der Steinschwelle werden Konsolen (6, Abbildung 2) angebracht.

In den deutschen Empfehlungen wird dazu geraten, unter bestimmten Umständen unter der Steinschwelle eine Wasserabdichtungsmembran (5, Abbildung 2) anzubringen. Diese Membran muss dann an den Seiten der Schwelle aufgekantet werden. Man kann auch eine Drainagemembran mit Noppenstruktur oder jede andere Lösung anwenden, die die Drainage unter der Schwelle fördert. |

E. Kinnaert, Ing., Senior-Projektleiter, Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB



Genauso wie für viele andere Produkte ist für Kitte eine spezifische ‚Produktnorm‘ im Rahmen der BPV (Bauproduktenverordnung) verfügbar. Die CE-Kennzeichnung von Kitten, die in Les Dossiers du CSTC 2013/3.7 angekündigt wurde und seit 2014 obligatorisch vorgeschrieben ist, versetzt die Anwender – mit anderen Worten fast alle Bauunternehmen – in die Lage, die am besten geeigneten Kitte für die beabsichtigte Anwendung zu wählen. Dazu müssen die Anwender allerdings die verwendeten Codes und Referenzen verstehen.

Verglasungs- und Fassadenkitte

CE-Kennzeichnung von Kitten

Die CE-Kennzeichnung von Kitten hängt von deren Einsatz ab. Aus diesem Grund ist die Referenznorm NBN EN 15651 (befindet sich gegenwärtig in der Überarbeitung) entsprechend der Anwendung in verschiedene Teile aufgeteilt:

- Teil 1: Abdichtungsprodukte für **Fassadenelemente (Typ F)**
- Teil 2: Abdichtungsprodukte für **Verglasungen (Typ G)**
- Teil 3: Abdichtungsprodukte für **Sanitäranwendungen (Typ S)**
- Teil 4: Abdichtungsprodukte für **Fußwege (Typ PW)**
- Teil 5: **Konformitätsbewertung und Kennzeichnung.**

Wir möchten darauf hinweisen, dass bestimmte Kitte eine Kennzeichnung für mehrere oder sogar alle Anwendungen erhalten können.

Klassifizierung der Kitte

Die Norm NBN EN ISO 11600 schlägt eine Einteilung der Kitte für Gebäude in Abhängigkeit der beabsichtigten Anwendung vor (siehe [CSTC-Magazine 1994/2](#)). So unterscheidet sie zwischen Verglasungskitten und Kitten, die für andere Anwendungen bestimmt sind. Jede Kategorie wird außerdem je nach Tauglichkeit des Kitts zur Aufnahme

von Verformungen weiter unterteilt in Klassen (nämlich die Klassen 25, 20, 12,5 und 7,5; diese Zahlen stehen für die maximale, in % der Fugenbreite angegebene Verformung durch Zug und Druck, die der Kitt aufnehmen kann, ohne dass er seine Dichtigkeit verliert). Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Einteilung mit der Referenznormenreihe NBN EN 15651 übereinstimmt.

Der vorliegende Artikel behandelt die Verglasungskitte (Typ G) und die Fassadenkitte (Typ F). Obwohl die Verglasungskittklassen auf ähnliche Weise wie die Fassadenkittklassen ausgedrückt werden, umfassen sie eine Anzahl unterschiedlicher Kriterien (Standvermögen, Verformung unter Zug, Adhäsion, Kohäsion ...).

Es muss ebenfalls angemerkt werden, dass die Technischen Spezifikationen STS 56.1 eine nahezu identische Klassifizierung (unter anderem verwendet im Rahmen der Technischen Zulassungen ATG) mit dieser aus der Norm NBN EN ISO 11600 vorschlagen, die sich dahingehend unterscheiden, dass sie ein zusätzliches Kriterium bezüglich der **UV-Beständigkeit** berücksichtigen, die für die Verglasungskitte von wesentlicher Bedeutung ist.

Ein anderes wichtiges Kriterium für die Verglasungskitte der Klasse 20 oder 25

ist das **Bewegungsvermögen**. Deshalb wird diese Klasse um einen spezifischen Code für die Steifigkeit dieser Kitte, d.h. für ihren Sekanten-Elastizitätsmodul, ergänzt. Es wird unterschieden zwischen Kitten mit einem hohen Modul (Code HM), wie z.B. den Kitten für geklebte Außenverglasungen (Typ VEC), und denen mit einem niedrigen Modul (Code LM), je nachdem, ob sie zum Übertragen der Kräfte in der Lage sind oder nicht. So ist ein Kitt ‚ISO G 11600 25HM‘, gemäß der Norm NBN EN ISO 11600, oder ‚STS 56.1-G-25HM‘, gemäß den STS 56.1, ein Verglasungskitt (‚G‘) mit einem hohen Modul (‚HM‘) und einem Dehnungskoeffizienten von 25 % (‚25‘).

Für Fassaden dürfen Kitte der Klassen 12,5 oder 7,5 verwendet werden. Für die Kitte der Klasse 12,5 wird ein zusätzliches Kriterium bezüglich der **elastischen Erholung** berücksichtigt. Dies ist das Vermögen eines Kitts, seine ursprünglichen Abmessungen teilweise oder vollständig wieder zu erlangen, nachdem die für seine Verformung verantwortlichen Kräfte nicht mehr vorliegen. Eine elastische Erholung von 100 % und 0 % entspricht für eine gegebene Belastung jeweils einem vollständig elastischen Kitt und einem vollständig plastischen Kitt. Wenn diese Erholung größer als oder gleich 40 % ist, wird den Kitten der Klasse 12,5 ein Code E hinzugefügt. Wenn sie kleiner als 40 % ist, erhalten sie einen Code P. So ist ein Kitt ‚ISO F 11600 12,5E‘, gemäß der Norm NBN EN ISO 11600, oder ‚STS 56.1-F-12,5E‘, gemäß den STS 56.1, ein Baukitt (‚F‘) mit einem Dehnungskoeffizienten von 12,5 % (‚12,5‘) und einer elastischen Erholung von mindestens 40 % (‚E‘).

Bestimmte spezifische Codes ermöglichen es außerdem, die Kitte anzugeben, die sich für andere Anwendungen anwenden lassen (z.B. ‚EXT‘ und ‚INT‘

A | Wahlkriterien für einen Verglasungskitt

Kittklasse	Kittfunktion	Glastyp
25LM	Dichtheit sicherstellen	Gefärbtes, undurchsichtig gemachtes oder beschichtetes Sonnenschutzglas
25HM	Dichtheit sicherstellen und Kräfte übertragen	
20LM	Dichtheit sicherstellen	Klarglas
20HM	Dichtheit sicherstellen und Kräfte übertragen	



B | Wahl der Kittklasse für Fugen, die sich in einer nichtaggressiven Umgebung befinden (L: Fugenlänge)

Belastungsgrad		Abdichtung (Fuge, die sich nicht oder wenig bewegt)		Fugen zwischen Elementen Anschluss an die Außen- schreinerarbeit		Dehnungsfugen, Setzungsfugen und Fugen von Vorhangfassaden
		L < 3 m	L ≥ 3 m	L < 3 m	L ≥ 3 m	
Nichtaggressive Umgebung mit nicht- exponierter Fuge	0 ≤ h ≤ 18 m	7,5	7,5	12,5P	12,5E	25
	18 < h ≤ 50 m	7,5	7,5	12,5P	20	25
	> 50 m	7,5	7,5	12,5P	20	25
Nichtaggressive Umgebung mit expo- nierter Fuge	0 ≤ h ≤ 18 m	12,5P	12,5E	12,5P	20	25
	18 < h ≤ 50 m	12,5P	12,5E	20	20	25
	> 50 m	12,5E	20	20	20	25

für eine Anwendung an der Außen- oder Innenseite der Fassadenelemente, ‚CC‘ für kalte Klimate ...). So ist ein Kitt ‚F-EXT-INT-CC 25LM‘ ein Fassadenkitt (F), der bei kaltem Klima (‚CC‘) an der Außen- und Innenseite (‚EXT-INT‘) eingesetzt werden kann und der zur Klasse 25LM gehört.

Wenn der Kitt über Brandschutzeigenschaften verfügen muss, ist die **Brandverhaltensklasse** (in Übereinstimmung mit der Norm NBN EN 13501-1) ebenfalls im technischen Merkblatt zu spezifizieren.

Wahl der Kittre

Die Wahl der Kittre wird von der in Erwägung gezogenen Anwendung und den Belastungen abhängen, denen sie ausgesetzt werden können. Ein Kitt einer bestimmten Klasse kann selbstverständlich immer durch einen Kitt einer höheren Klasse ersetzt werden.

Die **TI 221** teilt die Verglasungskittklassen auf Basis ihrer Bewegungsamplitude, ihrer Steifigkeit, ihrer Funktion (Sicherstellen der Luft- und Wasserdichtigkeit oder Übertragen von Kräften) und des Glastyps ein, an dem der Kitt haften muss (Klarglas und andere) (siehe Tabelle A auf der vorherigen Seite).

Man muss außerdem den folgenden Aspekten ausreichende Aufmerksamkeit schenken:

- In Abhängigkeit von dem in der Zusammensetzung des Verbundglases vorhandenen Typ der Zwischenschicht können die Kittre (einschließlich der

neutralen Silikonkittre) unter bestimmten Umständen zu einer lokalen Delaminierung führen

- Bestimmte Kittre sind nicht mit der Butyl-Dichtungsfuge von Doppelverglasungen verträglich
- Die Silikonkittre sind nicht mit den selbstreinigenden Schichten von Verglasungen verträglich. Die Hersteller verfügen über eine ständig aktualisierte Liste von Produkten, die mit diesem Schichttyp verträglich sind
- Man muss ebenfalls überprüfen, ob die zum Einsatz kommenden Kittre mit den auf den Außenseiten der Verglasungen vorhandenen Beschichtungen niedriger Emissivität verträglich sind.

Die Wahl der Klasse und der Leistungen der Fassadenkittre kann auf Basis der Technischen Spezifikationen STS 56.1 in Abhängigkeit der vorgesehenen Anwendung und des Belastungsgrads der Fuge erfolgen (Windkraft entsprechend der Gebäudehöhe, ggf. aggressive Umgebung und Exposition). Die obenstehende Tabelle betrifft die Wahl eines Kitts für Fugen, die sich in einer nichtaggressiven Umgebung befinden. Die STS 56.1 enthalten den gleichen Typ von Informationen für aggressive Umgebungen.

Ein ländliches, nichtmaritimes Gebiet wird als eine nichtaggressive Umgebung betrachtet, und zwar im Gegensatz zu einem städtischen, industriellen oder maritimen Gebiet oder einer Kombination davon. Eine Fuge ist geschützt, wenn sie in Bezug auf die Fassadenfläche 1,2 m zurückgesetzt ist und das geschützte Teil nicht höher als 3 m ist.

Die oben erwähnten Klassen sagen jedoch nichts über die Verträglichkeit der Kittre mit den Untergründen aus. Die wichtigsten Parameter, denen Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, sind unter anderem die Porosität und die Imprägnierungen des Untergrunds, der Säuregrad und die Lösungsmittel der Kittre und die Oberflächenbehandlungs- und Pflegeprodukte (Farben, Beizen, Lacke) (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/4.13](#)). Um Probleme der Unverträglichkeit zwischen den Materialien zu vermeiden, wird wärmstens empfohlen, die technischen Merkblätter zu Rate zu ziehen und/oder direkt mit dem Kittherstellern Kontakt aufzunehmen. **I**

V. Detremmerie, Ir., Leiter des Laboratoriums
Dach- und Fassadenelemente, WTB
B. Michaux, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung
Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB



Treffen mit Thomas Vandenberg, Präsident des neuen Technischen Komitees ‚BIM & ICT‘

Was sind Ihre Zielsetzungen als Präsident des ganz neuen Technischen Komitees ‚BIM & ICT‘?

T.V. Die Herausforderung besteht darin, die verschiedenen Baupartner besser zusammenarbeiten zu lassen. Die Technologie gibt uns die Möglichkeit, sehr viele Informationen zu generieren und es kommt darauf an, aus dieser ungeheuren Menge an Informationen die herauszufiltern, die wir wirklich benötigen. Das Ziel von BIM ist es daher nicht so sehr, Informationen zu erzeugen, wie bei der 3D-Modellierung, sondern sie richtig zu verwalten: Wer muss welche Informationen wann erhalten? Welche Informationen werden wir verbreiten und welche nicht?

Gibt es im Kontext der digitalen Revolution noch eine Zukunft für den kleinen Bauunternehmer?

T.V. Ja, sicher! Niemand muss sein Kerngeschäft anpassen. Ein Schreiner, ein Installateur oder ein Bauunternehmer, der beispielsweise beruflich Metallschmiedearbeiten restauriert, muss wegen der neuen Technologien nichts an seinem Handwerk ändern. Denn es gibt für ihn ein maßgeschneidertes BIM, das ihm bei seiner täglichen Arbeit unterstützen wird. Denn das Hilfsmittel BIM lässt sich für jeden anpassen. So kann der kleine Bauunternehmer ein Problem, das er in der Praxis bei seiner täglichen Arbeit feststellt, in ein digitales Modell eingeben, um dadurch vielleicht unter Nutzung von ICT-Anwendungen eine Lösung zu finden. Aber die jeweiligen Bauunternehmer müssen natürlich zuerst wissen, dass diese Möglichkeiten existieren. Das WTB und sein neues TK stehen für die Bauunternehmer zur Verfügung, um sie zu informieren und ihnen zu helfen.



Thomas Vandenberg,
Doktor in den Ingenieurwissenschaften
und BIM-Manager bei Besix.



Weitere Infos

WTB-Monographie Nr. 16

Ist die Instandhaltung eines Flachdaches notwendig?

Ja. Zu jedem Dach gehört eine regelmäßige Instandhaltung, die auf die Initiative des Eigentümers hin ausgeführt wird. Im Prinzip erfolgt dies zweimal pro Jahr: nach dem Winter und nach dem Fallen der Blätter. Dies beinhaltet unter anderem eine Entfernung von toten Blättern, Fremdkörpern und Vegetation, sowie eine allgemeine Inspektion und etwaige Instandsetzung der Dachabdichtung und ihrer Anschlüsse (siehe ‚Guide de l’entretien pour des bâtiments durables‘, § 3.3).

Kann eine Doppelverglasung Schutz gegen das Risiko eines unvorhergesehenen Sturzes in die Tiefe bieten (also als Geländer fungieren)?

Ja, aber je nach der Situation (Fallhöhe, Gebäudetyp sowie Aktivitätsbereiche, die durch die Verglasung abgegrenzt werden) müssen ihre Zusammensetzung und deren Leistungen angepasst werden. An der Innenseite der Doppelverglasung ist auf jeden Fall Verbundglas erforderlich.



Weitere Infos

Infomerkblatt Nr. 49

Ist die Rissbildung in Fliesenbelägen von Außenterrassen nie vollständig auszuschließen?

Das stimmt tatsächlich. Als Folge der unvermeidlichen Temperaturunterschiede, die darauf einwirken (Variationen über den Tag bzw. die Nacht, lokale und periodische Sonnenstrahlung ...), werden in dem Außenbodenbelag thermische Spannungen hervorgerufen, die nach geraumer Zeit zum Entstehen von Rissen führen können. Man kann demzufolge nur versuchen, die Wahrscheinlichkeit einer Rissbildung zu begrenzen (durch die Einschränkung der Fliesenabmessungen, durch die Entscheidung für Fliesen mit einer hellen Farbe ...) oder aber die etwaigen Risse weniger auffallen zu lassen (z.B. indem man in beide Richtungen durchlaufende Fugen vorsieht und man damit die Risse auf die Fugen zwischen den Fliesen begrenzt).



Weitere Infos

WTCB-Dossiers 2013/2.10



Bei der Wahl der Verkleidung einer Schwimmbadwanne muss man die Eigenschaften des Füllwassers berücksichtigen. Denn bestimmte Wassersorten können aggressiv sein und zu einer Beschädigung von Materialien auf Zementbasis, wie z.B. Putzen und Mörtelfugen, führen.

Aufmerksamkeit für das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht von Schwimmbadwasser

Sowohl in Belgien als anderswo in Europa nimmt die Anzahl an Privatschwimmbädern jedes Jahr zu. Dies hat zur Folge, dass die Abteilung Technische Gutachten immer häufiger Fragen von Unternehmen erhält, die mit den zahlreichen Schadenfällen konfrontiert werden, die während der Ausführung und der Nutzung von privaten oder öffentlichen Hallen- oder Freibädern auftreten. Auch die Anzahl der Fragen zu Schäden an den Putzen und Mörtelfugen von Schwimmbädern nimmt ständig zu. In den meisten Fällen haben diese Schäden jedoch nichts mit der Struktur des Beckens oder der Ausführung und der Dichtigkeit der Materialien zu tun, sondern mit der Unverträglichkeit zwischen bestimmten Materialien auf Zementbasis und den Wassereigenschaften.

Es existieren zahlreiche Verkleidungs-

typen, die die Wasserdichtheit des Beckens gegebenenfalls gewährleisten. Es handelt sich dabei hauptsächlich um *Liner*, armierte PVC-Folien, Schichtpolyester, Putze auf Zementbasis (mit eventueller Zugabe von Harzen), Anstriche, Fliesen und Mosaiken. Die Wahl einer dieser Verkleidungen für ein Schwimmbad beruht im Allgemeinen auf ästhetischen und wirtschaftlichen Kriterien. Die Eigenschaften des Füllwassers des Schwimmbads werden dagegen nur selten berücksichtigt. Wenn darüber keine Informationen vorhanden sind oder diese bei der Wahl der Verkleidung schlichtweg ignoriert werden, kann es sein, dass der Bauunternehmer ein Material anwendet, das nicht mit dem Füllwasser verträglich ist, was eine mögliche Pulverisierung dieses Materials zur Folge hat. Im Folgenden wird die Hauptursache für diese Beschädigung der Materialien auf Zementbasis erläutert.

Aggressives Wasser für Materialien auf Zementbasis

Wasser wird in der Regel durch vier Parameter charakterisiert:

- seine **Temperatur**
- seinen **pH-Wert** (sauer, basisch oder neutral)
- seine **Gesamthärte** (TH)
- seinen **Gesamtalkaligehalt** (TAC).

Die Kombination dieser Parameter legt fest, ob das Wasser kesselsteinbildend oder aber aggressiv ist.

Kesselsteinbildendes Wasser führt zur Ausfällung von Calciumcarbonat (CaCO_3), mit anderen Worten zur Kalkbildung, und verursacht Ablagerungen in den Leitungen, Filtern, Hähnen und anderen Elementen.

Aggressives Wasser dagegen baut Cal-





Bildung von Ablagerungen aufgrund der Beschädigung der Materialien

ciumcarbonat ab und kann zur Beschädigung von Materialien auf Zementbasis, wie z.B. Putzen und Mörtelfugen führen. Diese Beschädigung geht meistens einher mit der Pulverisierung des Materials sowie dem Ablösen der Fugen, einer Zunahme der Trübung des Wassers und schließlich der Bildung von Ablagerungen, vor allem auf dem Boden des Schwimmbads (siehe obige Abbildung), in den Filtersystemen (*skimmers*), den Filtern und dem Puffertank. Wenn man sich für einen Putz auf Zementbasis oder Fliesen oder Mosaiken mit Mörtelfugen entschieden hat, ist es von äußerster Wichtigkeit, dass das Füllwasser nicht aggressiv ist.

Wasser im Gleichgewicht ist schließlich Wasser, das weder kesselsteinbildend, noch aggressiv ist, weil das Ausfällen und das Auflösen von Calciumcarbonat mit der gleichen Geschwindigkeit auftreten, wodurch sich die Reaktionen gegenseitig aufheben.

Welches Wasser ist aggressiv?

In Belgien weist das Wasser aus bestimmten öffentlichen Wasserversorgungsnetzen einen mehr oder weniger aggressiven Charakter auf. Es handelt sich dabei meistens um Wasser, das

an der Oberfläche (Wasser aus Kanälen, Dämmen, Flüssen, Seen ...) und von einigen Grundwasserschichten in geringer Tiefe entnommen wurde. Der aggressive Charakter dieses Wassers ist auf seinen **niedrigen Calciumgehalt** zurückzuführen. Auch Wasser, das mittels eines Ionenaustauschs (Wasserenthärter) enthärtet wurde, kann manchmal so viel Calcium verloren haben, dass es davon aggressiv wird.

Selbst wenn das Füllwasser des Schwimmbads sich anfangs im Gleichgewicht befindet und somit keinen aggressiven Charakter aufweist, wird dieses Gleichgewicht ständig durch die Schwimmer, die Witterungsverhältnisse (Temperatur, Regen ...) und vor allem durch die Hinzufügung von Produkten bedroht, die dazu dienen, das Wasser zum Schwimmen einsatzbereit zu machen.

Was ist bei Vorhandensein von aggressivem Wasser zu tun?

Die Parameter, die für das Gleichgewicht des Wassers ausschlaggebend sind, lassen sich mithilfe von Messkits kontrollieren, die aus kleinen kolorimetrischen Streifen oder technisch ausgefeilteren Elektroniksystemen bestehen. Falls erforderlich, können diese Parameter durch die Hinzufügung geeigneter Produkte geändert werden, und zwar gemäß den Vorschriften ihrer Hersteller.

Diese Produkte müssen den Vorschriften der diesbezüglichen Normen entsprechen. Alle europäischen Normen über die chemischen Produkte, die zur Behandlung von Schwimmbadwasser verwendet werden, sind in der neuen Norm NBN EN 16713-3 (*) angegeben. Jede dieser Normen spezifiziert die Anforderungen und Prüfmethode für das entsprechende Produkt, liefert Informationen über dessen Anwendung und legt die Regeln bezüglich der sicheren Verwendung fest. Es ist so möglich, für Wasser ein Gleichgewicht zu erhalten, indem man Produkte zur Verbesserung des pH-Werts, der Härte (TH) und des Alkaligehalts (TAC) hinzufügt. Auch wenn das Füllwasser anfangs nicht aggressiv ist, muss man die

oben erwähnten Parameter regelmäßig kontrollieren, um zu vermeiden, dass es doch aggressiv werden könnte.

Schließlich wird bei vorhandenen Materialien auf Zementbasis und bei fehlenden spezifischen Anforderungen des Verkleidungsherstellers empfohlen:

- einerseits für die charakteristischen Wasserparameter die folgenden Grenzwerte anzuwenden:
 - einen pH-Wert im Bereich von 7,0 bis 7,8
 - einen TH-Wert im Bereich von 15 bis 30 °F
 - einen TAC-Wert im Bereich von 10 bis 20 °F
- andererseits einen maximalen pH-Wert (7,8) vorzusehen, wenn der TH- und der TAC-Wert auf dem niedrigst zulässigen Niveau sind (15 bzw. 10 °F).

Schlussfolgerung

Wenn die Verkleidung der Schwimmbadwanne Materialien auf Zementbasis umfasst, darf das Füllwasser keinen aggressiven Charakter aufweisen. Andernfalls können die Materialien allmählich beschädigt werden. Sollten diese Gegebenheiten doch vorliegen, dann ist es von entscheidender Bedeutung, die Wasserparameter (pH-, TH-, TAC-Wert) zu ändern, indem dem Wasser geeignete Produkte zum Erhalt des Wassergleichgewichts (nichtaggressiv, nichtkesselsteinbildend) hinzugefügt werden. Wenn sich dies nicht bewerkstelligen lässt, müssen andere Materialien – mit Ausnahme von Kalkstein, der die gleiche Beschädigung erleiden könnte – zur Anwendung kommen.

Es ist ebenfalls wesentlich, dass die Lieferanten von Verkleidungen oder Fugemörtel auf Zementbasis für Schwimmbäder die Grenzen der Anwendbarkeit ihrer Produkte definieren. Die meisten Produkte werden bisher jedoch ohne eine Angabe der Anforderungen bezüglich des Füllwassers verkauft. |

*P. Steenhoudt, Ir., Laboratoriumsleiter und
T. Haerinck, Ir., Projektleiter, Laboratorium
Bauchemie, WTB*

(*) NBN EN 16713-3 Piscines privées à usage familial. Systèmes de distribution d'eau. Partie 3: traitement – exigences. Bruxelles, NBN, 2016 (bisher nur auf Französisch und Englisch verfügbar).





In diesem Artikel werden zwei Typologien von Außenmauerarbeiten aus Ziegelstein vorgestellt, bei denen das Ablösungsrisiko für den Anstrich wirklich gegeben ist. Bei der ersten typischen Konfiguration handelt es sich um Ziegelsteinen mit einem glatten Aussehen und einer geschlossenen Struktur, wohingegen die zweite typische Konfiguration durch ein nachträglich gedämmtes Mauerwerk gekennzeichnet ist.

Neue zu beachtende Punkte für einen Anstrich auf Außenmauerarbeiten aus Ziegelstein

Erste Konfiguration: Ziegelsteine mit einem glatten Aussehen

In der letzten Zeit gingen beim WTB immer häufiger Meldungen über ein Schadensbild ein, das die Ablösung des Anstrichs auf Außenmauerarbeiten aus Ziegelstein zum Gegenstand hat. Es ging dabei um Baustellen, die sich in den drei Regionen unseres Landes befanden und an deren Ausführung jedes Mal verschiedene Bauunternehmer beteiligt waren. Die verwendeten Anstrichsysteme stammten ebenfalls von unterschiedlichen Herstellern und gehörten zu den Produkten, die gewöhnlich auf solchen Untergründen angebracht werden.

Um den betroffenen Unternehmen eine technische Unterstützung geben zu können, hat das WTB eine Anzahl *In-situ*-Inspektionen und Laborprüfungen durchgeführt. Während dieser

Baustellenbesichtigungen konnten wir mehrere Übereinstimmungen ausfindig machen. So haben wir festgestellt, dass sich der **Anstrich von dem Ziegelstein ablöst** und an den Fugen intakt bleibt (siehe Abbildung 1). Diese Ablösung tritt erst **einige Monate nach der Ausführung** auf, in der Regel nach der Winterzeit. Erwähnenswert ist auch, dass die Ziegelsteine ein **ähnliches Aussehen** aufweisen: eine glatte Oberfläche, eine geschlossene Struktur und eine niedrige Oberflächenporosität.

Außerdem wurde in Höhe der beschädigten Bereiche immer ein **hoher Feuchtigkeitsgehalt** des Mauerwerks gemessen. Angesichts dessen, dass die oben erwähnten Haftungsprobleme sowohl auf der jeweiligen Fassade der Südseite als auch der der Nordseite festgestellt wurden, erschien es uns wenig wahrscheinlich, dass die Ursache hierfür

von einer äußeren Feuchtigkeitsquelle herrührt. Um diesbezüglich Gewissheit zu erhalten, wurde das Mauerwerk geöffnet, so dass der Fassadenaufbau kontrolliert und das Vorhandensein von etwaigen inneren Feuchtigkeitsquellen überprüft werden konnte. Daraus ergab sich, dass die Systeme ordnungsgemäß ausgeführt waren (Vorhandensein eines belüfteten Hohlraums an der Rückseite des Verblendmauerwerks ...).

Alle eingesetzten Ziegelsteine verfügten über eine **BENOR-Kennzeichnung** und waren – jedenfalls den Herstellern zufolge – dafür **geeignet, mit einem Anstrich versehen zu werden**. Durch die im Laboratorium und *in situ* durchgeführten Prüfungen wurde allerdings nachgewiesen, dass die traditionellen Grundierungen nicht immer eine ausreichende Haftung aufwiesen. Dies galt übrigens auch für eine Anzahl sogenannter ‚atmender‘ Anstriche, die wegen ihrer Wasserdampfdurchlässigkeit in diesem Zusammenhang eine Lösung hätten bieten können.

Aus den Laborprüfungen hat sich ferner ergeben, dass **die Wasserabsorption** an der Außenoberfläche der Ziegelsteine **sehr langsam erfolgt**. Dadurch ließe sich erklären, warum die Trocknung weniger schnell geschieht und die Feuchtigkeitsansammlung begünstigt wird. Diese Hypothese wird durch eine Baustelle bestätigt, bei der die Fassade vor zwei Jahren ‚sandgestrahlt‘ wurde und seitdem keine Ablösung mehr aufweist.

Die Ursache für das Ablösen und die Feuchtigkeit wurde bisher noch nicht auf eindeutige Weise ausfindig gemacht



1 | Typisches Aussehen der auf den verschiedenen Baustellen festgestellten Haftungsprobleme des Anstrichs



und bis jetzt wurde dafür ebenso wenig eine geeignete Lösung gefunden. Bis dahin ist somit bei diesen Untergründen eine gewisse Vorsicht geboten. Denn auf den Baustellen, wo diese Untergründe – in der Regel auf Kosten des Malerbetriebs – erneut mit einem Anstrich versehen wurden, wurden in den meisten Fällen neue Schäden festgestellt.

Es gibt vorläufig noch keine Definitionen oder Mindestkriterien, denen genügt werden muss, um von ‚anstreichbaren Ziegelsteinen‘ zu sprechen. Um Streitigkeiten zu vermeiden, müssten die Ziegelsteinhersteller eine Anzahl Prüfungen vorsehen, wobei diese sogar in die Voraussetzungen für die BENOR-Kennzeichnung aufgenommen werden sollten. Solche Prüfungen müssten es ermöglichen, im Voraus Aufschluss über die Anwendbarkeit von Anstrichen auf diesen Untergründen zu erhalten, um den Architekten, den Bauherrn und den Maler besser zu informieren und um die Wahl des Ziegelsteins und des Anstrichs in Abhängigkeit der erhaltenen Ergebnisse gezielt vorzunehmen.

Zweite Konfiguration: nachträglich gedämmtes Mauerwerk

Ziel der Ausführung einer nachträglichen Dämmung ist es, die Energieleistungen von Gebäuden dadurch zu verbessern, dass der Hohlraum mit einem Dämmstoff ausgefüllt wird. Diese Technik ist unter anderem bei Renovierungen interessant. Das nachträgliche Dämmen hat jedoch bestimmte Wirkungen auf das Verhalten des Mauerwerks, zu denen als wichtigste die gehört, dass über den Hohlraum keine Lüftung mehr erfolgen kann.

Die Anbringung eines Anstrichs bewirkt, dass der **Wasserdampfdiffusionswiderstand** der Außenoberfläche des Mauerwerks steigt und die **Trocknungsgeschwindigkeit** sinkt. Das Risiko der Feuchtigkeitsansammlung in der äußeren Wandschale wird dabei vor allem von

(*) Wir möchten daran erinnern, dass, neben den ‚atmenden‘ Deckanstrichen, auch wasserbeständige Systeme auf dem Markt erhältlich sind. Die physikalischen Eigenschaften dieser Systeme und ihre Auswirkung auf das Verhalten des Mauerwerks wurden jedoch noch nicht bewertet.

den Eigenschaften des Deckanstrichsystems abhängig sein, da eine Lüftung des Mauerwerks über den Hohlraum nicht länger möglich ist. Wenn dieser Feuchtigkeitsgehalt zu groß wird, kann er zum Ablösen des Anstrichs und/oder zu Forstschäden führen (siehe Abbildung 2). Im Gegensatz zu dem zuvor besprochenen Fall sind hier alle Ziegelsteintypen davon betroffen.

Um die Wirkung des Anstrichs zu begrenzen, empfehlen die TIs 249 und 246 die Anwendung von sehr wasserdampfdurchlässigen Deckanstrichen mit einem S_d -Wert (äquivalente Dampfdiffusionsdicke) von kleiner als 0,05 m (*). Hierfür kommen Silicat- oder Siloxananstriche in Betracht. Wir möchten darauf hinweisen, dass dieser Wert unter dem Schwellenwert von 0,14 m liegt, dervon der Norm NBN EN 1062-1 über Anstriche für Außenmauerarbeiten für die wasserdampfdurchlässigsten Deckanstriche aufgelegt wird.

Obwohl die Wahl eines Anstrichsystems in Abhängigkeit der Richtlinien der oben erwähnten TIs relativ einfach ist für Mauerwerk, das noch nicht mit einem Deckanstrich versehen ist, ist dies bei einem bereits angestrichenen Mauerwerk nicht der Fall. In einem solchen Fall müsste man im Idealfall im Voraus die Wasserdampfdurchlässigkeit des vorhandenen Deckanstrichs oder die Frostbeständigkeit des Mauerwerks bewerten können. Diese Prüfungen lassen sich allerdings *in situ* nur schwer ausführen und erfordern, wenn sie im Laboratorium erfolgen, viele Proben. Außerdem ist es relativ unwahrscheinlich, dass das vorhandene System den oben erwähnten Richtlinien bezüglich der Wasserdampfdurchlässigkeit entspricht. So überschreitet die Mehrzahl der traditionellen Fassadenanstriche den von den TIs festgelegten Schwellenwert. Die Anzahl der vorhandenen Schichten und ihre Art sind auch selten bekannt und ferner kann man nie vermeiden, dass der angegebene Schwellenwert bei der Anbringung eines erneuten Anstrichs überschritten wird, selbst wenn der ursprüngliche Anstrich sehr wasserdampfdurchlässig ist.



2 | Beispiel für einen Schaden aufgrund einer Feuchtigkeitsansammlung im Ziegelstein: Ablösung des Anstrichs und Frostschäden in Höhe der Fugen und des Ziegelsteins

Bei solchen Gegebenheiten könnte die vorherige Entfernung des vorhandenen Systems eine vernünftige – wenn auch teure – Option sein, die es ermöglicht, die mit dem vorhandenen und eventuell ungeeigneten Anstrichsystem verbundenen Risiken präventiv abzuwenden.

Es ist bisher im Zusammenhang mit dem Verhalten und der Dauerhaftigkeit von nachträglich gedämmtem Mauerwerk, das mit einem Anstrichsystem versehen ist, wenig *Feedback* verfügbar. Deshalb laufen gegenwärtig Versuche, um das Verhalten dieser Systeme zu bewerten. Bis zum Vorliegen der Ergebnisse und zur Begrenzung des Schadensrisikos ist bezüglich dieser Untergründe Vorsicht geboten.

Wir möchten ebenfalls daran erinnern, dass die Ausführung einer nachträglichen Dämmung nie die Verpflichtung zur Anbringung eines Fassadenanstrichs beinhaltet. |

*E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Holz und Coatings, WTB
W. Van de Sande, Ing., Leiter der Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB*

« Eine nachträgliche Dämmung verpflichtet nicht zur Anbringung eines Fassadenanstrichs. »



Um die Umsetzung der europäischen Energieleistungsrichtlinie für Gebäude fortzusetzen, hat die Wallonische Regierung im Erlass vom 28. Januar 2016 (Belgisches Staatsblatt vom 25. März 2016) verschiedene Anforderungen im Zusammenhang mit Heizungs-, Lüftungs-, Klimatisierungs- und Sanitärwarmwassererzeugungssystemen (SWW) festgelegt. Diese Anforderungen sind am 1. Mai 2016 in Kraft getreten.

Neue Anforderungen in Wallonien für Klimatisierungs-, Lüftungs-, Heizungs- und Sanitärwarmwassererzeugungssysteme

In bestehenden Gebäuden stellt die Installation, der Austausch oder die Modernisierung der technischen Ausrüstungen die ideale Gelegenheit dar, ihren Energieleistungen Aufmerksamkeit zu schenken. Folglich hat die Wallonische Regierung eine Anzahl Energieleistungsanforderungen für Klimatisierungs-, Lüftungs-, Heizungs- und Sanitärwarmwassererzeugungssysteme eingeführt.

Auch in der Region Brüssel-Hauptstadt

und in der Flämischen Region gelten Anforderungen für diese Systeme. Diese werden zum Vergleich in den drei folgenden Tabellen zusammengefasst. Wir möchten darauf hinweisen, dass die Anwendungsbedingungen für diese

Anforderungen nicht notwendigerweise identisch sind.

Für weitere diesbezügliche Informationen verweisen wir auf die Websites der drei Regionen (*).

C. Delmotte, Ir., Leiter des Laboratoriums Leistungsmessungen technischer Anlagen, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables', mit der Unterstützung der Wallonischen Region (DG 06), verfasst.

A | Anforderungen an Lüftungssysteme

Anforderung	Wallonien	Flandern	Region Brüssel-Hauptstadt
Zentrale Lüftungssysteme mit mechanischer Zu- und Abfuhr	Wärmerückgewinnungsgerät Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung $\geq 75\%$ (†)	Wärmerückgewinnungsgerät Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung $\geq 75\%$	In bestimmten Fällen ein Wärmerückgewinnungsgerät
Wärmedämmung der Luftkanäle	Mindestdämmdicke (‡)	Mindest-Wärmewiderstand der Dämmung	Mindestdämmdicke
Energiemessung	In bestimmten Fällen	In bestimmten Fällen	In bestimmten Fällen

(†) Dieser Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung wird anhand einer Formel berechnet, die verschiedene Parameter berücksichtigt (den thermischen Wirkungsgrad des Wärmerückgewinnungsgeräts, die Luftdichtheit der Kanäle, das Vorhandensein eines Regelsystems ...). Wenn der thermische Wirkungsgrad des Wärmerückgewinnungsgeräts größer ist als 79 %, kann in allen Fällen die Anforderung erfüllt werden.

(‡) Wenn die Leitungen unzugänglich sind oder es unmöglich ist, die vorgeschriebene Mindestdämmdicke anzubringen, kann von dieser Anforderung abgewichen werden.

(*) Wallonien: <http://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-du-1er-janvier-2016-au-31-decembre-2016.html?IDD=114002&IDC=7224>, Brüssel-Hauptstadt: <http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-peb/les-installations-techniques-chauffage-et-climatisation>, Flandern: <http://www.energiesparen.be/epb/prof/installaties>.



B | Anforderungen an Klimatisierungssysteme

Anforderung	Wallonien	Flandern	Region Brüssel-Hauptstadt
Kompressionskältemaschine in Nichtwohngebäuden	Mindest-Anlagenwirkungsgrad (¹): <ul style="list-style-type: none"> luftgekühlte Eiswassermaschine: 2,0 wassergekühlte Eiswassermaschine: 3,1 wassergekühlte Eiswassermaschine mit Fernkondensator: 2,5 	Mindest-Anlagenwirkungsgrad (¹): <ul style="list-style-type: none"> luftgekühlte Eiswassermaschine: 2,0 wassergekühlte Eiswassermaschine: 3,1 wassergekühlte Eiswassermaschine mit Fernkondensator: 2,5 	–
Wärmedämmung der Leitungen und Zubehör des Eiswassersystems	Mindestdämmdicke (²)	Mindest-Wärmewiderstand der Dämmung	Mindestdämmdicke
Energiemessung	In bestimmten Fällen	In bestimmten Fällen	In bestimmten Fällen

(¹) Dieser Anlagenwirkungsgrad wird anhand einer Formel berechnet, die verschiedene Parameter berücksichtigt (die Energieeffizienz der Maschine, das Vorhandensein eines Regelsystems ...).

(²) Wenn die Leitungen unzugänglich sind oder es unmöglich ist, die vorgeschriebene Mindestdämmdicke anzubringen, kann von dieser Anforderung abgewichen werden.

C | Anforderungen an Zentralheizungs- oder Sanitärwarmwassererzeugungssysteme

Anforderung	Wallonien	Flandern	Region Brüssel-Hauptstadt
Kessel mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen	Anlagenwirkungsgrad ≥ 84 % (¹)	Anlagenwirkungsgrad ≥ 84 %	Modulation der Leistung
Elektrische Wärmepumpe	Mindest-COP (²): <ul style="list-style-type: none"> Erdreich/Wasser: 4,3 Grundwasser/Wasser: 5,1 	Mindest-SPF (³): <ul style="list-style-type: none"> Erdreich/Wasser: 3,3 Wasser/Wasser: 3,9 Luft/Wasser: 2,8 Luft/Luft: 2,9 	–
Direkte Elektroheizung	Elektrische Leistung ≤ 15 W/m² (⁴)	Elektrische Leistung ≤ 15 W/m²	–
Elektrogerät für die Erzeugung von sanitärem Warmwasser	Elektrische Leistung $\leq \max.[2500; 2500 + 50 (A_{ch} - 150)]$ W (⁵)	Elektrische Leistung $\leq \max.[2500; 2500 + 50 (A - 150)]$ W (⁶)	–
Wärmedämmung der Leitungen und Zubehör	Mindestdämmdicke (⁷)	Mindest-Wärmewiderstand der Dämmung	Mindestdämmdicke
Energiemessung	In bestimmten Fällen	In bestimmten Fällen	In bestimmten Fällen

(¹) Dieser Anlagenwirkungsgrad wird anhand einer Formel berechnet, die verschiedene Parameter berücksichtigt (den Kesselwirkungsgrad, den Standort des Kessels, das Vorhandensein eines Regelsystems ...). Beim Austausch eines Kessels vom Typ B1, der an einem gemeinsamen Kamin angeschlossen ist, kann in bestimmten Fällen von dieser Anforderung abgewichen werden.

(²) COP: Leistungszahl.

(³) SPF: Jahresarbeitszahl.

(⁴) Wenn ein existierendes, defektes Gerät durch ein Gerät des gleichen Typs ausgetauscht wird, kann von dieser Anforderung abgewichen werden.

(⁵) A_{ch} : Gesamte beheizte oder klimatisierte Fußbodenfläche [m²].

(⁶) A: Brutto-Fußbodenfläche [m²].

(⁷) Wenn die Leitungen unzugänglich sind oder es unmöglich ist, die vorgeschriebene Mindestdämmdicke anzubringen, kann von dieser Anforderung abgewichen werden.

Um den Feuerwiderstand eines Bauelementes (Wand, Decke) zu gewährleisten, ist es von wesentlicher Bedeutung, dass alle unvermeidlichen Durchführungen (Fluidleitungen, Luftkanäle, Elektrokabel ...) korrekt abgedichtet werden. Die TI 254, die der Abdichtung der Durchführungen von feuerbeständigen Wänden gewidmet ist, basiert auf einem einfachen, aber notwendigen Prinzip, das darauf gerichtet ist, den Brandschutz sicherzustellen: „Wenn eine vertikale oder horizontale Wand feuerbeständig sein muss, gilt dies auch für die Durchführungen und anderen Schwächungen.“

Wichtige Änderung in Sicht für die Abdichtung von durch feuerbeständige Wände hindurchgehende Leitungen

Installateure, bereitet Euch vor!

Der Feuerwiderstand der Abdichtungen von durch Wände hindurchgehenden Leitungen muss gemäß der in Belgien geltenden Brandschutzverordnung nachgewiesen werden. So muss der Nachweis des Feuerwiderstands für alle Neubauten (mit Ausnahme von Einfamilienhäusern) durch eine Anzahl von Versuchen erfolgen, die gemäß den geltenden europäischen Normen auszuführen sind ⁽¹⁾. Für die Produkte, die über keine CE-Kennzeichnung verfügen, darf die alte belgische Klassifizierung (z.B. Rf 1½h) noch bis zum **1. Dezember 2016** verwendet werden.

Nach diesem Datum dürfen nur die Abdichtungen, von denen der Feuerwiderstand gemäß der europäischen Norm nachgewiesen ist, auf den Baustellen installiert werden. Die Anwendung von Abdichtungen, die nur nach der belgischen Norm klassifiziert sind, ist also dann nicht mehr zulässig. Am 1. Dezember 2016 endet somit die von der Gesetzgebung vorgesehene Übergangszeit von vier Jahren ⁽²⁾.

Europäische Klassifizierung: neue in Betracht zu ziehende Kriterien

Gemäß der europäischen Klassifizierung

wird ein feuerbeständiges Element oder eine feuerbeständige Abdichtung mit E 30, E 60, E 120, EI 30, EI 60 oder EI 120 klassifiziert, wobei die Zahl die Feuerwiderstandsdauer in Minuten, der Buchstabe E die Flammendichtheit und der Buchstabe I die Wärmedämmung angibt.

Neben diesen Hauptkriterien kommen noch andere Kriterien hinzu, die für die Abdichtungen von Leitungen spezifisch sind. Die Angabe U/U, C/U, U/C oder C/C dient zur Mitteilung, ob die Leitungsenden während des Brandversuchs abgedichtet sind oder nicht. Der erste Buchstabe verweist auf die Situation im Ofen und der zweite auf die Situation außerhalb des Ofens (siehe Tabelle).

Zwischen den verschiedenen Situationen besteht eine Hierarchie. Die Ver-

suche, die mit offenen Enden (U/U) ausgeführt werden, entsprechen der ungünstigsten Situation, weil der Brand, dadurch dass die zwei Enden offen sind, sich leichter ausbreiten kann. Die Ergebnisse dieser Versuche dürfen somit in allen Situationen (U/U, C/U, U/C und C/C) angewendet werden. Die C/U-Versuche dürfen in den Situationen C/U, U/C und C/C verwendet werden. Die U/C-Versuche dürfen wiederum für die Situationen U/C und C/C verwendet werden, während die C/C-Versuche nur in der C/C-Situation verwendet werden dürfen.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Versuche nach der alten belgischen Klassifizierung systematisch mit abgedichteten Enden ausgeführt wurden, d.h. für die am wenigsten kritische Situation der neuen europäischen Klassifizierung (C/C).

Mögliche Konfigurationen für die Leitungsenden

Prüfbedingungen	Konfigurationen der Leitungsenden	
	Der Wärme ausgesetzt (im Ofen)	Nicht der Wärme ausgesetzt (außerhalb des Ofens)
U/U	Offen	Offen
C/U	Abgedichtet	Offen
U/C	Offen	Abgedichtet
C/C	Abgedichtet	Abgedichtet

⁽¹⁾ Die Luftkanäle, die durch feuerbeständige Wände hindurchgehen, müssen nach der Norm NBN EN 1366-1 bewertet werden, die Brandschutzklappen nach der Norm NBN EN 1366-2, die Leitungen, die für den Transport von Fluiden, Feststoffen und Elektrizität bestimmt sind, nach der Norm NBN EN 1366-3 und die Rauchabzugskanäle nach der Norm NBN EN 1366-8 oder -9.

⁽²⁾ Königlicher Erlass vom 7. Juli 1994 zur Festlegung von Grundnormen im Bereich des Brand- und Explosionsschutzes, denen die Neubauten genügen müssen, und Königlicher Erlass vom 12. Juli 2012, der einige Änderungen anbringt, die seit dem 1. Dezember 2012 in Kraft sind.



Wofür stehen die Kriterien U und C?

In der Theorie ist das Prinzip einfach:

- an der Seite, an der die Leitung belüftet wird, muss das Ende während des Versuchs offen sein (U)
- an der Seite, an der die Leitung nicht belüftet wird, darf das Ende abgedichtet sein (C).

Bei Wasserabflussleitungen können verschiedene Situationen auftreten (siehe nachstehende Abbildung). Exemplarisch gehen wir von einem Brand in Abteilung F mit dem Risiko der Brandausbreitung von dieser Abteilung auf den vertikalen Schacht aus, und zwar über eine Sanitärleitung, die durch die feuerbeständige Wand hindurchgeht (Nr. 7).

Die Leitung in der geschädigten Abteilung kann als nicht belüftet betrachtet werden, da die Sanitäreinrichtungen mit Siphons ausgestattet sind. Wir können folglich davon ausgehen, dass das im Ofen befindliche Leitungsende abgedichtet ist (C). An der anderen Seite der feuerbeständigen Wand, also an der Seite des Schachts, muss die Leitung wegen des Vorhandenseins einer Primärlüftung als belüftet betrachtet werden. Das außerhalb des Ofens befindliche Leitungsende muss während des Versuchs somit offen sein (U). Die feuerbeständige Einrichtung muss der Klasse EI 30 (oder 60) und dem Kriterium C/U (oder U/U, gültig für alle Situationen) entsprechen.

Es wird darüber hinaus relativ wenig bewirkt, das im Ofen befindliche Ende von Kunststoff-Abflussleitungen für das Abwasser (C) abzudichten. Denn die Kunststoffleitung wird ab dem Beginn des Brandversuchs schnell schmelzen und die anfangs gegebene Situation (C) wird sich, dadurch dass das Schmelzen der Leitung im Ofen eine Öffnung schafft, in eine offene Situation (U) verändern.

Wir möchten ebenfalls darauf hinweisen, dass bei der Verwendung von

Wichtige Empfehlung

Zur Vereinfachung empfehlen wir den Installateuren, ab jetzt eine feuerbeständige Einrichtung (z.B. Manschette) der folgenden Klasse einzubauen:

- EI 30 (oder 60 oder 120) U/U für Kunststoff-Abflussleitungen für das Abwasser (4) (oder U/C, wenn die Leitung an der nicht dem Brand ausgesetzten Seite nicht belüftet ist)
- EI 30 (oder 60 oder 120) C/C für Wasserzu-, Gas- und Heizungsleitungen.

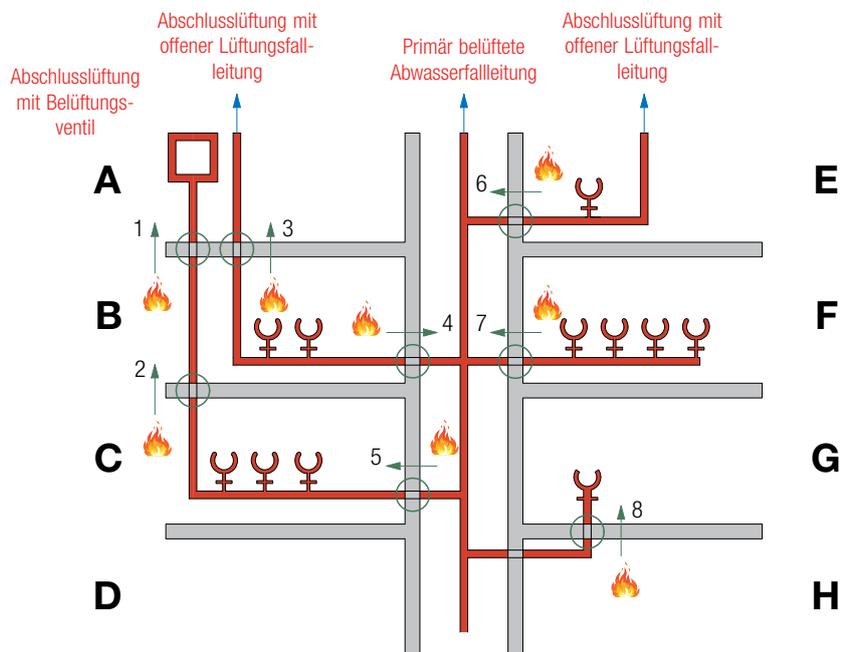
Belüftungsventilen (3) (Nr. 1) das Ende, das auf der gleichen Seite liegt wie diese Belüftungsventile, in der Regel als geschlossen betrachtet werden kann (C). Man muss diese Ventile jedoch regelmäßig warten, um deren Dichtheit während der Nutzung des Gebäudes zu gewährleisten. Sollte diese Wartung nicht erfolgt sein, wird empfohlen, die Situation als belüftet zu betrachten (U). Es empfiehlt sich, die Verwendung dieser Belüftungsventile auf die Situationen einzuschränken, in denen die Installation von Belüftungsleitungen nicht möglich ist (z.B. bei einer Renovierung).

Wir möchten ebenfalls daran erinnern, dass die feuerbeständigen Eigenschaften

ten einer Durchführung abhängig sind von dem Typ des Bauelements, dem Typ des hindurchgehenden Elements, dem Typ der feuerbeständigen Einrichtung und deren Ausführung. Die Kombination dieser Elemente versetzt die Wanddurchführung in die Lage, das geforderte Niveau des Feuerwiderstands zu erreichen. |

*Y. Martin, Ir., Leiter der Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB
S. Eeckhout, Ing., Senior-Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB*

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Brandverhütung‘ verfasst, die von Wallonien bezuschusst wird.



(3) Die Belüftungsventile müssen in Übereinstimmung mit der Norm NBN EN 12380 sein.

(4) Oder C/U für Metallleitungen (diese werden allerdings in Neubauten selten angewendet).

1. U (im Ofen) / C (außerhalb des Ofens)
2. U (im Ofen) / C (außerhalb des Ofens)
3. U (im Ofen) / U (außerhalb des Ofens)
4. U (im Ofen) / U (außerhalb des Ofens)

5. U (im Ofen) / C (außerhalb des Ofens)
6. U (im Ofen) / U (außerhalb des Ofens)
7. C (im Ofen) / U (außerhalb des Ofens)
8. U (im Ofen) / C (außerhalb des Ofens)

Verschiedene Situationen der Brandausbreitung über die Wasserabflussleitungen



LED-Leuchten verzeichnen einen wachsenden Erfolg, da sie in energetischer Hinsicht immer leistungsfähiger werden. Gegenwärtig ist deren Lichtausbeute häufig größer als 100 lm/W und die leistungsfähigsten von ihnen erreichen sogar 150 lm/W. Ihre Lebensdauer (die im Allgemeinen im Bereich von Jahrzehnten liegt) kann auch zu beträchtlichen Einsparungen hinsichtlich der Instandhaltung führen und einen ‚Return on Investment‘ garantieren. Solche Lebensdauern werden ganz besonders geschätzt, wenn die Beleuchtungsanlagen intensiv genutzt werden (Schaufenster, Call-Center, Krankenhäuser ...) oder wenn die Anlagen im Hinblick auf ihre Instandhaltung schwer zugänglich sind (Bahnhöfe, Betriebshallen ...). Die Erhaltung der Leistungen während der gesamten Lebensdauer der Leuchte ist daher ein wichtiger Indikator für die Qualität der Produkte und stellt häufig einen ausschlaggebenden Faktor bei der Wahl einer leistungsfähigen Anlage dar.

LED-Beleuchtung: Lebensdauer und Erhaltung der Leistungen

Unterschied zwischen Lebensdauer und Erhaltung der Leistungen

Es sind zahlreiche Bedingungen in Betracht zu nehmen, damit eine Beleuchtungsanlage als leistungsfähig bewertet werden kann (zu erhaltende Beleuchtungsstärke, gute Gleichmäßigkeit, begrenztes Blendungsrisiko, reduzierte installierte Leistung, passende Lichtatmosphäre ...). Auch wenn es auf der Hand liegt, dass diese Bedingungen bei der Abnahme der Arbeiten erfüllt sind, muss dies natürlich auch während der gesamten Lebensdauer der Anlage noch der Fall sein. In der Praxis beinhaltet der Ausdruck ‚Lebensdauer‘ jedoch nur die Erhaltung der Menge an Licht, die von der Leuchte ausgestrahlt wird und garantiert

dadurch nur, dass die Beleuchtungsstärke sich nicht zu sehr verschlechtert.

Die Lebensdauer von Glühlampen und Leuchtstoffröhren lässt sich relativ einfach bestimmen, da diese mit der mittleren Zeit bis zur plötzlichen und vollständigen Unterbrechung ihrer Lichtausstrahlung übereinstimmt. LEDs zeigen dagegen eine andere Ausfallart. Denn in den meisten Fällen erreicht eine LED-Leuchte nicht das Ende ihrer Lebensdauer, wenn sie überhaupt kein Licht mehr ausstrahlt, sondern wenn die Menge an ausgestrahltem Licht unzureichend wird. In dem Fall muss man die vollständige Lichtquelle austauschen, da der Austausch einzelner LED-Chips (kleine Lichtquellen) im Allgemeinen nicht möglich ist.

Ermitteln der Nutzungsdauer

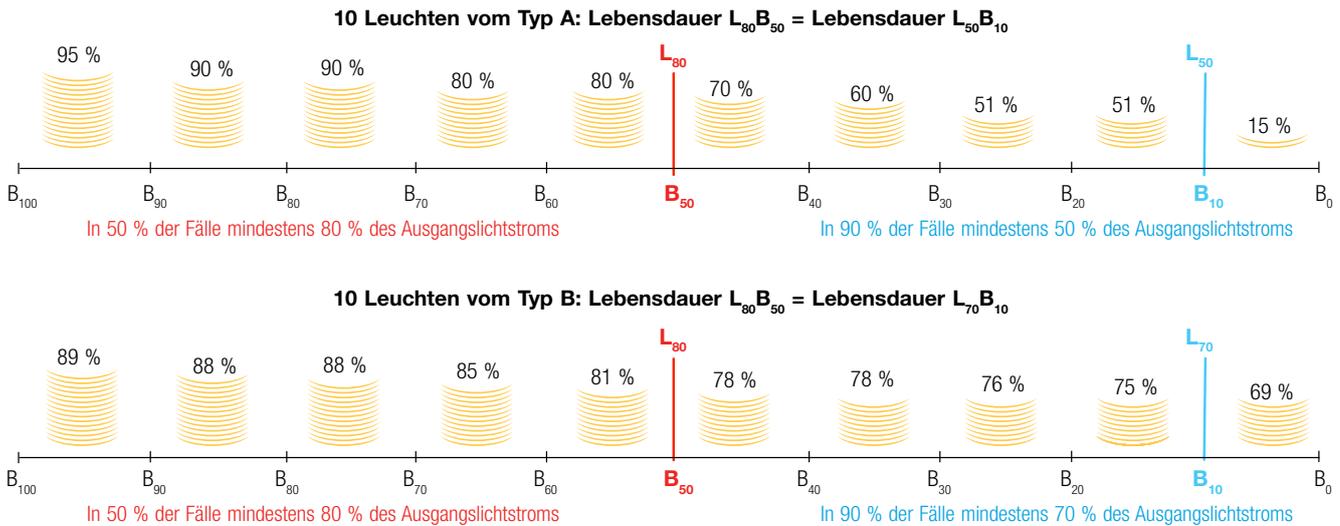
Obwohl die Entscheidung für LED-Leuchten mit einer außergewöhnlichen Dauerhaftigkeit für zahlreiche Anwendungen sinnvoll ist, wird diese nicht in allen Fällen die vernünftigste Wahl sein. Denn es ist wichtig, die jährliche Nutzungsdauer der Beleuchtungsanlage zu bestimmen und einzuschätzen, nach welcher Zeit eine vollständige Erneuerung ausgeführt werden wird.

Die mittlere jährliche Nutzungsdauer in einem **Krankenhaus** beträgt beispielsweise 5.000 Stunden. Wenn wir davon ausgehen, dass alle 20 Jahre eine bedeutende Renovierung im Innenbereich erfolgen wird, entscheidet man sich am besten für Produkte mit einer Lebensdauer von mindestens 50.000 Stunden, wobei der Umstand berücksichtigt wird, dass diese vor der Renovierung mindestens ein Mal ausgetauscht werden müssen. Bei einem **Bürogebäude** mit einer mittleren jährlichen Nutzungsdauer in der Größenordnung von 2.500 Stunden kann die Verwendung von Produkten mit einer Lebensdauer von nur 25.000 Stunden dagegen – wenn man von einer Renovierung nach 10 Jahren ausgeht – schon den Erwartungen der Nutzer entsprechen.



Wählen von leistungsfähigen Produkten

Nach der korrekten Ermittlung der Nut-



Vergleich des Lichtstrom-Erhaltungsfaktors von zwei Leuchtentypen in Abhängigkeit der verschiedenen Ausfallraten für ein und dieselbe Nutzungsdauer

zungsdauer muss man sich davon vergewissern, dass die progressive und kontinuierliche Verschlechterung des von der LED-Leuchte ausgestrahlten Lichts während dieses gesamten Zeitraums akzeptabel bleibt. Denn bei LED-Leuchten bleiben – viel mehr als bei traditionellen Lichtquellen – beträchtliche Qualitätsunterschiede bestehen und man stellt daher bedeutende Variationen zwischen den Produktleistungen fest.

In den vom Hersteller gelieferten technischen Informationen dient die Lebensdauer einer LED-Leuchte zur Angabe der Einbuße des ausgestrahlten Lichts nach einer bestimmten Nutzungsdauer, und dies in Abhängigkeit der zwei folgenden Faktoren, wobei:

- der Lichtstrom-Erhaltungsfaktor (L_x) angibt, dass die Einbuße des ausgestrahlten Lichts nach dem angegebenen Zeitraum auf einen bestimmten Prozentsatz des Ausgangslichtstroms begrenzt bleiben wird (in den meisten Fällen 90 %, 80 % oder 70 %)
- die Ausfallrate (B_y) für den Prozentsatz (im Allgemeinen 10 % oder, als Standardvorgabe, 50 %) von Leuchten steht, für die der angegebene Lichtstrom-Erhaltungsfaktor nicht erreicht wird, und zwar ohne Berücksichtigung der plötzlichen Ausfälle (z.B. durch Defekt eines Bauteils).

Durch Kombination dieser zwei Faktoren ist es möglich, die Einbuße des ausgestrahlten Lichts für verschiedene Nutzungsdauern zu ermitteln. Die Leistung

Beispiel

Das obige Schema zeigt, dass zwei verschiedene Leuchten mit einer identischen medianen Lebensdauer $L_{80}B_{50}$ eine stark unterschiedliche Lichtstromeinbuße aufweisen, wenn man davon ausgeht, dass der Lichtstrom-Erhaltungsfaktor für mindestens 90 % der Leuchten erreicht werden muss: Bei diesem Beispiel stellen wir fest, dass der Lichtstrom-Erhaltungsfaktor für die Leuchte A bei einer Ausfallrate B_{10} geringer ist (L_{50}) als der für die Leuchte B (L_{70}).

gen einer Leuchte lassen sich somit für verschiedene Zeiträume ausdrücken. So kann ein Hersteller für ein und dieselbe Leuchte sowohl eine Nutzlebensdauer $L_{90}B_{10}$ angeben, die 30.000 Stunden beträgt, als auch eine Lebensdauer $L_{80}B_{50}$, die 50.000 Stunden beträgt.

Eine Lebensdauer $L_{90}B_{10}$ von 30.000 Stunden bedeutet, dass der Lichtstrom von 10 % der Leuchten (B_{10}) nach einer Nutzungsdauer von 30.000 Stunden weniger als 90 % des Ausgangslichtstroms betragen wird (L_{90}). Im Falle einer Lebensdauer $L_{80}B_{50}$ von 30.000 Stunden wird der Lichtstrom-Erhaltungsfaktor in Höhe von 80 % des Ausgangslichtstroms dagegen nur für 50 % der Leuchten sichergestellt sein. Diese Angabe der Ausfallrate wird jedoch nicht auferlegt und es steht dem Hersteller frei, die Art zu wählen, mit der er sie ausdrückt.

In den meisten Fällen ist es nicht vernünftig, eine Ausfallrate von 50 % in Erwägung zu ziehen. Zur korrekten

Dimensionierung einer Anlage wird daher empfohlen, für die geschätzte Nutzungsdauer einen akzeptablen Lichtstrom-Erhaltungsfaktor (mindestens 70 %) für eine maximale Ausfallrate von 10 % (B_{10}) in Betracht zu ziehen.

Aus der Langfassung wird allerdings hervorgehen, dass die Erhaltung der Leistungen einer Beleuchtungsanlage sich nicht auf die Erhaltung ihres Lichtstroms beschränkt. Denn es sind noch zahllose andere Faktoren zu betrachten, wie die Erhaltung der weißen Farbe des Lichts, deren Güte während der Nutzung ebenfalls Einbußen verzeichnen kann.

B. Deroisy, Ir., stellvertretender Leiter und V. Vanwede, Ir., Projektleiter, Laboratorium Licht, WTB

Dieser Artikel wurde verfasst im Rahmen des 'SMART LED'-Projekts, mit der Unterstützung der Wallonischen Region DGO4, und der Normen-Außenstelle 'Beleuchtung', mit der Unterstützung des FÖD Wirtschaft.



Sanitärinstallationen in Gebäuden sind häufig eine Quelle von unerwünschten Geräuschen. In Les Dossiers du CSTC 2015/3.16 wurden einige Richtlinien besprochen, die die Geräusche in Wasserversorgungsinstallationen begrenzen können. Im vorliegenden Artikel wird der Einfluss verschiedener Entwurfsparameter auf die Geräusche von Wasserabflussinstallationen untersucht. Die Langfassung dieses Artikels wird diese Parameter detaillierter behandeln und auch auf weitere Parameter eingehen.

Geräusche von Wasserabflussleitungen

1 Komponenten der Anlagengeräusche

Die Geräusche, die im Schlafzimmer (siehe Beispiel im Kasten) wahrgenommen werden, wenn Wasser durch die Leitung fließt, bestehen aus zwei Komponenten, nämlich:

- **der Luftschallkomponente.** Dies sind Geräusche, die durch die Abflussleitung im Leitungsschacht als Luftschall abgestrahlt und danach teilweise durch die Schachtwand durchgelassen werden (im Beispiel: 26 dB)
- **der Kontaktschallkomponente.** Dies sind Geräusche, die als Kontaktschall in das Schlafzimmer gelangen, indem Vibrationen der Leitung über die Bügel auf die Montagewand übertragen werden (im Beispiel: 23 dB).

2 Entwurfsparameter

2.1 Allgemeine Entwurfsparameter

Wir möchten darauf hinweisen, dass spezifische akustische Maßnahmen vielfach überflüssig sind, wenn dafür gesorgt wird, dass die Leitungsschächte nicht an geräuschempfindliche Räume

grenzen. Falls diese Lösung in architektonischer Hinsicht nicht möglich ist, muss man die Anzahl der Schachtseiten, die an diese Räume angrenzen, begrenzen, beispielsweise indem der Schacht in einer Ecke des Raums oder in einem angrenzenden Raum angeordnet wird.

Im Folgenden wird darauf eingegangen, welchen Einfluss bestimmte Entwurfsentscheidungen auf die Geräuschkomponenten haben können.

Ein erster wichtiger Parameter ist dabei das **Material der Abflussleitung**. In unserem Beispiel handelt es sich um eine Leitung aus PVC mit einem Durchmesser von 110 mm. Eine Kunststoffleitung schwerer Ausführung erzeugt einen Geräuschpegel, der um ca. 5 dB geringer ist. Allerdings vergrößert sich bei einer Erhöhung des **Durchmessers der Leitung** auch die Leitungsoberfläche und folglich der abgestrahlte Geräuschpegel. Für Kunststoffleitungen mit einem Durchmesser von 90 bis 200 mm muss eine Korrektur von -2 bis +5 dB vorgenommen werden. Bei Metallleitungen variiert diese Korrektur zwischen -1 und +2,5 dB.

Abweichungen der Leitung bezogen auf

die **vertikale Achse** sind zu vermeiden, da diese den Geräuschpegel um 15 dB erhöhen. Wenn diese im Entwurf jedoch unvermeidlich sind, werden sie am besten progressiv ausgeführt (z.B. zwei Bögen von 45° mit einem dazwischen liegenden geraden Stück von mindestens 25 cm), um die Erhöhung auf 6 bis 9 dB zu begrenzen.

Um den Anstieg des Geräuschpegels durch die **Fallhöhe** zu begrenzen, muss der Anschluss einer Abflussleitung an eine horizontale Leitung auf die gleiche, oben beschriebene Weise erfolgen. Beim Beispiel beträgt die Fallhöhe ein Stockwerk. Pro zusätzlichem Stockwerk erhöht sich der Geräuschpegel um ca. 1 dB.

Etwaige **Durchführungen** von anderen Leitungen durch die Schachtwand sind so abzudichten, dass die akustische Qualität der Schachtwand nicht nachteilig beeinflusst wird. Dabei darf die Leitungsdurchführung keinen starren Kontakt mit dem Wanddurchbruch des Schachtes aufweisen (z.B. durch Vorsehen einer Manschette oder einer elastischen Kittfuge). Außerdem müssen die Anforderungen bezüglich der Feuerbeständigkeit eingehalten werden (siehe [TI 254](#)). Auch

Beispiel

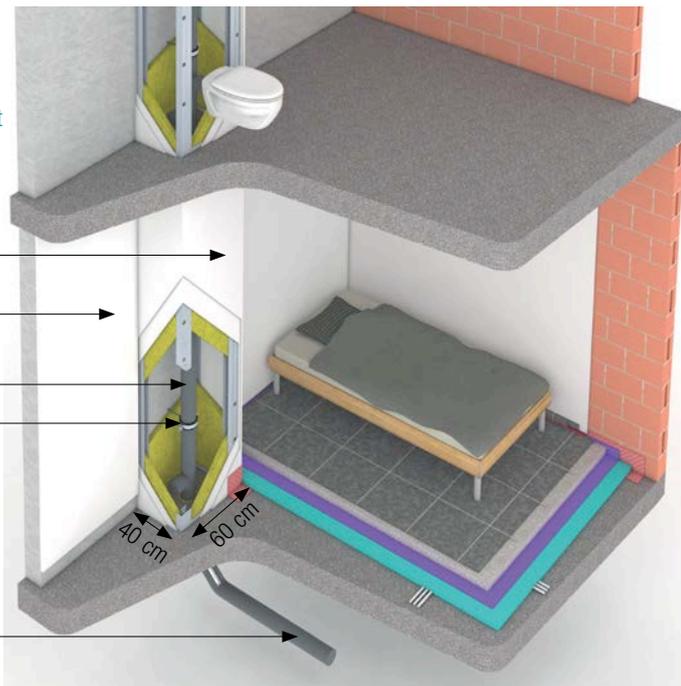
Wir gehen von einem Schlafzimmer aus, das mit einem Leitungsschacht versehen ist, der zur Verbergung einer Abflussleitung für eine Toilette dient, die sich auf dem darüber liegenden Stockwerk befindet (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). Hinsichtlich der Ausführung wurde so vorgegangen, dass die Abflussleitung mit Montagebügel an einer schweren Wand befestigt und um diese Anordnung herum zur Verkleidung ein Schacht gebaut wurde, bestehend aus zwei 12,5 mm dicken Gipsplatten, die auf Metallprofilen befestigt sind. Der Schacht wurde an den vier Innenseiten mit 4 cm dicker Mineralwolle verkleidet. Unter Verwendung der abgebildeten Geometrie und zahlreicher Labormessungen wurde ein Spitzenwert von 28 dB ermittelt, der im Schlafzimmer auftritt, wenn die Wasserspülung gezogen wird (¹). Diese Installation erfüllt folglich – unter Berücksichtigung einer Sicherheitsmarge von 2 dB – die Normanforderung für einen normalen akustischen Komfort (≤ 30 dB für Schlafzimmer) (²).

(¹) NTR 3216 Binnenriolering – Richtlijnen voor ontwerp en uitvoering. Delft, ISSO-NEN, 2012.

(²) Für weitere Informationen bezüglich der geltenden Normanforderungen verweisen wir auf die Langfassung dieses Artikels.

Entwurf einer Wasserabflussinstallation, bei der im Schlafzimmer ein normaler akustischer Komfort erreicht wird (Höhe: 2,8 m, Volumen: 30 m³)

Schachtwand
Montagewand
Abflussleitung
Bügel
Horizontale Leitung



tung im Beispiel an eine Montagewand von 300 kg/m² (z.B. bestehend aus 13 cm Gussbeton oder 17,5 cm Kalksandstein als Vollstein) montiert wurde, ist die Kontaktschallkomponente kleiner als die Luftschallkomponente (23 dB im Vergleich zu 26 dB). Wenn die **Oberflächenmasse der Montagewand** jedoch abnimmt, kann die Kontaktschallkomponente größer als die Luftschallkomponente werden und muss reduziert werden, indem z.B. schwingungsdämpfende Bügel zur Anwendung kommen (was stets empfohlen wird) oder die Montagewand mit Vorsatzwänden verborgen wird. Bei Kunststoffleitungen nimmt die Kontaktschallkomponente pro Halbierung der Oberflächenmasse der Montagewand um ca. 6 dB zu, im Falle von Metallleitungen um ca. 3 dB. Folglich wird eine ausreichend schwere Montagewand vorgezogen, die zum Teil durch den Schacht vom Rest des betrachteten Raums abgeschirmt wird. Eine Montage an den übrigen leichten Schachtwänden muss vermieden werden. Um die Übertragung der Vibrationen von der Montagewand auf die leichteren Schachtwände zu reduzieren, müssen diese Letzteren über ein elastisches Element an die Montagewand angeschlossen werden (elastischer Kitt bei Gipsplattenwänden und elastische Streifen sowie elastische Kittfuge bei Mauerwerkswänden, Anwendung in Übereinstimmung mit den Vorschriften des Herstellers).

Bei Kunststoffleitungen lässt sich die Kontaktschallkomponente in der Regel um 2 bis 3 dB reduzieren, indem die Bügel mit einer Gummi-Innenverkleidung versehen werden. Dieser Typ von **„akustischen“ Bügeln** wird daher, wegen seiner ausgeprägten Auswirkung auf die Abstrahlung auf den dahinterliegenden Nachbarraum, immer empfohlen. Bestimmte spezifische Bügel ermöglichen die Anbringung von Elastomerelementen zwischen dem Bügel und dem Gewindeende, wodurch noch eine weitere Entkopplung möglich ist. |

L. De Geetere, Dr. Ir., Leiter der Abteilung Akustik, WTB

Dieser Artikel wurde verfasst im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes „Eco-construction et développement durable“, bezuschusst durch InnovIRIS, und der Normen-Außenstelle „Akustik“, mit der Unterstützung des FÖD Wirtschaft.

An geräuschempfindliche Räume angrenzende Leitungsschächte sind zu vermeiden.

starre Kontakte zwischen der Abflussleitung und den leichten Schachtwänden (z.B. durch herabgefallenen Mörtel oder um die Leitungen herum herrschenden Platzmangel) müssen vermieden werden.

2.2 Entwurfsparameter mit einer Auswirkung auf die Luftschallkomponente

Es wird empfohlen, eine zusätzliche **Leitungsdämmung** anzubringen. Dafür kommen Mineralwolle oder offenzellige flexible Schaumstoffe in Betracht, da sie den Geräuschpegel um 5 bis 11 dB verringern. Wenn diese daraus bestehende Schicht mit einer schweren luftdichten biegeschlaffen Außenschicht kombiniert wird, kann diese Verringerung sogar 20 dB betragen. Thermische geschlossenzellige Schaumstoffe müssen dagegen vermieden werden, da sie den Geräuschpegel erhöhen.

Für den **Aufbau der Schachtwand** kann man auf verschiedene Materialien zurückgreifen. Man verwendet im Allgemeinen dafür Gipsplatten (mit einfachem oder doppeltem Metallskelett) oder Blöcke aus Zellenbeton, Gips, Ziegelstein, Beton

oder Kalksandstein (einfacher oder doppelter Dicke). Der Unterschied zwischen dem Schalldämmmaß $R_w + C$, das man im technischen Merkblatt der Wand findet und dem der im Beispiel beschriebenen Wand ($R_w + C = 32$ dB) ist für die letztendlich erreichte Dämpfung (oder Erhöhung) der Luftschallkomponente ausschlaggebend.

Dadurch, dass man die Schachtwände **an der Innenseite** mit einem porösen schallabsorbierenden Material **verkleidet**, kann der Schalldruckpegel im Schacht beträchtlich verringert werden. Beim Beispiel wurde der Schacht an den vier Innenseiten mit 4 cm Mineralwolle verkleidet. Bei einer Verkleidung an nur drei, zwei oder einer Innenseite(n) oder bei fehlender Verkleidung erhöht sich die Luftschallkomponente jeweils um ca. 1, 3, 5 oder 9 dB. Als **Mindestdicke für das schallabsorbierende Material** werden 3 cm empfohlen.

2.3 Entwurfsparameter mit einer Auswirkung auf die Kontaktschallkomponente

Angesichts dessen, dass die Abflusslei-



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2016/3.14

Die Fragmentierung des Bausektors durch in sich abgeschottete Gewerke stellt schon seit langem ein Hindernis für den Informationsaustausch und die Zusammenarbeit dar und bremst so die stärkere Industrialisierung des Bauprozesses. Kann man heutzutage noch daran zweifeln, dass die Digitalisierung der Qualität und Wettbewerbsfähigkeit zugutekommt? Wir glauben es nicht.

BIM & ICT: von der Virtualität zur Realität

Das Konzept BIM (*Building Information Model/Modelling/Management*) steht für eine Arbeitsmethode, die die Bestandteile eines Gebäudes („Objekte“) und deren Eigenschaften aneinander koppelt. So kann beispielsweise das Objekt ‚Wand‘ nicht nur charakterisiert werden durch geometrische (Höhe, Breite, Dicke), physikalische (Wärme-widerstand ...), mechanische (Druckfestigkeit ...), finanzielle (Ausführungskosten ...) und Umweltdaten, sondern auch durch Informationen im Zusammenhang mit seinem Aufbau (Verlegemörtel, Blöcke) oder seinem Verhalten in Bezug auf andere Objekte. Es kann auch zu einem zusammengesetzten Bauelement gehören und beispielsweise mit einer Wärmedämmung, einem Luftzwischenraum und einem Verblendmauerwerk verknüpft werden. Dieses Objekt, das eine virtuelle Darstellung der zukünftigen Realität ist, wird in ein **digitales Modell** des Gebäudes integriert.

Dieses Modell bildet das zentrale Element des Informationsaustausches zwischen den verschiedenen Akteuren und wird von ihnen, in Abhängigkeit ihrer Erfordernisse, angewendet und ergänzt. Dazu kann das Modell mit verschiedenen gewerkespezifischen Ansichten und Vorgehensweisen genutzt werden. Mit dem Hilfsmittel BIM kann man mit anderen Worten ein virtuelles Bauwerk bauen, um so dessen eigentliche Ausführung auf der Baustelle besser vorzubereiten und den weiteren Lebenszyklus (Instandhaltung, Renovierung, Abriss) besser zu verwalten.

Das digitale Modell kann unter anderem verwendet werden für:

- Erstellen eines Aufmaßes und Berechnen des Preises
- Verfassen eines Sonderlastenheftes
- Ausführen von Stabilitätsstudien
- Untersuchen von speziellen Techniken

- Berechnen der Energieleistungen des Bauwerks
- Verbessern der Schalldämmung
- Identifizieren und Lösen eventueller Konflikte (z.B. Kreuzung eines Trägers und eines Lüftungsschachts)
- Erstellen der Ausführungsplanung
- Garantieren der Konformität mit den Vorschriften und den geltenden Normen
- Analysieren des Lebenszyklus oder der Umweltauswirkung
- Planen der Instandhaltungsarbeiten.

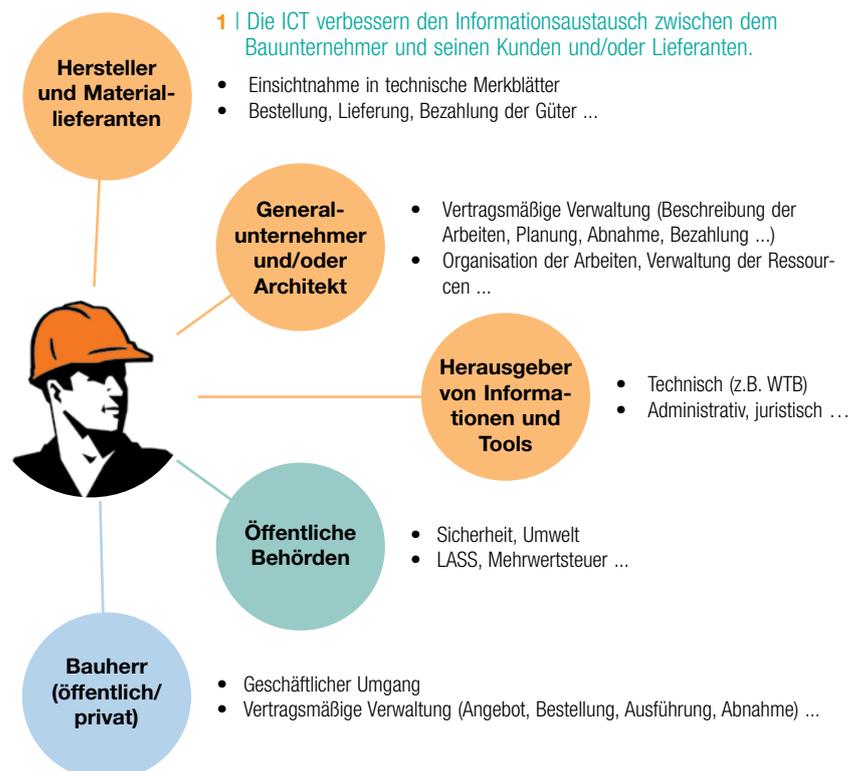
BIM & ICT für alle

Die **Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT)** sind im Begriff zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel zu werden. Denn sie versetzen die Anwender in die Lage, die Preisangebots-, Bestellungs-, Arbeitsvorbereitungs-, Einkaufs-, *In-situ*-Ausführungs- oder

Nachkalkulationsphase am Ende der Arbeiten zu optimieren.

Jede dieser Phasen kann mithilfe eines Informatiktools verbessert werden. Sie können auch miteinander verknüpft werden und ihre Informationen lassen sich unter Zuhilfenahme von ERP-Anwendungen (*Enterprise Resource Planning*) gemeinsam nutzen.

Dies gilt ebenfalls für das Hilfsmittel BIM. So kann man sich für die Insellösung **Little BIM** entscheiden, bei der der Schwerpunkt auf der Optimierung der internen Unternehmensprozesse liegt und die in kleinen Unternehmen implementiert werden kann. Die große Lösung **Big BIM** für die fachübergreifende Zusammenarbeit beteiligter Partner bezieht sich im Gegensatz dazu auf die Gesamtheit eines Projekts und verlangt von den verschiedenen Partnern, dass sie möglichst transparent und gemeinschaftlich vorgehen.





2 Beispiel für eine mögliche Kontrolle gemäß der Norm NBN S 23-002

Technisches Komitee ‚BIM & ICT‘

Die Aktivitäten des neuen Technischen Komitees ‚BIM & ICT‘ nehmen ständig weiter zu:

- Die fünf geschaffenen Arbeitsgruppen haben ihre Aktivitäten aufgenommen und die ersten Ergebnisse werden demnächst erwartet
- Es wurden zwei Leuchtturmprojekte – ein *Cluster* einerseits und eine pränormative Studie andererseits – eingereicht und jeweils auch von der *Agentschap Innoveren en Ondernemen* (VLAIO) und dem FÖD Wirtschaft genehmigt
- Am 12. September wird die erste Auflage der (ausschließlich BIM gewidmeten) **Summer University** auf dem Universitätsgelände von Woluwe in Brüssel stattfinden und an den Universitäten von Gent und Louvain-la-Neuve werden – mit der Unterstützung des WTB – ebenfalls eine Reihe von postakademischen Ausbildungen organisiert
- Das nationale Portal www.bimportal.be erhält den letzten Schliff und sein Online-Start wird im September sein
- Auf europäischer Ebene werden die Arbeiten des CEN TC 442 fortgesetzt. Außerdem werden innerhalb des ENBRI (*European Network of Building Research Institutes*) zahlreiche Aktivitäten initiiert.

Datenbank der BIM-Objekte

Der BIM-Ansatz stützt sich auf Objekte, aus denen das Gebäude besteht. In dem Maße, wie das Projekt (von der Entwurfsphase bis zum *As-built-Dos-*

sier) fortschreitet, werden diese immer genauer und besser dokumentiert. Es ist daher erforderlich, dass generische Produkt- oder Bauelementdatenbanken zur Verfügung gestellt werden. Das WTB möchte in diesem Zusammenhang auf die **technisch-kaufmännische Datenbank TechCom** zurückgreifen, die sich mit den Katalogen von BIM-Produkten verknüpfen ließe, die von den Herstellern vorgeschlagen werden.

BIM-ready-Veröffentlichungen

Es könnte ebenfalls sehr nützlich sein, die Empfehlungen des WTB auf eine proaktive und kontextuelle Weise in das digitale Modell aufzunehmen und so zur Verfügung zu stellen. Denken wir hierbei an die Norm NBN S 23-002, die Sicherheitsglas gewidmet ist. Diese Norm ist Gegenstand einer Reihe von interaktiven Infomerkblätter auf unserer Website (siehe **Infomerkblätter Nr. 49.1 bis 49.8**), um es dem Bauprofi zu ermöglichen, die richtige Verglasung in Abhängigkeit von deren Einbauort im Gebäude zu wählen. Dank des Hilfsmittels BIM könnten diese Informationen mit dem Objekt ‚Verglasung‘ verknüpft werden, von dem der Einbauort schon im digitalen Modell bekannt ist (siehe Abbildung 2). Dadurch muss der Profi nicht länger die WTB-Website aufsuchen oder die diesbezügliche TI oder Norm einsehen. Stattdessen reicht es, wenn er für die Ausführung der gewünschten verordnungsrechtlichen Kontrolle nur ein mit den WTB-Datenbanken verknüpftes *Plug-in* aktiviert.

Da das Hilfsmittel BIM für die Bauun-

ternehmer vor allem Perspektiven für das Ausfindigmachen möglicher Konflikte eröffnet, könnte es auch vorteilhaft sein, die Ratschläge der Abteilung Technische Gutachten zur Vermeidung von häufig auftretenden Schadenfällen und Problemen in das digitale Modell aufzunehmen.

Schließlich steht auch auf dem Gebiet der Gebäudeverwaltung die Bedeutung des BIM-Konzepts außer Frage. Deshalb ist es selbstverständlich, dass der ‚*Guide de l’entretien pour des bâtiments durables*‘ *BIM-ready* ausgeführt werden muss. Das VLISOG-Cluster befasst sich gegenwärtig damit eingehend.

Die Herausforderungen

Das Gelingen dieser digitalen Transformation des Bausektors steht oder fällt mit der Fähigkeit der gesamten Kette, die gleichen Hilfsmittel zu nutzen. Es handelt sich dabei somit um eine tief greifende Veränderung, von der jeder früher oder später betroffen ist. Bauunternehmer, Architekten, Ingenieure, Hersteller, Lieferanten, Bauträger oder Gebäudeverwalter, die hartnäckig weiter an nichtdigitalen Objekten festhalten, werden nach geraumer Zeit möglicherweise Schwierigkeiten haben, mit ihren Partnern effizient zu kommunizieren, wodurch ihre Wettbewerbsposition beeinträchtigt werden kann. Es geht daher nicht länger um eine Wahl: Das gesamte Fundament der Kompetenzen muss digitalisiert werden. |

O. Vandooren, Ing., Direktor für Information und Unternehmensunterstützung, WTB

Um auf den Gebieten der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit leistungsfähig zu bleiben, müssen die Unternehmen ständig nach neuen Möglichkeiten suchen, um die Kosten und Fristen ohne Abstriche bei der Qualität zu reduzieren. Sogar wenn konzeptionelle und technische Optimierungen vorhanden sind, darf man nicht vergessen, dass auch eine organisatorische Optimierung einen wichtigen Einfluss auf diese drei Faktoren (Kosten, Fristen und Qualität) haben kann. In diesem Zusammenhang kommt das *Lean Management* im Bauwesen (*Lean Construction*) wie gerufen. Denn die *Lean-Methode* – die ursprünglich aus der Automobilindustrie stammt – steht für das ‚Bauen ohne Verschwendung‘.

Lean Construction

Trotz aller Verwaltungsmethoden und digitalen Hilfsmittel, die heutzutage von den Bauunternehmen in der Praxis genutzt werden, stellt man auf allen Ebenen **Ineffizienzen und Verschwendungen** fest, deren Ausfindigmachung und Eliminierung den Bauunternehmen nur schwer möglich ist. Durch Studien wurde sogar nachgewiesen, dass 25 bis 50 % der Baukosten auf Verschwendungen und den ineffizienten Einsatz von Personal, Material und Maschinen zurückzuführen sind.

Um eine neue **Managementphilosophie** zu entwickeln, die eine Abhilfe für diese Probleme schafft, werden seit mehr als zwanzig Jahren weltweit Forschungsarbeiten ausgeführt. Die daraus resultierenden Ergebnisse haben unter anderem zur Entwicklung von Tools geführt, die bereits seit einigen Jahren auf der ganzen Welt und in Belgien in konkreten Projekten eingesetzt werden.

Diese Tools werden im Rahmen von *Lean Construction* genutzt, das man als eine

Managementphilosophie ansehen kann, die auf die langfristige **Wertschöpfung** für den Kunden durch die **Eliminierung von Verschwendungen** ausgerichtet ist, und zwar über alle Unternehmensprozesse hinweg. Die Philosophie wird von der gesamten Organisation getragen, indem das **Verantwortungsgefühl** der Arbeitnehmer geweckt wird und eine Unterstützung durch das Management erfolgt. Eine Anzahl von **Lean-Tools** erleichtern diese Art der Planung und Zusammenarbeit im Hinblick auf eine **kontinuierliche Verbesserung**.

Die oben erwähnten Verschwendungen können folgenderweise unterteilt werden:

- **Wartezeiten** aufgrund beispielsweise der Nichtverfügbarkeit des Materials oder der Materialien
- **Unnötige Fahrten** der Arbeiter auf der Baustelle
- Aus Ausführungsfehlern resultierende **Nacharbeit** (nicht abgenommene Arbeiten, Nichteinhaltung von Toleranzen ...)
- Lagerhaltung und deren finanzielle Auswirkung

- **Logistikmanagement** (Transport)
- **Überproduktion** (Ausführung von Mehrarbeiten ohne Einwilligung des Kunden, hohe Anzahl von Besprechungen und Berichten ...)
- **Übermäßige Anzahl an Prozessschritten** (Übermaß an Kontrollen ...)

Im Rahmen von *Lean Construction* wurden schon verschiedene Managementhilfsmittel entwickelt, um diese Verschwendungen zu identifizieren, zu reduzieren oder sogar zu eliminieren, wie z.B.: *Value Stream Mapping*, *Last Planner System*, *Design & Build*, *BIM*, *5S*, *Just in Time* und *Visuelles Management*.

Weitere diesbezügliche Informationen erhalten Sie bei der Abteilung Verwaltung und Qualität unter der folgenden Adresse: gebe@bbri.be.

Abteilung Verwaltung und Qualität, WTB

Dieser Artikel wurde verfasst im Rahmen des ‚Opticost‘-Projekts, mit der finanziellen Unterstützung der Wallonie.



Beispiel für den Einsatz des Hilfsmittels Visuelles Management und der 5S-Methode zur besseren Organisation der Lagerfläche auf der Baustelle. Die Verkehrsbereiche wurden durch Pfeile angedeutet.

Beispiel für ein Ergebnis der Lean-Methode

Bauunternehmen NCN (Boulogne-sur-Mer, Frankreich, 250 Personen)

Bei der Anbringung von Schalungsplatten hat man mithilfe einer *Value Stream Mapping*-Analyse eine Verschwendung von 35 % feststellen können. Um diesbezüglich eine Abhilfe zu schaffen, wurde der Materialfluss in Absprache mit den Vorarbeitern überprüft und anschließend wurde die Aufeinanderfolge der Aufgaben optimiert. So wurden die Wartezeiten eliminiert und verlief die Anbringung der Platten – aufgrund des besseren Managements – 20 % schneller und reibungsloser.

WTB-Veröffentlichungen

WTB-Berichte

Nr. 18 ‚Dimensionnement des systèmes de chauffage par le sol à eau chaude‘.

Les Dossiers du CSTC

2015/3.10 ‚Impact environnemental des briquettes sur isolant extérieur‘.

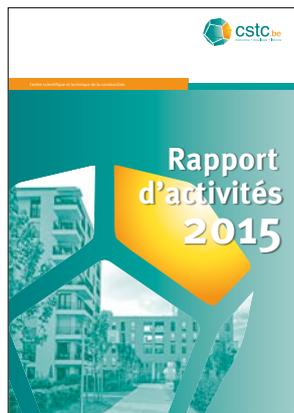
2015/4.8 ‚Durabilité des fenêtres en bois à haute performance énergétique‘.

2016/2.5 ‚Actions du vent sur les toitures plates‘.

Technische Informationen



Jahresbericht



Geistiges Eigentum

Die Zelle Patente des WTB organisiert am **23. November** in Limelette, in Zusammenarbeit mit dem OPRI und dem OBPI, für die Akteure des Bausektors einen **Einzelberatungstag zum Thema Geistiges Eigentum**.

Die Anmeldung ist kostenlos aber Pflicht.
Sie finden weitere Informationen unter www.ocbc.be.

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.: 011/79 95 11
Fax: 02/725 32 12

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

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