



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2014/3



**Frostschäden
an Beton-
Außenbelägen**
S. 5

**Lichtkuppeln
und Licht-
straßen**
S. 10

**Außenböden
auf Platten-
haltern**
S. 14

**Textile Sonnen-
schutzeinrich-
tungen**
S. 20



Inhalt 2014/3



Den Baufachleuten entgegengehen..... 3



Wie kann man die thermische Speicherkapazität von Gebäuden erhöhen? 4



Frostschäden an Beton-Außenbelägen: Rolle der Zementsorte 5



Toleranzen für fertig gestellte Wände aus Gipsblöcken 6



Wie Heizungskessel zu Schäden an Dächern führen können 8



Neue Rechenmodelle für Isolierverglasung..... 9



Lichtkuppeln und Lichtstraßen: Bauprodukte 10



Sind Parkett und Fußbodenheizung vereinbar?..... 12



Verlegung von Außenböden auf Plattenhaltern: Vor- und Nachteile 14



Die TI 249, eine neue TI für Malerarbeiten 16



Hybride Wärmeerzeuger: bessere Leistungen durch das Kombinieren der Vorteile der Wärmepumpe und des Gaskessels 17



Die Qualität von Regenwasser..... 18



Neues Rohbaukonzept mit akustischen Vorsatzwänden 19



Textile Sonnenschutzeinrichtungen: sehen ohne gesehen zu werden 20



Track-and-Trace- und Zeitregistrierungssysteme für den Bausektor 22



Den Baufachleuten **entgegengehen**

Nachdem die mitreißende Fußball-Weltmeisterschaft zu Ende ist und jeder in den vollen Genuss eines Sommerurlaubs gekommen ist, um seine Batterien wieder aufzuladen, stehen wir voller Begeisterung und Überzeugung bereit, um die Zielgerade nach 2015 einzuschlagen.

Das WTB scheut keine Anstrengung, um den Baufachleuten mit Rat und Tat beizustehen. Eines unserer angestrebten Ziele besteht deshalb darin, unsere Forschungsaktivitäten und unser Informationsangebot möglichst gut auf die Bedürfnisse der Bauunternehmer abzustimmen. So sind all unsere Forschungsprojekte gegenwärtig in einer neuen Datenbank zusammengetragen, die auf www.cstc.be frei konsultierbar ist. Dank ihrer Teilnahme an den wichtigsten Messen des Sektors findet auch ein regelmäßiger Informationsaustausch zwischen unseren Mitarbeitern und der Bauwelt statt. Der erste Teil des Jahres stand im Zeichen der Messen Batibouw, Bois & Habitat und – auf europäischer Ebene – Building Test Expo. Das letzte Trimester dieses Jahres wird – möglichst – noch reichlicher gefüllt sein. Denn unsere Mitarbeiter werden auf zahlreichen wichtigen Veranstaltungen anwesend sein: der BIS-Beurs, dem Betontag, dem Tag des Daches und dem Tag des Ausbaus. Neben diesen, sich wiederholenden Veranstaltungen gibt es dieses Jahr auch noch die Messe Builty (www.builty.be), die für die und von den großen Unternehmen organisiert wird.

Diese Messe, die am 8. und 9. Oktober 2014 in Tour & Taxis (Brüssel) stattfinden wird, versteht sich als Begegnungsplattform, die nicht nur darauf abzielt, die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren zu fördern, sondern auch die Nutzung von innovativen Produkten vorantreiben will. Die Mitarbeiter des Bauzentrums werden zu diesem Anlass verschiedene Informationssitzungen über neue Betonsorten, über Baudetails, über Luftdichtheit sowie über die Bauproduktedatenbank (www.cstc.be/go/techcom) abhalten. Diese Datenbank enthält nämlich einen Schatz an Informationen für den, der einen Lieferanten eines bestimmten Produktes sucht oder der eine Liste von Produkten aufstellen will, die ein und derselben Beschreibung entsprechen. Es handelt sich hierbei um ein sehr praktisches Hilfsmittel für Baustellenleiter und Baustellenverwalter, aber auch für den Angebotskalkulierer. Die oben erwähnten Themen wurden übrigens nicht zufällig ausgewählt, sondern sie wurden von den Firmen, die der Lenkungsgruppe der Messe angehören, als wesentlich betrachtet.

Diese Veranstaltungen sind für uns auch eine ideale Gelegenheit, eine große Anzahl Bauunternehmer und Baufachleute persönlich zu treffen und mit ihnen Gedanken auszutauschen. Diese Kontakte stellen eine wahre Inspirationsquelle für unsere Forschungs- und Informationsaktivitäten dar und sorgen dafür, dass das WTB seine Dienstleistung noch besser auf die täglichen Bedürfnisse der Bauunternehmer abstimmen kann.

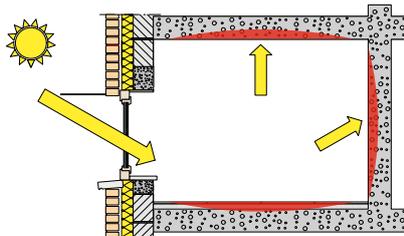
In diesem Artikel besprechen wir kurz die Methoden, die angewendet werden können, um die thermische Speicherkapazität von Gebäuden zu erhöhen. Denn indem der Überschuss an thermischer Energie zeitlich gepuffert und später bei Bedarf genutzt wird, lässt sich der Energieverbrauch zum Kühlen und Heizen von Gebäuden beträchtlich reduzieren.

Wie kann man die thermische Speicherkapazität von Gebäuden erhöhen?

Speicherung der thermischen Energie

Jedes Material, das einer Temperaturerhöhung ausgesetzt ist, speichert Wärme. Je größer die Wärmemenge ist, die ein Material bei einer gegebenen Temperaturerhöhung pro m³ speichern kann, desto höher ist auch seine Volumenwärmekapazität.

Im Sommer sorgt die thermische Masse des Gebäudes dafür, dass die Wärme, die tagsüber durch die Sonneneinstrahlung oder die anwesenden Menschen, die laufenden Maschinen oder die Beleuchtung produziert wird, teilweise gespeichert wird (siehe Abbildung 1). Dadurch ist der Raum nicht so großen Temperaturerhöhungen unterworfen. Wenn die Raumtemperatur abends oder nachts erneut sinkt, wird die so gespeicherte Wärme langsam wieder abgegeben.



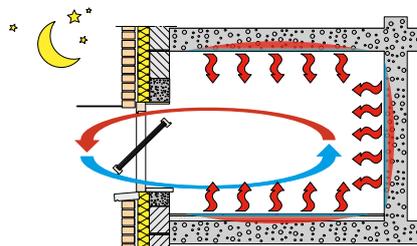
1 | Speicherung der thermischen Energie durch die Gebäudemasse

Während der Zwischensaisonen, genauer gesagt wenn die Heizung nachts arbeiten müsste, kann diese verzögerte Abgabe der gespeicherten Wärme den Zeitpunkt, an dem die Heizung tatsächlich eingeschaltet wird, etwas zeitlich verlagern und zu einer Stabilisierung der Raumtemperatur beitragen.

Wenn die Raumtemperatur während der warmen Sommertage nachts zu wenig sinkt, kann die gespeicherte Wärme unzureichend freigegeben werden, wodurch die Temperatur im

Raum weiter zunimmt und den günstigen Effekt der Wärmespeicherung zunichte macht.

Um die Abkühlung des Gebäudes im Sommer zu verbessern, kann man das Prinzip der Nachtkühlung (oder *Free-Cooling*-Prinzip) anwenden (siehe Abbildung 2). Dieses Prinzip besteht darin, die Räume abzukühlen, indem man die kühle Abendluft durch die Fenster und die Lüftungsgitter eintreten lässt und anschließend durch den natürlichen Zug oder die mechanische Absaugung die erwärmte Luft ableitet.



2 | Prinzip der Nachtkühlung

Wie kann man die thermische Speicherkapazität erhöhen?

Bei Gebäuden mit einer niedrigen thermischen Masse kann die thermische Speicherkapazität durch die Anwendung von sogenannten Phasenwechselmaterialien (*Phase Change Materials*, PCMs) erhöht werden. Man findet diese PCMs unter anderem in Baumaterialien wie Gips- und Dämmplatten wieder (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/3.11](#)).

Während des Übergangs von ihrer festen zu ihrer flüssigen Phase (d.h. bei einer Erhöhung der Lufttemperatur) nehmen diese Materialien thermische Energie auf, ohne dabei selbst einer Temperaturerhöhung ausgesetzt zu sein. Dies sorgt für eine Zunahme der scheinbaren thermischen Trägheit des Gebäudes.

Wenn die Lufttemperatur wieder sinkt und die PCMs erneut von ihrer flüssigen zu ihrer festen Phase wechseln, wird die so gespeicherte Energie wieder freigegeben. Dieses Prinzip lässt sich bei Renovierungsarbeiten zur Erhöhung des thermischen Komforts nutzen.

Thermische Aktivierung der Wand- oder Deckenmasse

Eine andere Art und Weise zur Erhöhung der thermischen Speicherkapazität eines Gebäudes und zur gleichzeitigen Steuerung der Wärme- oder Kälteabgabe besteht in der thermischen Aktivierung der Wand- oder Deckenmasse. Bei diesem Prinzip werden wasserführende Leitungen in den Kern der Strukturelemente integriert, die die gespeicherte thermische Energie schnell zu einer Wärmepumpe oder einem Wärmetauscher transportieren. Durch diese Arbeitsweise kann man Räume mit Wasser, dessen Zufuhrtemperatur zwischen 18 und 22 °C beträgt, kühlen und mit Wasser, dessen Zufuhrtemperatur zwischen 27 und 29 °C beträgt, erwärmen.

Der Vorteil der thermischen Aktivierung der Gebäudeelemente (die auch als Betonkernaktivierung bezeichnet wird) ist, dass die Abgabe der Wärme oder Kälte durch Strahlung im Allgemeinen als sehr angenehm empfunden wird. Außerdem ist die erforderliche Wassertemperatur bei Heizung so niedrig, dass sie rentabel durch eine Wärmepumpe erzeugt werden kann.

Innerhalb des Smart Geotherm-Projekts (www.smartgeotherm.be) stehen solche nachhaltigen Systeme im Mittelpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Es wird bezüglich dieser Technologie auch der Informationsverbreitung große Aufmerksamkeit geschenkt.

L. François, Ir., Projektleiter, Laboratorium Geotechnik und Monitoring, WTB



Laut CONREPNET (*Thematic network on performance-based rehabilitation of reinforced concrete structures*) sind Frostschäden (siehe Abbildung) nach der Armierungskorrosion die zweithäufigste Form des Betonschadens in Europa. Vor allem bei uns, wo die Temperatur während des Winters stark um den Gefrierpunkt schwanken kann, ist der Frostwiderstand von Beton eine wichtige Eigenschaft.

Frostschäden an Beton-Außenbelägen: Rolle der Zementsorte

Oberflächlicher Frostschaden an Beton

Beim Gefrieren ist Wasser einer Volumenzunahme von ungefähr 9 % unterworfen. Wenn dies bei einer mit Wasser gesättigten Betonoberfläche wiederholt erfolgt, kann dies zu Absplitterungen führen. Ein solcher Schaden tritt vor allem bei horizontalen, dem Niederschlag ausgesetzten Oberflächen auf. Das Phänomen wird noch durch den Einsatz von Streusalzen verstärkt.

Bestehende Richtlinien

In der Norm NBN B 15-001, dem belgischen nationalen Anhang zur Norm NBN EN 206-1, werden Anforderungen an die Dauerhaftigkeit für Beton formuliert, der dem Frost ausgesetzt ist: der Einsatz von frostbeständigen Granulaten, ein maximaler Wasser-Zementfaktor, ein minimaler Zementgehalt, ein maximaler Gehalt an Flugaschen und – in bestimmten Fällen – ein minimaler Luftgehalt. Hinsichtlich der Zementsorte werden gegenwärtig noch keine Anforderungen gestellt, obwohl dies in bestimmten anderen europäischen Ländern schon der Fall ist.

Die Norm prNBN B 15-400 enthält wiederum eine Anzahl Richtlinien für die Nachbehandlung von Beton (siehe diesbezüglich auch [Les Dossiers du CSTC 2011/2.4](#)). Betonböden mit einer glatten (mechanisch polierten) Oberflächenausführung sind im Allgemeinen für Frost empfindlicher. Für Außenoberflächen wird übrigens von einer solchen Ausführung ganz entschieden abgeraten.

Forschung

Im Rahmen eines laufenden pränormativen Forschungsprojekts, in Zusammenarbeit mit dem CRR und dem CRIC-OCCN, wird der Einfluss der Zementsorte auf den Frostwiderstand gemäß der europäischen technischen Spezifikation CEN/TS 12390-9 geprüft.

Dazu wurden 16 BENOR-Zementsorten ausgewählt, mit denen danach Betonmischun-

gen angemacht wurden, und zwar in Übereinstimmung mit der Umgebungsklasse EE₄ (Frost- und Streusalzexposition), mit einem Wasser-Zementfaktor von 0,45, einem Zementgehalt von 340 kg/m³ und frostbeständigen Kalksteingranulaten (D_{max}: 20 mm).

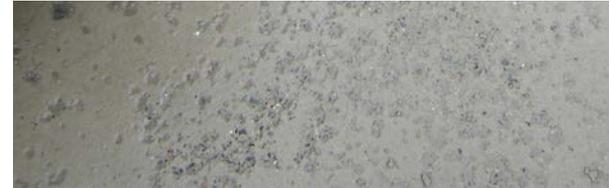
Die so zustande gekommenen Betonplatten wurden nach zwei Tagen ausgeschalt und bis zu einem Alter von 7 Tagen in Wasser bei einer Temperatur von 20 ± 2 °C untergetaucht. Danach wurden die Prüfstücke ausgebohrt (Durchmesser 113 mm), auf Maß gesägt (Höhe 50 mm) und bis zu einem Alter von 56 Tagen unter zwei verschiedenen Behandlungsweisen aufbewahrt:

- unter Wasser, bei einer Temperatur von 20 ± 2 °C
- trocken, bei einer Temperatur von 20 ± 2 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 60 ± 5 %.

Schließlich wurden die Prüfstücke längs einer gesägten Oberfläche Streusalzen (NaCl) und 56 Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt, wobei die abgesplitterte Masse gemessen wurde.

Anhand der vorläufigen Forschungsergebnisse können die folgenden Feststellungen bezüglich des oberflächlichen Frostwiderstands von Beton gemacht werden:

- Der Einsatz von ein und derselben Zementsorte mit einer höheren Festigkeitsklasse führt im Allgemeinen zu einem besseren Frostwiderstand
- Die Nachbehandlung hat einen großen Einfluss auf den Frostwiderstand. Bei Betonsorten mit Portlandzement (CEM I) ist dieser Einfluss weniger stark ausgeprägt
- Bei der Aufbewahrung unter Wasser sind es die Zementsorten mit Hochofenschlacke (CEM III, CEM II/B-S und CEM V), die die besten Ergebnisse erzielen. Je höher der Gehalt an Hochofenschlacke ist, desto besser ist das Ergebnis (obwohl die Festigkeitsklasse noch ausschlaggebender ist). Zementsorten mit Kalkstein liefern weniger gute Ergebnisse, während der Portlandzement (CEM I) und der Zement mit Flugaschen (CEM V), was die Ergebnisse betrifft, dazwischen liegen



- Bei einer trockenen Aufbewahrung liefern die Kompositzemente (CEM II, CEM V) mit Kalkstein und Flugaschen im Allgemeinen die schlechtesten Ergebnisse, während Zementsorten mit Hochofenschlacke (CEM III) – vor allem mit einer höheren Festigkeitsklasse (42,5 und 52,5) – die besten Ergebnisse ergeben.

Schlussfolgerung

Während Zement mit Hochofenschlacke bei der Untersuchung die besten Ergebnisse lieferte, werden in der Praxis doch immer wieder Frostschäden bei Beton mit dieser Zementsorte festgestellt. Diese Diskrepanz lässt sich durch den Unterschied hinsichtlich der Nachbehandlung erklären: Denn der Beton, der bei der Untersuchung verwendet wurde, kam in den ersten 7 Tagen nach dem Gießen in den Genuss einer ‚idealen‘ feuchten Nachbehandlung, während dies in der Praxis bei Beton-Außenböden unmöglich zu realisieren ist.

Obwohl die Zementsorte einen wichtigen Einfluss auf den Frostwiderstand des Betons hat, ist der Einfluss der Nachbehandlung und der Oberflächenausführung noch größer. Vor allem bei Betonmischungen mit einer trägeren Festigkeitsentwicklung (wie es beispielsweise bei Zementsorten mit Hochofenschlacke oder Flugaschen der Fall ist) ist die Nachbehandlung ausschlaggebend. Wenn man die Zementsorten nach ihrem Einfluss auf den Frostwiderstand klassifizieren möchte, muss man somit auch stets die Nachbehandlung berücksichtigen. ■

B. Dooms, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Betontechnologie, WTB

G. Mosselmans, Dr. Ir., Projektleiter, CRIC-OCCN

A. Beeldens, Dr. Ir., Senior-Forscherin, CRR

Artikel, verfasst im Rahmen der Normen-Außenstelle Beton, Mörtel, Granulate, mit der finanziellen Unterstützung des FÖD Wirtschaft.



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden.

Les Dossiers du CSTC 2014/3.3

Gipsblöcke werden wegen ihrer einfachen Verarbeitbarkeit häufig für das Errichten von nichttragenden Innenwänden in Gebäuden eingesetzt (siehe Abbildung 1). Durch ihre Nut- und Federverbindung können diese Blöcke recht einfach ausgerichtet werden, was nicht nur die Anordnung vereinfacht, sondern eine Wand ergibt, die – ohne das Anbringen eines traditionellen Innenputzes (was die Quantität an Baufeuchtigkeit verringert) – ausreichend eben und glatt gemacht werden kann, um eine weitere Oberflächenausführung zuzulassen. Die Abteilung Technische Gutachten ist trotzdem manchmal mit Situationen konfrontiert, in denen der Auftraggeber nicht mit der Ausführung der Innenwände zufrieden ist. In dem Fall muss ermittelt werden, ob die Ausführung tatsächlich den gängigen Toleranzen entspricht.

Toleranzen für fertig gestellte Wände aus Gipsblöcken

1 Referenzdokumente

Die harmonisierte Norm NBN EN 12859, die die Grundlage für die CE-Kennzeichnung bildet, behandelt Gipsblöcke mit einer Mindestdicke von 50 mm (mit Ausnahme von geschosshohen Elementen).

Diese Blöcke werden mithilfe eines Klebers verarbeitet, der den Anforderungen aus der Norm NBN EN 12860 entspricht.

Die Norm NBN EN 15318 beschreibt wiederum die nichttragenden Innenwände, die mit Gipsblöcken errichtet werden können und danach ohne traditionellen Putz und nach einer eventuellen Vorbereitung mit einer Oberflächenbearbeitung versehen werden können.

Es besteht vorerst keine TI, die diesem Thema spezifisch gewidmet ist (*). Als Ausgangspunkt könnte man hierzu eine Anzahl ausländischer Referenzdokumente heranziehen, wie z.B. das französische Dokument

DTU 25.31 und die niederländische nationale Bewertungsrichtlinie BRL 1014.

2 Toleranzen für Gipsblöcke

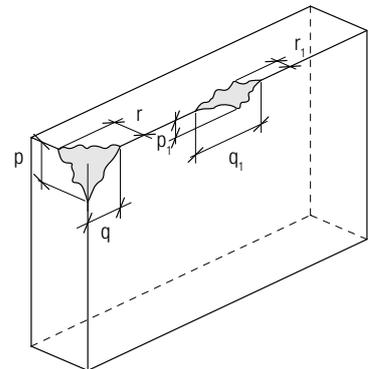
Die Toleranzen, die für die Abmessungen von Gipsblöcken gelten, sind in Tabelle A angegeben.

Dagegen werden in den zuvor erwähnten Normen keine Richtlinien bezüglich der Zulässigkeit von eventuellen Mängeln (z.B.

Lufthohlräume, abgebrochene Ränder) in Gipsblöcken gegeben. Für weitere Informationen zu diesem Thema können wir auf die BRL 1014 verweisen, die angibt, dass die sichtbaren Oberflächen ausreichend glatt sein und die vorhandenen Unebenheiten sich entfernen lassen müssen. Die Gipsblöcke müssen zum Zeitpunkt der Lieferung außerdem frei von Mängeln sein (siehe Tabelle B und Abbildung 2).

A | Toleranzen für die Abmessungen der Gipsblöcke nach der Norm NBN EN 12859

Merkmal	Toleranz
Dicke	± 0,5 mm
Länge	± 5 mm
Höhe	± 2 mm
Ebenheit (über die Diagonale gemessen)	1 mm



2 | Maximales Ausmaß einer Beschädigung gemäß der BRL 1014



Quelle: Isolava

1 | Nichttragende Innenwand aus Gipsblöcken

B | Zulässige Unvollkommenheiten in Gipsblöcken nach der BRL 1014

Luftblasen	Eine Oberfläche von 1 dm ² (100 cm ²) darf höchstens 4 Luftblasen ≥ 4 mm und ≤ 15 mm aufweisen. Luftblasen < 4 mm werden nicht berücksichtigt.
Risse	Eine Rissbildung ist nicht zulässig.
Rillen in der Sichtfläche	In der Sichtfläche dürfen nicht mehr als zwei Rillen mit einer Tiefe bis 5 mm und einer maximalen Breite von 5 mm vorhanden sein (gemessen an breitesten Stelle der Rille).
Beträchtliche Beschädigung in der Sichtfläche oder der Profilierung	Das Ausmaß einer Beschädigung in einem Gipsblock muss auf maximal 10 cm ³ beschränkt bleiben. Die Beschädigung lässt sich gemäß der Abbildung 2 messen und mithilfe der folgenden Formel berechnen: (p x q x r)/2.

(*) Wände aus Gipsblöcken sind nicht Gegenstand des Anwendungsgebiets der TI 233, sondern werden dagegen in den TIs 199 und 249 als möglicher Untergrund angegeben.



3 Ausführungsaspekte

Während des Errichtens der Wand müssen die Kleberreste in Höhe der Fugen vor ihrer vollständigen Aushärtung mit einer Glättkele entfernt werden. Hierbei werden die Fugen zwischen den Blöcken mit dem Kleber abgestrichen und man kann auch schon kleine Unvollkommenheiten beheben. Größere Beschädigungen können während des Errichtens oder nach dem Errichten der Wand mit einem Gips- oder einer Kleber-Gipsmischung repariert werden.

Wenn die Wand nach dem Abstreichen der Fugen noch nicht glatt genug ist, um mit den weiteren Oberflächenbehandlungsarbeiten fortzufahren, kann gegebenenfalls eine sehr dünne Deckputzschicht auf die Oberfläche aufgebracht werden. Diese Arbeitsweise wird häufig als ‚Oberflächenbearbeitung‘ bezeichnet. Im Besonderen bei Wänden mit nachträglich ausgefüllten Aussparungen (z.B. für die elektrischen und Sanitärleitungen) kann eine solche Behandlung erforderlich sein, um eine ausreichend glatte Oberfläche zu erhalten. Diese Arbeiten müssen auf einem trocken und staubfreien Untergrund erfolgen. Um die Oberflächenbearbeitung zu vereinfachen, verfährt man beim Ausfüllen der Aussparungen am besten so, dass ein kleiner Rücksprung zur vorhandenen Oberfläche entsteht. Wenn vorgesehen ist, dass die Wand später gefliest wird, ist diese Oberflächenbearbeitung normalerweise nicht erforderlich.

4 Toleranzen für Wände aus Gipsblöcken

Bis jetzt sind in den Normen noch keine Dimensionstoleranzen für fertig gestellte Wände aus Gipsblöcken zu finden. Ausgehend von ausländischen Referenzdokumenten (BRL 1014 und DTU 25.31), den Dimensionstoleranzen für Gipsblöcke (siehe Tabelle A) und der Erfahrung, müsste man unserer Meinung nach in diesem Zusammenhang die Werte aus Tabelle C einhalten. Auf diese Weise schließen die Toleranzen – mit Ausnahme der Toleranzen unter dem Lineal von 0,2 m – an die Toleranzen an, die für den

normalen Ausführungsgrad für traditionelle Innenputze gelten (siehe diesbezüglich die TI 199).

5 Weitere Oberflächenausführung

Die Wichtigkeit der Oberflächenbehandlung der Wand ist von der Art der später anzubringenden Verkleidung abhängig.

Wenn die Wand mit einem Fliesenbelag versehen werden soll, bildet das Einhalten der Ausführungstoleranzen eine entscheidende Voraussetzung, um die erforderliche Toleranzklasse für die Oberflächenausführung erreichen zu können (vor allem für großformatige Fliesen). Das Aussehen und die Homogenität der Wandoberfläche spielen in diesem Fall eine weniger bedeutende Rolle.

Diese Letzteren sind dagegen wichtig, wenn man die Wand streichen möchte, und zwar umso mehr, wenn es sich um eine Satin- oder Glanzfarbe handelt. In dem Fall wird daher empfohlen, eine Oberflächenbearbeitungsschicht anzubringen (siehe § 3).

Das Streichen der Wände erfolgt gemäß den Vorschriften aus der TI 249 und dies, unter Berücksichtigung des vorgesehenen Ausführungsgrads der Malerarbeiten. Bevor man zu den Malerarbeiten übergeht, ist eine Vorbehandlung notwendig (siehe Tabelle D).

6 Bewertung der Oberfläche

Die visuelle Bewertung der Innenwände muss senkrecht zur kontrollierenden Oberfläche erfolgen, bei Tageslicht, mit dem bloßen Auge und in einem Abstand von 2 m. Sie darf auf keinen Fall bei Streiflichteinfall ausgeführt werden. Die dabei wahrgenommenen Unvollkommenheiten lassen sich danach mit objektiven Methoden messen und mit den betreffenden Toleranzen und vertraglichen Anforderungen vergleichen. In diesem Zusammenhang haben wir schon mehrmals darauf hingewiesen, dass die Verwendung des Ausdrucks ‚streichfertig‘ für die Angabe des Zustandes der zu streichenden Oberfläche nicht eindeutig genug ist und demzufolge besser vermieden wird (siehe diesbezüglich die TIs 199 und 249). I

D | Vom Maler auszuführende vorbereitende und Fertigstellungsbehandlungen

Vom Maler auszuführende vorbereitende und Fertigstellungsbehandlungen	Ausführungsgrad (°)		
	I	II	III
1. Bürsten und/oder Glätten und/oder Entstauben (falls notwendig)	X	X	X
2. Verschließen		X	X
3. Gesamte Fläche spachteln			X
4. Schleifen und Entstauben			X
5. Grundierung	X	X	X
6. Zusätzliches örtliches Spachteln		X	
7. Schleifen und Entstauben (an den zusätzlich gespachtelten Stellen)		X	
8. Grundanstrich (an den zusätzlich gespachtelten Stellen)		X	
9. Zwischenschicht		(°)	X
10. Deckschicht	X	X	X

(°) Die orangefarbene Spalte entspricht dem Ausführungsgrad, den der Maler beim Fehlen anderslautender Vorschriften im Sonderlastenheft berücksichtigen muss.
 (°) Eine Zwischenschicht kann je nach der anzubringenden Farbe und Art des Untergrunds erforderlich sein. Diese Behandlung wird in Absprache mit dem Vorschreiber ausgeführt.

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

J. Wijnants, Ing., Leiter der Abteilung Technische Gutachten, WTB

Dieser Artikel wurde verfasst mit der Unterstützung:

- des FÖD Wirtschaft, im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Parachèvement‘
- des IWT, im Rahmen des Projekts Metselwerk IV ‚Innovaties in de metselwerksector: implementering door innovatievolgers‘
- der DG06, im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes COM-MAT ‚Matériaux et techniques de construction durables‘.

C | Ebenheitstoleranzen für eine fertig gestellte Wand aus Gipsblöcken

Unter dem Lineal von ...	Toleranz
0,2 m (in Höhe der Fugen)	1 mm
2 m	5 mm



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden.

Les Dossiers du CSTC 2014/3.4

Auf Dächern wird man in der Nähe des Rauchgaskanals des Heizungskessels manchmal mit einer braunen Fleckenbildung konfrontiert (siehe Abbildung 1). In diesem Artikel erklären wir zuerst, wie dieses Phänomen entstehen kann. Danach wird angegeben, wie es sich vermeiden lässt.

Wie Heizungskessel zu Schäden an Dächern führen können

Ursache der Fleckenbildung

Die oben erwähnten bräunlichen Flecken in der Nähe des Rauchgaskanals werden durch eine Ablagerung der von den Rauchgasen mitgeführten Rostteilchen (Eisenoxide) verursacht. Diese Rostteilchen sind die Folge des Angriffs der niedriglegierten stählernen oder gußeisernen Teile des Kessels und/oder des Rauchgaskanals durch die saure Kondensation der Rauchgase.

Diese unerwünschte Kondensation tritt häufig bei anderen Typen als den Brennwertkesseln (i) (z.B. bei Hochwirkungsgradkesseln) auf, die auf einer zu niedrigen Temperatur (z) arbeiten, oder bei Rauchgaskanälen, in denen eine zu große Abkühlung auftritt.

Vor allem bei Heizölkesseln kann die Rostbildung ausgeprägt sein: Denn bei der Verbrennung von Heizöl wird der darin vorhandene Schwefel (höchstens 0,1 %) in Schwefeloxide umgewandelt. Bei der Kondensation des in den Rauchgasen vorhandenen Wasserdampfes wird hierdurch eine schwefelsaure Lösung gebildet, die den Stahl oder das Gußeisen stark angreift. So entstehen pulverartige Rostteilchen, deren Transport durch die Rauchgase leicht möglich ist.

Einmal in der Außenluft angelangt, wo sich die Rauchgasgeschwindigkeit vermindert, lagern sich diese festen Teilchen auf der Dachdeckung um den Rauchgaskanal herum ab, wo sie als rotbraune Flecken in Erscheinung treten. Wenn der Regen darauf fällt, können diese Flecken danach weggespült werden, wodurch bräunliche Streifen entstehen und die Teilchen auch auf weiter unten liegende Dachelemente gelangen können.

Falls die Dachdeckung oder die Dachteile (Kehlblach, Dachrinne, ...) aus bestimmten Metallen (z.B. Zink) bestehen, kann an dieser Stelle eine lokalisierte Korrosion als



1 | Braune Fleckenbildung auf einem Dach in der Nähe des Rauchgaskanals des Heizungskessels

Folge des Kontakts mit den Eisenoxiden entstehen (siehe Abbildung 2).

Ferner möchten wir darauf hinweisen, dass der Angriff der Metallteile des Kessels und/oder Rauchgaskanals schließlich unvermeidlich zu deren Ausfall führen wird.

Wie lässt sich dieses Phänomen vermeiden?

Um zu vermeiden, dass solche rotbraunen Streifen (und alle damit verbundenen Probleme) auftreten, muss man die folgenden Schritte unternehmen:

- Zuerst muss man dafür sorgen, dass es zu keiner weiteren Rostbildung kommt. Dazu muss man das Temperaturregime des Kessels kontrollieren und anpassen, falls es nicht den Vorschriften des Herstellers entspricht. Gegebenenfalls können spezifische Maßnahmen ergriffen werden, um die Rückkluftemperatur des Wassers zu erhöhen
- Nach dieser Anpassung muss der Kessel gründlich gereinigt werden, um alle noch vorhandenen Rostablagerungen zu entfernen
- Man muss ebenfalls kontrollieren, ob im Rauchgaskanal Elemente aus niedriglegierten Stahlelementen vorhanden sind.



2 | Lokalisierte Korrosion als Folge des direkten Kontakts zwischen Metalldachelementen und den Eisenoxiden

Wenn nach der Anpassung des Temperaturregimes des Kessels keine Gefahr mehr für eine Kondensationsbildung besteht (zu überprüfen mithilfe der Norm NBN EN 13384-1 oder einer darauf basierten Software), genügt es, die Stahlelemente zusammen mit dem Rest des Rauchgaskanals gut zu reinigen. Wenn die Gefahr einer Kondensation dagegen weiterhin bestehen bleibt, kann man entweder versuchen, den Rauchgaskanal zu isolieren oder ihn durch ein korrosionsbeständiges Material zu ersetzen (wir verweisen diesbezüglich auf die Empfehlungen der Tabelle 21 aus der TI 235). Eine dritte Möglichkeit besteht darin, den Rauchgaskanal nach der Reinigung mit einem Innenrohrsystem auszustatten, das über ein Qualitätslabel verfügt oder einer relevanten Norm entspricht

- Schließlich muss man noch die Reinigung des Dachs und die Instandsetzung oder den Ersatz der angegriffenen Teile durchführen. Da diese Instandsetzungsarbeiten sehr umfangreich sind, empfiehlt es sich, die oben erwähnten Probleme im Rahmen des Möglichen von Beginn an zu vermeiden. ■

I. De Pot, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB
K. De Cuyper, Ir., Ingenieur-Animator des Technischen Komitees Sanitär- und Industrieinstallationen, Gasanlagen, WTB

(i) Da Brennwertkessel gerade dafür ausgelegt sind, dass Wasserdampfkondensation entsteht, sind diese aus Werkstoffen gefertigt, welche korrosionsbeständig sind. Dies gilt gleichermaßen für die Rauchgaskanäle. Die Verwendung von Normalstahl ist in diesem Fall ausgeschlossen.
(z) Das erforderliche Temperaturregime ist vom Kesseltyp abhängig und muss beim Hersteller in Erfahrung gebracht werden.



Die NBN S 23-002 (Addendum 1) ist die derzeitige Referenznorm für die Berechnung von Glas und stammt aus dem Jahr 2007. In der kürzlich genehmigten europäischen Entwurfsnorm prEN 16612 wurden eine Reihe neuer Rechenmodelle für an vier Seiten aufliegende Verglasungen und für Verbundglas vorgestellt. Der belgische Glas-sektor hielt es ebenfalls für notwendig, einen nationalen Anhang (ANB) zur Ergänzung der europäischen Norm und des WTB-Berichts Nr. 11 zu verfassen.

Dies hat zur Entwicklung von zwei neuen Normen geführt: der NBN S 23-002-2, in der die Rechenprinzipien im Detail besprochen werden, und der NBN S 23-002-3, die die vorberechneten Tabellen für die Fassadenverglasungen, die der Windbelastung ausgesetzt sind, enthält. Ziel dieses Artikels ist es, eine vorberechnete Tabelle für Isolierdoppelverglasungen für Fassaden zu liefern. In der Langfassung dieses Artikels wird die Dimensionierungsmethode detailliert beschrieben und werden auch vorberechnete Tabellen für andere Situationen enthalten sein.

Anwendungsbeispiel

Hinsichtlich dieses Anwendungsbeispiels entschieden wir uns für verschiedene Aufbauten mit auf vier Seiten aufliegender Fassadendoppelverglasung. Für diese Situationen werden in der Rechenmethode folgende

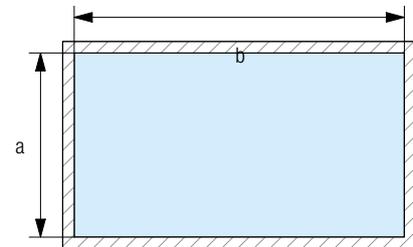
Belastungen berücksichtigt:

- die nach der Norm NBN EN 1991-1-4 und ihrem nationalen Anhang berechnete Windbelastung (siehe [Les Dossiers du CSTC 2010/4.3](#))
- die Luftdruckunterschiede innerhalb des Gaszwischenraums.

Die Daten aus Tabelle B ermöglichen es, das Risiko auf Glasbruch auszuschließen und die Verformung der Glasscheiben auf 1/200 der Überspannung zu begrenzen. Die Eigenfrequenz der Verglasung muss außerdem niedriger als 5 Hz sein.

In Tabelle A sind die maximalen Gebäudehöhen für die in Tabelle B betrachteten Verglasungen bei Nichtvorhandensein von Hindernissen (z.B. Vorhandensein eines hohen Nachbargebäudes) angegeben. Die Höhen sind bewusst begrenzt worden, und zwar auf 30 m in der Rauheitskategorie des Geländes IV (Stadt), bis 21 m in der Kategorie III

Neue Rechenmodelle für Isolierverglasung



Rechtwinklige, auf vier Seiten aufliegende Verglasung

(Vorstadtzone – Wald) und von 8 bis 16 m in der Kategorie II (Zone mit niedriger Vegetation). Denn diese Situationen entsprechen den Winddrücken, oberhalb derer es empfehlenswert ist, eine detaillierte Analyse der Projektbedingungen auszuführen.

In Tabelle B ist die Dicke der Glasscheiben (in mm) von außen nach innen angegeben. Es handelt sich hierbei um eine rechtwinklige, auf 4 Seiten aufliegende Verglasung, wobei ‚a‘ die kurze Seite und ‚b‘ die lange Seite bezeichnet.

Wir betrachten exemplarisch eine Doppelverglasung von 1,20 m Breite und 1,60 m Höhe, die an einer Fassade von einem im Zentrum von Brüssel gelegenen Gebäudes mit 20 m Höhe angebracht ist:

- Kontrolle der Anwendbarkeit der Tabelle: Die Lage des Gebäudes ermöglicht es, die Windgeschwindigkeit zu bestimmen, nämlich 25 m/s in Brüssel. In einer großen Stadt ist die Rauheitskategorie des Geländes gewöhnlich III oder IV. Unter diesen Umständen ist die Tabelle B jeweils für Gebäude mit einer Höhe bis 21 und 30 m gültig
- Ermittlung des Aufbaus der Isolierverglasung: Die Abmessung ‚a‘ beträgt 1,20 m, während das Verhältnis ‚b/a‘ gleich 1,33 ist. Anhand von Tabelle B kann man ableiten, dass jede der Glasscheiben eine Dicke von 6 mm haben muss. |

E. Dupont, Ing., stellvertretender Leiter des Dienstes Spezifikationen, WTB

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

L. Lassoie, Ing., stellvertretender Leiter der Abteilung Kommunikation und Verwaltung, WTB

A | Maximale Gebäudehöhen für die in Tabelle B betrachteten Verglasungen

Rauheitskategorien	Referenzwindgeschwindigkeit v_{bo} [m/s]			
	26	25	24	23
	Referenzhöhe (z_e) bis ...			
o Küstengegend	3 m	–	–	–
I Flachland	4 m	5 m	8 m	11 m
II Zone mit niedriger Vegetation	8 m	11 m	15 m	16 m
III Vorstadtzone – Wald	21 m	21 m	21 m	21 m
IV Stadt	30 m	30 m	30 m	30 m

B | Vordimensionierung mit einer Fassadendoppelverglasung

b/a [m]	a [m]								
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
1,00	4+4	4+4	4+4	4+4	5+4	5+5	5+5	6+5	6+6
1,10	4+4	4+4	4+4	5+4	5+4	5+5	6+5	6+6	8+5
1,20	4+4	4+4	4+4	5+4	5+5	6+5	6+6	6+6	8+5
1,30	4+4	4+4	5+4	5+5	6+4	6+5	6+6	8+5	8+5
1,40	4+4	4+4	5+4	5+5	6+5	6+6	8+5	8+5	8+6
1,50	4+4	5+4	5+4	5+5	6+5	6+6	8+5	8+6	8+8
1,60	4+4	5+4	5+5	6+4	6+6	8+5	8+5	8+6	8+8
1,70	4+4	5+4	5+5	6+5	6+6	8+5	8+5	8+8	8+8



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden.

Les Dossiers du CSTC 2014/3.6

Um das Tageslicht oder die Lüftungsstellen voll zu nutzen oder, ganz einfach, um Zugang zum Dach zu erhalten, ist es erforderlich, die Flachdächer mit Öffnungen zu versehen. Es lassen sich verschiedene Typen von Öffnungen unterscheiden: punktuelle oder durchlaufende Öffnungen (auch jeweils als Lichtkuppeln und Lichtstraßen bezeichnet), Rauchgasableitungsvorrichtungen, ... Lichtkuppeln, Lichtstraßen und andere Dachdetails sind Bauprodukte, für die die Leistungserklärung entsprechend dem Typ in Übereinstimmung mit der CE-Kennzeichnung erfolgt. Es bestehen demzufolge diverse Produktnormen und technische Zulassungsleitfäden. In diesem Artikel gehen wir näher auf die verschiedenen Kennwerte ein, die Gegenstand dieser Referenzdokumente sind.

Lichtkuppeln und Lichtstraßen: Bauprodukte

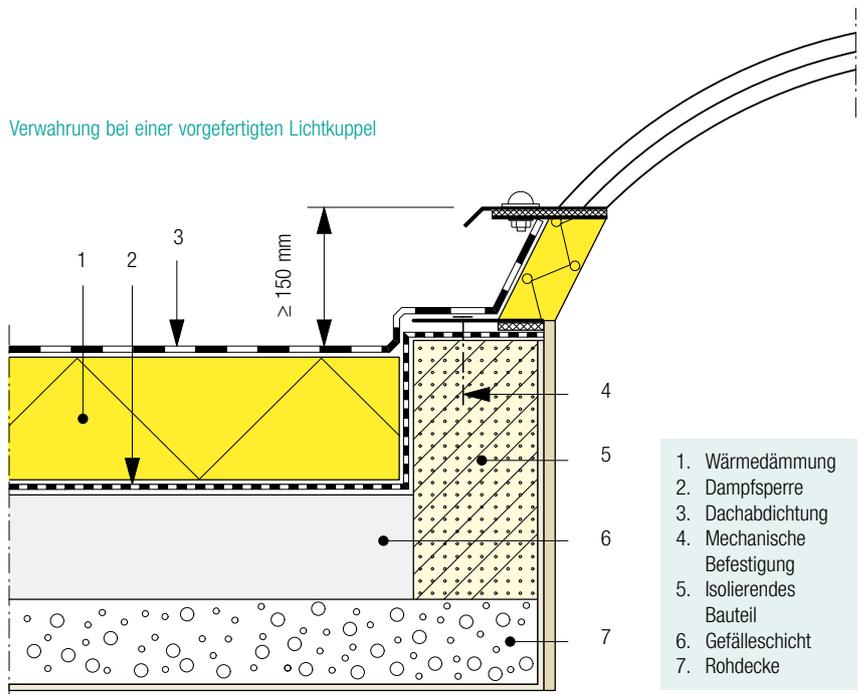
Die Montage von Lichtkuppeln und Lichtstraßen

Die Montagedetails für Lichtkuppeln und Lichtstraßen sind in der TI 244 enthalten, die den Anschlussdetails bei Flachdächern gewidmet ist.

Lichtkuppeln und Lichtstraßen sind mit Isolieraufkantungen versehen, um die Durchgängigkeit der Dämmung mit denen des Daches zu gewährleisten. Die Hersteller haben ebenfalls Lösungen entwickelt, um den wasser- und dampfdichten Anschluss mit dem Untergrund sicherzustellen. Die Verwahrungen, Aufkantungen und sonstigen Hilfsmittel, die mit der Montage der Lichtkuppeln und Lichtstraßen verbunden sind, werden auf der Dachdecke befestigt. Die Vereinbarkeit der Materialien und ihrer Befestigungstechniken (Kleber, Klebmittel, Heißschweißen, ...) muss validiert werden. ■

B. Michaux, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB

Verwahrung bei einer vorgefertigten Lichtkuppel



Leistungen	Lichtstraßen aus Kunststoff	Lichtkuppeln aus Kunststoff
Normativer Rahmen	Die Produktnorm NBN EN 14963 behandelt solche Lichtstraßen aus Kunststoff (aus glasfaserverstärktem Polyester (PRV), aus Polycarbonat (PC), aus Polymethylmethacrylat (PMMA), aus Polyvinylchlorid (PVC) ...), mit oder ohne Verwahrung.	Die Norm NBN EN 1873 ähnelt der Produktnorm für Lichtstraßen, auch wenn die Lichtkuppel mit einer Verwahrung versehen ist (siehe obige Abbildung).
	Sonstige Typen <ul style="list-style-type: none"> • Rauchgasableitungsvorrichtungen sind Gegenstand der Norm NBN EN 12101-2. • Für andere Sorten Lichtkuppeln und Lichtstraßen (hauptsächlich mit Füllelementen aus anderen Materialien) sind vorerst keine europäischen Produktnormen vorhanden. In dem Fall muss man daher den Zulassungsleitfaden ETAG 010 (www.eota.be) heranziehen. 	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite



Leistungen	Lichtstraßen aus Kunststoff	Lichtkuppeln aus Kunststoff
Widerstand gegen nach oben gerichtete (Wind-) und nach unten gerichtete (Schnee-) Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Es bestehen verschiedene Klassen für den Windwiderstand. Diese werden wie folgt bezeichnet: UL XXXX (wobei XXXX für den Druck – in N/m^2 – steht, dem die Lichtkuppel oder Lichtstraße standhält). • Für die nach unten gerichteten Belastungen werden die Klassen wie folgt bezeichnet: DL XXXX (wobei XXXX für den Druck – in N/m^2 – steht, dem die Lichtkuppel oder Lichtstraße standhält). • Obwohl die Klassen in beiden Produktnormen auf ähnliche Weise ausgedrückt werden, ist deren Niveau unterschiedlich. • Verformungen während der Druckprüfungen sind zulässig und die Klassen werden erreicht, wenn keine Beschädigungen oder Leistungsverluste während der Nutzung auftreten (Wasserdichtheit, Öffnung, ...). • Die bei den Prüfungen erreichten Leistungen sind von den Abmessungen der Elemente und den eingesetzten Materialien stark abhängig. Der Druck, dem die Lichtkuppel oder Lichtstraße standhält, kann zwischen 750 und mehr als 10.000 Pa variieren (vor allem bei kreisförmigen Lichtkuppeln, bei denen die Füllelemente dicker und steifer sind). 	
Wasserdichtheit	<p>Dieser Anforderung wird in der Praxis durch eine Beregnungsprüfung entsprochen, die während einer Stunde, ohne Druck und unter einem vom Hersteller festgelegten maximalen Gefälle erfolgt. Diesbezüglich gibt es eine Anzahl Dichtheitsniveaus, die nicht unterschritten werden dürfen. Die Erfahrung im Laboratorium zeigt, dass diese Anforderung in den meisten Fällen erfüllt wird, da das Prüfverfahren nicht streng ist.</p>	
Luftdichtheit	<ul style="list-style-type: none"> • Die Prüfungen werden genau so ausgeführt wie bei Fenstern und Fassaden, wobei Volumenstrom-Druckkurven mit Angabe des Überdrucks und Unterdrucks aufgenommen werden. Die Leistungen werden gewöhnlich in Form des Q_{50}-Volumenstroms (d.h. des Leckage-Volumenstroms bei 50 Pa) angegeben, ausgedrückt pro Oberflächen-Einheit des Dachelementes oder pro Längen-Einheit des Umfangs. • Die Hersteller haben Anstrengungen unternommen, um die Anschlüsse, die Dichtungsfugen und die Schließvorrichtungen der sich öffnenden Teile so anzupassen, dass gute Leistungen erreicht werden können. • Bei Lichtkuppeln und Lichtstraßen mit sich öffnenden Teilen haben der Typ und die Anzahl der Schließvorrichtungen einen wichtigen Einfluss auf die Leistungen. 	
Stoßfestigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Der Widerstand gegen harte Stöße (geprüft mithilfe von 250 g schweren Stahlkugeln, die aus einer Höhe von 1 m herunterfallen) wird als Kriterium (ja/nein) angegeben, während der Widerstand gegen weiche Stöße durch eine Klassifizierung SB XXXX angegeben wird (wobei XXXX für die Energie – in Joule – steht, mit der der 50-kg-Sack herunterfällt). Die meisten Hersteller geben an, dass die höchste Klasse (SB 1200) dem Herunterfallen eines Sacks von 50 kg aus einer Höhe von 2,4 m entspricht. • Wenn das Füllelement stoßempfindlicher ist, werden die Produkte entweder mit einem anderen Füllmaterial, das die Stöße aufnehmen kann, oder aber mit einem zusätzlichen Schutz (Gitter, ...) versehen. <p>Sonstige Typen Für Lichtkuppeln und Lichtstraßen aus Glas gilt weiterhin die Norm NBN S 23-002 für die Spezifikation der Verglasungsfestigkeitsklasse und des Personenschutzes. Hierzu muss man längs der Innenseite ein Verbundglas (vom Typ 1B1) vorsehen.</p>	
Wärmeleistungen	<p>Durch die Aufeinanderfolge von Füllelementen, Leichtbauplatten, Mehrkammerprofilen ... ist es möglich, eine Wärmedämmung U_w von weniger als $1 W/m^2K$ zu erreichen. Die Leistungen werden für die vollständige Lichtkuppel oder Lichtstraße berechnet (Füllelement + Verwahrung).</p> <p>Sonstige Typen Für sonstige Typen von Lichtkuppeln und Lichtstraßen, bei denen die Verglasung als Füllelement fungiert, werden die Leistungen durch den Einsatz einer Doppel- oder Dreifachverglasung sichergestellt.</p>	
Lichttransmission und Tageslichtverwaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Für durchsichtige Platten können verschiedene Leistungen angegeben werden: der Gesamt-Lichttransmissionsgrad ($\tau_{0,65}$) (vor und nach der Alterung), die Variation des Gelbindex ΔYI mithilfe eines Spektrometers und die mechanische Dauerhaftigkeit (Entwicklung des Elastizitätsmoduls, ...). • Wir möchten daran erinnern, dass die Füllelemente aus Kunststoff für UV-Strahlung empfindlich sein können. Deshalb bringen bestimmte Hersteller eine Schutzschicht auf PCA- und ähnlichen Platten auf. <p>Sonstige Typen Für Lichtkuppeln und Lichtstraßen, bei denen die Verglasung als Füllelement fungiert, ist es der Glashersteller, der die Werte für die Lichttransmission und den Sonnenfaktor angibt.</p>	
Brandverhalten/Feuerwiderstand	<p>Die Brandverhaltensklassen werden gemäß der Norm NBN EN 13501-1 und die Feuerwiderstandsklassen gemäß der Norm NBN EN 13501-2 angegeben.</p> <p>Sonstige Typen Bei Rauchgasableitungsvorrichtungen muss nicht nur der Betrieb unter Belastung und bei niedriger oder hoher Temperatur validiert werden, sondern auch der Widerstand gegen Vibrationen aufgrund von Wind sowie die Zuverlässigkeit.</p>	

Holz ist ein hygroskopisches Material, das sich an die hygrothermischen Bedingungen seiner Umgebung (d.h. besonders an die relative Feuchtigkeit) anpasst und das auch Dimensionsänderungen unterliegt. Extreme Werte und schnelle Änderungen der relativen Feuchtigkeit und Temperatur haben daher einen negativen Einfluss auf den Holzbodenbelag (Bewegungen, Verformungen, Rissbildung). Um diese Erscheinungen zu beschränken, wird empfohlen, ein günstiges Raumklima sowohl vor, während als auch nach der Verlegung des Parketts sicherzustellen.

In diesem Kontext empfiehlt die TI 218 ‚Revêtements de sol en bois. Planchers, parquets et revêtements de sol à plaquage‘, die relative Feuchtigkeit der Innenluft auf 30 bis 60 % bzw. vorzugsweise auf 40 bis 55 % zu begrenzen (die Grenzwerte dürfen nicht über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden), und zwar bei einer Lufttemperatur von ca. 20 °C.

Die Verwaltung und die Aufrechterhaltung eines günstigen Raumklimas sind von mehreren Faktoren abhängig. So kann die Nutzung einer Heizung oder eines Lüftungssystems zu einem trockeneren Raumklima in der Wohnung führen. Um während der Heizperiode ein günstiges Raumklima aufrechtzuerhalten, empfiehlt es sich, die Einstelltemperatur auf 20 bis 22 °C zu begrenzen und die Lüftungsvolumenströme an die Bedürfnisse anzupassen. Bei Vorhandensein einer Fußbodenheizung muss die Oberflächentemperatur des Holzbodenbelags ebenfalls auf maximal 28 oder 29 °C begrenzt bleiben. Eine Erhöhung der Einstelltemperatur kann eine beträchtliche Senkung der relativen Feuchtigkeit (< 30 %) und eine Zunahme der Verformungen zur Folge haben (Krümmung, Öffnung der Fugen), die nicht rückgängig zu machende Schäden verursachen (Ablösung, Bruch des Untergrunds, ...).

Aufgrund ihres Betriebs erzeugt die Fußbodenheizung einen Temperatur- und vor allem einen Feuchtigkeitsgradienten im Holzbodenbelag. Dies ist auch der Grund dafür, warum die Inbetriebnahme einer Fußbodenheizung – bei einer äquivalenten relativen Feuchtigkeit im Raum – zu größeren Bewegungen und Verformungen führt (dies gilt insbesondere für die Krümmung und die Öffnung der Fugen zwischen den Parkettstreifen). Die diesbezüglichen Toleranzen aus der TI 218 können in diesem Zusammenhang angewendet werden, um ein Urteil über die Akzeptanz dieser Erscheinungen zu fällen. So wird eine Fugenöffnung und eine Krümmung, die auf 1 % der Breite der Dielen begrenzt bleibt, als akzeptabel betrachtet. Für eine 15 cm breite Diele stimmt dies mit



1 | Verlegung eines eichenen Lamarketts auf einem Unterparkett

einer Fugenöffnung und einer Krümmung von 1,5 mm überein.

Der Feuchtigkeitsgradient ist vor allem während der ersten Tage nach der jährlichen Inbetriebnahme der Fußbodenheizung sehr ausgeprägt. Denn aus Prüfungen, die das WTB durchgeführt hat, geht hervor, dass der Feuchtigkeitsgradient und die damit einhergehenden Holzbewegungen, die bei einem stationären Betriebszustand durch die Fußbodenheizung verursacht werden, vernachlässigbar sind.

Um diesen Gradienten zu begrenzen, ist es besser, einen kontinuierlichen Heizbetrieb vorzusehen als eine Heizung, die regelmäßig unterbrochen wird. Ferner muss man bei der jährlichen Inbetriebnahme darauf achten, dass die Wassertemperatur allmählich erhöht wird.

Wir möchten darauf hinweisen, dass der Heizungstechniker und der Parkettleger hierüber korrekt informiert werden müssen. Denn es ist nur so möglich, dass diese Letzteren zu einem guten Entwurf und einer effizienten Installation einerseits und zu einer geeigneten Parkett-Kleberkombination kommen.

Neben der Verwaltung und der Aufrechterhaltung eines günstigen Raumklimas lassen sich

Sind Parkett und Fußbodenheizung vereinbar?

noch eine Anzahl zusätzlicher Empfehlungen formulieren, um die Verformung der Elemente des Holzbodenbelags bei Vorhandensein einer Fußbodenheizung im Rahmen des Möglichen zu begrenzen. Diese Empfehlungen werden in den folgenden Absätzen erläutert.

Untergrund

Bei der Verlegung des Bodenbelags muss der Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs auf 2 % für Estriche auf Zementbasis und auf 0,6 % für Estriche auf Anhydritbasis begrenzt bleiben.

Wenn das Heizungssystem in den Estrich eingebettet ist, wird empfohlen, eine Mörtelschicht von mindestens 5 cm Dicke oberhalb des Heizelements (Rohr, Kabel) vorzusehen.

Der Estrichtyp (traditioneller zementgebundener Estrich, schnelltrocknender Estrich oder flüssiger anhydritgebundener Estrich) hat keinen Einfluss auf das Verhalten des Holzbodenbelags, denn die Wärmeübertragung ist identisch. Diese Feststellung gilt jedoch nur, wenn der Estrich nach den Regeln für die fachgemäße Ausführung realisiert wird (besonders während der Verdichtungsphasen) und die Rohre durch eine ausreichend dicke Schicht umhüllt werden.



Nach der Trocknung des Estrichs muss man diesen auf Temperatur bringen, indem man die Temperatur systematisch um 5 °C erhöht, bis man eine Oberflächentemperatur von 29 °C erreicht. Diese Temperatur muss mindestens während 5 Tage aufrechterhalten werden. 48 Stunden vor der Verlegung des Bodenbelags muss die Heizung ausgeschaltet oder auf eine niedrige Temperatur eingestellt werden (Oberflächentemperatur von 15 °C). Die Temperatur darf erst drei Tage nach der Verlegung des Bodenbelags wieder um maximal 5 °C pro Tag erhöht werden.

Verlegungsweise

Um die optimale Wärmeübertragung durch Wärmeleitung von der Heizung über den Bodenbelag auf die Innenumgebung zuzulassen, wird nur eine geklebte (oder geklebte und genagelte) Verlegung empfohlen (siehe Abbildung 1). Von einer Verklebung mit Klebeschürfen wird wegen der vorhandenen Luftschichten unter dem Bodenbelag abgeraten, denn dadurch nimmt der Wärmewiderstand des Aufbaus zu.

Für eine Verlegung oberhalb einer Fußbodenheizung kann ein steifer oder elastischer Kleber (siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/2.7](#)) verwendet werden.

Ein steifer Kleber (Dispersionskleber, Zweikomponenten-Polyurethankleber) ermöglicht es, die Holzbewegungen einzuschränken, belastet aber dafür den Untergrund umso mehr. Unter extremen Bedingungen kann dies zum Ablösen des Parketts führen (siehe Abbildung 2) und/oder zum Bruch im Untergrund. Die Verwendung dieses Klebertyps erfordert folglich einen leistungsfähigen Untergrund (minimale Kohäsion von 0,8 N/mm²).

Ein elastischer Kleber (STP-Kleber, MS-Polymerkleber, ...) begrenzt die Spannungen, lässt aber größere Holzbewegungen zu. Je elastischer der Kleber ist, desto größer werden die Bewegungen und die Verformungen des Holzes, woraus eine gewisse Störung der Ästhetik resultiert. Bei Vorhandensein

von Dielen mit einem großen (> 10) Schlankheitsfaktor (Verhältnis von Breite zu Dicke) kann ein sehr elastischer Kleber dann auch zu Verformungen führen (Krümmung, Öffnung der Fugen; siehe Abbildung 3), die die zulässigen Kriterien der [TI 218](#) überschreiten, ohne notwendigerweise mit nicht umkehrbaren Verformungen einherzugehen. Wenn das Raumklima wieder günstiger wird, nehmen die Dielen gewöhnlich erneut ihre normale Position ein. Wenn man diesen Klebertyp nutzen möchte, muss man den Bauherrn darüber informieren, dass die Holzbewegungen stärker auffallen werden.

Wir möchten ebenfalls darauf hinweisen, dass der Einfluss der Steifheit oder Elastizität des Klebers weniger groß sein wird, wenn der verwendete Holzbodenbelag eine größere Dimensionsstabilität aufweist.

Holzbodenbelag

Stabile Holzarten genießen bei der Nutzung als Holzbodenbelag den Vorzug.

Nach Möglichkeit soll man sich für Dielen entscheiden, die im Riffschnitt oder Halbriffschnitt hergestellt wurden. Von der Verwendung von Holz mit einer unregelmäßigen oder anormalen Faserrichtung wird abgeraten.

Bei der Verlegung soll das Holz im Idealfall einen Feuchtigkeitsgehalt von 9 bis 10 % haben.

Bei Dielen aus Massivholz sollte der Schlankheitsfaktor zwischen 4 und 10 liegen. Dieser Faktor ist hauptsächlich von der Dimensionsstabilität der Holzart, von deren Nervosität, von deren Qualität und von der Schnittweise abhängig. Für stabilere Holzbodenbeläge, wie z.B. bestimmten mehrschichtigen Parketten (siehe weiter unten), kann man ein höheres Verhältnis in Erwägung ziehen.

Die maximale Dicke (einschließlich des eventuellen Unterparketts) von Bodenbelägen aus Laubholz muss auf 22 mm begrenzt werden ($\lambda_{\text{Laubholz}}$ ca. 0,17 W/mK). Für Bodenbeläge aus

Nadelholz ($\lambda_{\text{Nadelholz}}$ ca. 0,12 W/mK) sollte die maximale Dicke 15 mm betragen.

Die Verwendung von mehrschichtigem Parkett könnte eine gute Lösung darstellen, sofern die Qualität des Produkts experimentell nachgewiesen wurde. Bei einem identischen Schlankheitsfaktor kann mehrschichtiges Parkett eine Dimensionsstabilität aufweisen, die bis zweimal größer ist als bei einem Massivparkett oder einem Lamparkett, das auf einem Unterparkett geklebt und genagelt verlegt wurde. Diese Feststellung trifft jedoch nur für mehrschichtiges Parkett zu, von dem die Qualität experimentell nachgewiesen wurde. Denn aus der Erfahrung und unseren Kontakten mit den Fachleuten aus dem Sektor hat sich ergeben, dass die Qualität von mehrschichtigem Parkett, das gegenwärtig im Handel ist, sehr wechselhaft ist. Dies betrifft vor allem die Verklebung der Deckschicht auf den Kern der Platte. In einem folgenden Artikel wird näher auf diese Problematik sowie auf die Notwendigkeit der Definition von Leistungskriterien eingegangen werden. Ein Lamparkett mit einer geklebten und genagelten Verlegung auf einem Unterparkett gestattet in der Regel die Einhaltung der Toleranzen.

Indem die Ränder der Parkettstreifen abgeschragt werden, kann die Störung der Ästhetik als Folge der Fugenöffnung zwischen den Dielen in Grenzen gehalten werden (siehe Abbildung 3).

Oberflächenbehandlung

Die Geschwindigkeit des Feuchtigkeitsaustausches zwischen dem Holz und der Innenumgebung kann variieren, je nachdem, ob der Holzbodenbelag versiegelt, geölt oder gewachst wurde. Die WTB-Mitarbeiter haben allerdings die Erfahrung gemacht, dass dieser Aspekt verglichen mit den vorhergehenden Parametern vernachlässigbar ist. ■

S. Charron, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Holz und Coatings, WTB
C. Delmotte, Ir., Leiter des Laboratoriums Luftqualität und Lüftung, WTB

2 | Haftungsbruch zwischen dem steifen Kleber und dem Untergrund durch zu trockene Umgebungsbedingungen



3 | Die Fugenöffnung fällt mehr auf, wenn keine Abschrägung vorhanden ist



Auf Initiative der Technischen Komitees Stein und Marmor und Harte Wand- und Bodenbeläge hat das WTB eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, die eine Technische Information vorbereitet, welche den Außenterrassen auf ebenerdigen Boden gewidmet ist. Ziel dieses Artikels ist es, eine der Verlegungstechniken, die im Zusammenhang mit Außenböden gewählt werden können, näher zu betrachten: die Verlegung auf Plattenhaltern.

Verlegung von Außenböden auf Plattenhaltern:

Vor- und Nachteile

1 Vorteile

Bei dieser Technik wird der Bodenbelag auf Plattenhaltern gelegt, wobei die Fugen zwischen den Bodenelementen offen gelassen werden, um die Ableitung des Regenwassers zu ermöglichen.

Diese Plattenhalter bestehen im Allgemeinen aus Kunststoff und können eine feste oder einstellbare Höhe aufweisen. Plattenhalter mit einer einstellbaren Höhe gestatten es, das Gefälle der Rohdecke oder deren Ebenheitsmängel auf einfache Weise auszugleichen. Wir möchten darauf hinweisen, dass es bei bestimmten Plattenhaltern möglich ist, die Höhe im Nachhinein ohne Demontage des Plattenbelags durch Einstellen zu ändern. Wieder andere Plattenhalter verfügen über einen verstellbaren Kopf oder Fuß oder lassen es zu, die Höhe der Platten, die sie unterstützen, getrennt einzustellen. Die Verlegung auf Plattenhaltern aus Mörtel, die im Allgemeinen an ihrem Ort durch steife stapelbare Kunststoffelemente, welche als verlorene Schalung fungieren, gehalten werden, wird manchmal aus wirtschaftlichen Erwägungen gewählt; sie bietet aber keine Möglichkeit, die Höhe später anzupassen.

Die Nennbreite der Fugen liegt gewöhnlich bei etwa 5 mm, kann aber entsprechend den Dimensionstoleranzen für die verlegten Platten und den Wünschen des Bauherrn kleiner oder größer sein.

Bei Natursteinplatten wird die Dicke meistens



Quelle: AMB Carrelages

1 | Beispiel für ein Bodensystem auf Plattenhaltern

mit der Formel aus der Norm NBN EN 1341 berechnet. Die darin vorgestellte vereinfachte Vorgehensweise ermöglicht es, die Dicke von quadratischen oder rechteckigen Natursteinplatten zu bestimmen und gilt für Platten, die maximale Abmessungen von 900 x 900 mm aufweisen. Die nachstehende Tabelle gibt die empfohlene Mindestdicke von einer Anzahl Natursteintypen wieder, und zwar für Platten mit einem gängigen Format, die für eine Belastung durch Fußgänger und Radfahrer bestimmt sind. In der Praxis wird im Allgemeinen von einer Mindestdicke von 4 cm für Kalkstein und von 3 cm für Granit ausgegangen.

Bei Platten aus Beton oder keramischem Material obliegt es dem Hersteller, die Dicke der Platten in Abhängigkeit von ihren Abmessungen zu ermitteln. Für Platten aus Beton liegt die Dicke im Allgemeinen zwischen 30 und

60 mm, während keramische Platten meistens eine Dicke von etwa 20 mm aufweisen.

Eine Verlegung auf Plattenhaltern bietet die folgenden Vorteile:

- Im Gegensatz zu einer Verlegung mit geschlossenen Fugen besteht durch das Vorhandensein der offenen Fugen keine Gefahr der Rissbildung
- Dadurch, dass es keinen Kontakt mit einem Verlegemörtel gibt, lässt sich die Bildung von Kalkausblühungen oder Kalkablagerungen vermeiden
- Aufgrund dessen, dass sich die Platten zerstörungsfrei demontieren lassen, können diese ggf. wiederverwendet werden und hat man auf Balkonen und Dachterrassen leicht Zugang zur Dichtungsmembran und zu den Einlaufrohren (Erleichterung der Instandhaltung, der eventuellen Lecksuche, ...)
- Der Höhenunterschied zwischen dem Plattenboden und der Schwelle der Türen und Fenstertüren lässt sich kleiner ausführen.

2 Nachteile

Die seltenen Schadensfälle, die uns im Zusammenhang mit diesem Verlegungssystem gemeldet wurden, beziehen sich auf die Bewegung von bestimmten Platten in Bezug auf ihre Halter, das zeitliche Verhalten von bestimmten Plattenböden aus Naturstein, eine

Berechnung der empfohlenen Mindestdicke in Abhängigkeit von der Natursteinsorte und dem Plattenformat

Steinsorte	Quadratisches Format		Rechteckiges Format	
	Bis 60 x 60 cm	Von 60 x 60 bis 90 x 90 cm	Bis 30 x 60 cm	Von 30 x 60 bis 45 x 90 cm
Kompakter Kalkstein vom Typ Blaustein ($R_f = 12,3 \text{ N/mm}^2$)	36 mm	39 mm	51 mm	55 mm
Schiefer ($R_f = 16,5 \text{ N/mm}^2$)	31 mm (*)	34 mm (*)	44 mm (*)	48 mm (*)
Granit ($R_f = 22 \text{ N/mm}^2$)	27 mm	29 mm	38 mm	41 mm

(*) Die so berechnete Dicke reicht nicht aus, um der Spaltung von Steinsorten mit einer ausgesprochenen Schieferbildung entgegenzuwirken (siehe § 2.4).



gewisse Fleckenbildung und das Auftreten von Wasseransammlungen in Höhe der Ecken. Bei einer beschränkten Anzahl von Dachterrassen, die sich auf einem hohen Gebäude oder in dessen Umgebung befanden, wurde ebenfalls von einer Anhebung und Verlagerung der Platten auf den Plattenhaltern berichtet. Dies weist auf die Notwendigkeit hin, in solchen Fällen die Windstabilität zu überprüfen.

2.1 Bewegung von bestimmten Platten

Die Ebenheitstoleranzen für Platten aus Naturstein, keramischem Material und Beton sind jeweils in den Normen NBN EN 1341, NBN EN 14411 und NBN B 21-211 enthalten. Je nach Typ und den Abmessungen der betreffenden Platten, wird im Allgemeinen eine Ebenheitsabweichung von 2 bis 3 mm zugelassen.

Bei einer geklebten Verlegung oder einer Verlegung in einem Mörtelbett äußern sich die etwaigen Ebenheitsabweichungen gewöhnlich durch kleine Höhenunterschiede zwischen den Platten (siehe [TI 213](#) und [TI 237](#)).

Bei einer Verlegung auf Plattenhaltern können sich die Ebenheitsabweichungen in Form einer Verwerfung (Verformung durch Torsion) manifestieren, die dazu führt, dass die Platten nicht länger ordnungsgemäß auf ihren vier Ecken aufliegen. Dadurch können die Platten anfangen, sich in Bezug auf die Plattenhalter zu bewegen. In dem Fall muss man die Ecken der Platten zur Stabilisierung mithilfe eines schmalen Streifens aus Kunststoff auf das gleiche Niveau bringen oder man muss Plattenhalter vorsehen, von denen jede Ecke einzeln verstellbar ist.

2.2 Farbtonunterschiede zwischen den Ecken und der Mitte der Platten

Bei bestimmten Kalkstein- oder Granitplatten, die auf Plattenhalter aus Mörtel gelegt werden, stellt man manchmal eine Verdunklung in Höhe der Ecken fest. Dieses Phänomen tritt vor allem bei Platten mit einem hellen Farbton auf.

Durch den örtlichen Kontakt mit dem Mörtel in Höhe der Plattenhalter bleiben die Platten an ihren Ecken feuchter, woraus alle Farbtonunterschiede resultieren.

Bei fleckenempfindlichen Steinsorten, die di-

rekt mit dem Mörtel in Kontakt kommen, kann dieser – sogar teilweise – Kontakt für eine bräunliche Verfärbung verantwortlich sein, die in Höhe der Plattenecken konzentriert ist.

Man muss daher bei Platten, die für ihre Fleckenempfindlichkeit bekannt sind, aufpassen, dass es zu keinem direkten Kontakt mit den Plattenhaltern aus Mörtel kommen kann.

2.3 Bruch von Platten mit einer heterogenen Struktur

Alle Natursteintypen können strukturelle Schwächungen aufweisen, die auf ihre geologische Formation zurückzuführen sind. Bei bestimmten Natursteinplatten können diese Schwächungen, wenn sie Biegekräfte ausgesetzt sind, dermaßen globale und umfangreiche Ausmaße annehmen, dass deren Verwendung auf Plattenhaltern – sogar für Innenanwendungen – ausgeschlossen ist. Dies gilt besonders für Breccien, wie z.B. Crema Marfil, Marron Emperador und bestimmten roten, rosa oder grauen ‚Marmorsteinen‘. Bei diesen Steinsorten tut man sogar bei einer traditionellen Verlegung gut daran, ein Verstärkungsnetz auf die Rückseite zu kleben.

Andere nichtfrostbeständige Steinsorten können Mängel aufweisen, wie z.B. Mikrorisse, die mit der Abkühlung der vulkanischen Gesteine zusammenhängen (z.B. G684-Twilligh, siehe [TI 228](#)), das Vorhandensein von Klüften (das sind sehr feine, schlecht geschweißte Brüche, die mit dem bloßen Auge schwer sichtbar sind), bestimmte schlecht gefüllte Adern in sedimentären Gesteinen (z.B. Steine von Vinalmont, siehe [TI 163 – Anhang 2](#)) oder das Vorhandensein von feinen schwarzen Adern (z.B. Kalkstein von Tourmai, siehe [TI 163 – Anhang 1](#)). Durch diese Mängel können diese Steinsorten örtlich sehr brüchig werden. Deren Verwendung sollte daher nicht für eine Verlegung auf Plattenhaltern ausgewählt werden, da die Platten, wenn sie einer großen Biegekraft ausgesetzt werden, zusammenbrechen könnten, es sei denn, dass im Steinbruch eine gründliche Auswahl durchgeführt wird, wodurch man diesen Verlegungstyp durchaus in Erwägung ziehen könnte (was normalerweise in Steinbrüchen, die über eine ATG verfügen, der Fall ist).

Wir möchten darauf hinweisen, dass das Vorhandensein von Adern in den meisten Kalksteinsorten (belgischer Blaustein, Longpré-Stein, ...) gewöhnlich keine nennenswerten

Probleme mit sich bringt. Diese Adern sind im Allgemeinen optimal geschweißte und stellen demzufolge keine Materialschwächung dar.

2.4 Schichtspaltung von Schieferplatten

Schieferplatten oder Platten mit einer ausgesprochenen Schieferbildung (Phyllad, Argillit, Schiefergestein, ...) weisen häufig eine Schichtspaltung in der Dicke auf. Diese Spaltung tritt in Höhe einer Hauptspaltfläche auf (die sich gewöhnlich zwischen 15 und 18 mm befindet). Es besteht somit eine Unangemessenheit zwischen der maximal zulässigen Dicke für diesen Materialtyp und der Dicke, die gemäß den Rechenregeln aus der oben gegebenen Norm NBN EN 1341 berechnet wurde. Was eine Verlegung auf Plattenhaltern angeht, wird von der Verwendung von solchen Platten abgeraten, da die erforderliche Dicke in dem Fall viel größer sein würde, als die, die für die Steinstruktur empfohlen wird.

2.5 Beschädigung von dicken Kalksteinplatten durch Forst

Manchmal stellt man bei dicken auf Plattenhaltern verlegten Kalksteinplatten eine oberflächliche Absplitterung fest, die für Frostschäden symptomatisch ist und dies, obwohl diese Verlegungsweise die Platten *a priori* gegen das Vorhandensein von Feuchtigkeit und so auch gegen eine Frostexposition schützen müsste.

Dieses Phänomen lässt sich auf unterschiedliche Weise erklären:

- Durch das Auftreten von Spannungen, die aus einem Temperaturunterschied zwischen der Außenfläche und dem Kern der Platten resultieren (und die zu Schubspannungen in den Platten führen können)
- Durch das Vorhandensein von Restfeuchtigkeit im Falle von leicht konkaven Platten oder von Platten mit einem unzureichenden Gefälle.

Dieses Schadensbild scheint vor allem bei Kalkstein vorzukommen, bei dem die geologische Formation häufiger zu Heterogenitäten im Stein führt. Diese Letzteren können sich in Form einer geänderten Porosität oder Porengröße äußern, wodurch der Stein – sogar bei einer geringen Exposition – frostempfindlicher werden kann. Gegenwärtig läuft eine Untersuchung, deren Ziel es ist, die Einflussfaktoren für diese Schäden zu identifizieren. **I**



Die TI 159 war mehr als 25 Jahre lang das Referenzdokument für Malerarbeiten von Gebäuden. Durch die Verfügbarkeit von neuen Endbearbeitungsprodukten, die Entwicklung von Aufbringungstechniken und die Einschränkungen, die durch die neuen Umweltverordnungen auferlegt werden, war jedoch für dieses Dokument eine Aktualisierung nötig. Nach Jahren der Rücksprache mit und der Informationserfassung bei den Fachleuten aus dem Sektor, wurde die überarbeitete Fassung dieses Dokuments, die TI 249, endlich publiziert.

Die TI 249, eine neue TI für Malerarbeiten

Die neue TI hat gleiche allgemeine Struktur wie die vorige Fassung. Die Tabellen mit Verfahren für die Vorbereitung des Untergrunds und das Anbringen der Oberflächenbehandlung bilden noch stets den Kern des Dokuments. Diese neue Fassung enthält jedoch auch zahlreiche Hinzufügungen, die den derzeitigen Fragen des Sektors entsprechen.

Die TI 249 beschreibt einen, zwei oder drei Ausführungsgrade für Farbsysteme, und zwar je nach Untergrund und Behandlungstyp (siehe Tabelle A). Diese können ein Hilfsmittel für das Verfassen von Lastenheften sein. So wird für jeden Untergrund ein Ausführungsgrad definiert, der bei fehlenden Vorschriften in den Vertragsdokumenten gilt. Im Falle des Ausführungsgrads I wird der Untergrund gewöhnlich nicht korrigiert. Beim Ausführungsgrad II werden die Unebenheiten (Löcher, Grate, Risse, ...) lokal entfernt. Im Falle des Ausführungsgrads III wird der Untergrund vollständig gespachtelt. Die TI hebt den Umstand hervor, dass diese Spachtelschicht den Untergrund tatsächlich glatt machen kann, dass sie aber – wegen ihrer geringen Dicke – nicht imstande ist, die globale Ebenheit des Untergrunds zu verbessern.

Um die immer strengeren Anforderungen an das Aussehen erfüllen zu können, werden auch eine Reihe von Empfehlungen für den Zustand des Untergrunds gegeben. Diese Empfehlungen sind für Maler besonders wichtig, da sie sowohl die Maß- als auch die Aussehensabweichungen definieren, die – vor dem Beginn der Malerarbeiten – vom Auftraggeber bei der Abnahme des Untergrunds berücksichtigt werden müssen (siehe Tabellen B und C).

Neben einer Beschreibung der neuesten Innovationen innerhalb des Farbsektors ent-

A | Erforderliche Arbeiten für die drei Ausführungsgrade beim Streichen eines Innenputzes

Typ	Vom Maler auszuführende vorbereitende und Fertigstellungsbehandlungen	Ausführungsgrad		
		I	II (°)	III
Innenputze	1. Bürsten und/oder Entstauben	X	X	X
	2. Glätten und/oder Entgraten		X	X
	3. Verschließen und örtliches Nacharbeiten		X	X
	4. Gesamte Fläche spachteln			X
	5. Schleifen und Entstauben			X
	6. Grundierung	X	X	X
	7. Zusätzliches örtliches Spachteln (wo nötig)		X	
	8. Schleifen und Entstauben (an den zusätzlich gespachtelten Stellen)		X	
	9. Grundanstrich (an den zusätzlich gespachtelten Stellen)		X	
	10. Zwischenschicht		(?)	X
	11. Deckschicht	X	X	X

(°) Ausführungsgrad als Vorgabe (bei fehlenden anderslautenden Vorschriften im Lastenheft).
(?) Eine Zwischenschicht kann je nach Farbe und Art des Untergrunds erforderlich sein. Diese Behandlung wird in Absprache mit dem Vorschreiber ausgeführt.

hält die TI auch eine Reihe von Empfehlungen bezüglich einiger häufig wiederkehrenden oder neuen Probleme (Überstreichen von Kitzen, ...). So gibt sie Anweisungen für die Wahl des Farbsystems für nachträglich gedämmte Hohlwände. Die TI gibt beispielsweise an, dass die Fassaden, von denen der Hohlraum vollständig mit einem Dämmstoff ausgefüllt ist – wodurch jede Möglichkeit zur Lüftung des Hohlraums verhindert wird – mit einem ausreichend wasserdampfdurchlässigen Farbsystem (z.B. bestimmte Siloxan- oder Silicatfarben) mit einem Sd-Wert von kleiner als oder gleich 0,05 m behandelt werden dürfen.

Schließlich liefert die TI dem Maler und dem Auftraggeber einige praktische Hilfsmittel. Es handelt sich dabei unter anderem um eine Beschreibung der Arbeiten, die nicht zum normalen Aufgabenpaket des Malers

gehören (z.B. das Füllen der Schraubenlöcher bei Holzuntergründen), um eine Übersicht der hauptsächlichen Pathologien und der diesbezüglichen möglichen Lösungen, um die Vorteile von den und die zu beachtende Punkte für die verschiedenen Farben und um eine Tabelle, die ein globales Bild von der Vereinbarkeit zwischen den verschiedenen Bindemitteln liefert.

Dieses Dokument bildet somit das neue Referenzdokument für alle Bauunternehmer, die Malerarbeiten in Gebäuden ausführen. ■

E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Holz und Coatings, Technologischer Berater, V. Pollet, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Materialien, Technologie und Hülle, und W. Van de Sande, Ing., Leiter der Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

B | Ebenheitstoleranzen für Innenputze

Ausführungs-klasse	Kontrolle mit dem Lineal von ...	
	0,2 m	2 m
Normale Ausführungs-klasse (°)	2,0 mm	5,0 mm
Spezielle Ausführungs-klasse (°)	1,5 mm	3,0 mm

(°) Die normale Ausführungs-klasse gilt bei fehlenden anderslautenden Vorschriften in den Vertragsdokumenten.
(°) Die spezielle Ausführungs-klasse muss vorgeschrieben werden, wenn man für den Anstrich den Ausführungsgrad III erreichen möchte.

C | Zulässige Unregelmäßigkeiten für Innenputze je nach ihrem Behandlungsgrad

Behandlungsgrad	Beschreibung
Normaler Behandlungsgrad (°)	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Unregelmäßigkeiten (°) pro Oberfläche von 4 m² • 2 Welligkeiten pro 2 m Länge
Spezieller Behandlungsgrad (°)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Unregelmäßigkeiten pro Oberfläche von 4 m² • 2 Welligkeiten pro 2 m Länge

(°) Der normale Behandlungsgrad gilt bei fehlenden anderslautenden Vorschriften in den Vertragsdokumenten.
(°) Diese Unregelmäßigkeiten können in Form von örtlich unregelmäßig polierten Zonen von maximal 0,5 dm² auftreten, oder in Form von Glattscheibenstrichen oder Sandkörnern.
(°) Der spezielle Behandlungsgrad muss vorgeschrieben werden, wenn man für den Anstrich den Ausführungsgrad III erreichen möchte.



Das Kombinieren einer Luft-Wasserwärmepumpe mit einem Gaskessel ist eine Technik die gegenwärtig im Brennpunkt des Interesses steht. Denn durch diese Arbeitsweise kann man bei der Wärmeerzeugung in jedem Moment den geeignetsten Erzeuger in Bezug auf die Verbrauchskosten oder die Energieeffizienz wählen. Die Energieleistungen dieser hybriden Erzeuger sind von dem Abgabesystem, dem Entwurf, der Regelung und den spezifischen Leistungsmerkmalen der Wärmepumpe und des Heizkessels abhängig.

Hybride Wärmeerzeuger:

bessere Leistungen durch das Kombinieren der Vorteile der Wärmepumpe und des Gaskessels

Energieleistungen

Der ‚Coefficient Of Performance‘ (COP) einer Wärmepumpe ist das Verhältnis der von der Wärmepumpe erzeugten Wärme zu der von der Wärmepumpe verbrauchten Elektrizität. Eine Wärmepumpe, dessen COP gleich 3 ist, liefert 3 Einheiten Wärme pro Einheit verbrauchter elektrischer Energie.

Um den Wirkungsgrad der Wärmepumpe mit dem des Gaskessels vergleichen zu können, muss der Elektrizitätsverbrauch in Primärenergie umgewandelt werden. Bei dem PEB-Rechenverfahren geht man davon aus, dass der belgische Elektrizitätspark einen mittleren Erzeugungswirkungsgrad von 40 % aufweist. Dies bedeutet, dass im Mittel 2,5 kWh Primärenergie erforderlich ist, um 1 kWh elektrische Energie zu erzeugen. Anhand dieser Information beläuft sich der äquivalente Wirkungsgrad einer Wärmepumpe, deren COP gleich 3 ist, auf 120 % (3/2,5).

Die nebenstehende Grafik zeigt den typischen Verlauf des Teillastwirkungsgrads für eine modulierende Wärmepumpe und einen Brennwertgaskessel bei einer in Abhängigkeit von der Außentemperatur variierenden Vorlauftemperatur und dies, für zwei maximale Entwurfsvorlauftemperaturen.

Hierbei fällt auf, dass der Wirkungsgrad der Luft-Wasserwärmepumpen stark abnimmt, wenn die Außentemperatur sinkt. Wir möchten ebenfalls darauf hinweisen, dass Wärmepumpen nicht immer imstande sind, die gewünschte Temperatur zu liefern.

Der Wirkungsgrad der Brennwertkessel verzeichnet dagegen nur eine sehr leichte Abnahme, wenn die Außentemperatur sinkt.

Unter dem Ausdruck ‚hybrider Wärmeerzeuger‘ versteht man eine Kombination einer

Luft-Wasserwärmepumpe mit einem Brennwertkessel. Die Ansteuerung der beiden Erzeuger erfolgt mittels einer automatischen Regelung, die beispielsweise dafür sorgt, dass immer der Erzeuger mit dem höchsten Wirkungsgrad genutzt wird. Die Umschaltung zwischen den Erzeugern erfolgt am Schnittpunkt zwischen den Wirkungsgradkurven (d.h. am Umschaltspunkt). Bei kaltem Wetter wird der Brennwertgaskessel eingesetzt, bei mildem Wetter die Wärmepumpe. In dem Maße, wie das Temperaturregime für die Heizung höher liegt, verkleinert sich die Zone, in der die Wärmepumpe einen höheren Wirkungsgrad als der Gaskessel aufweist.

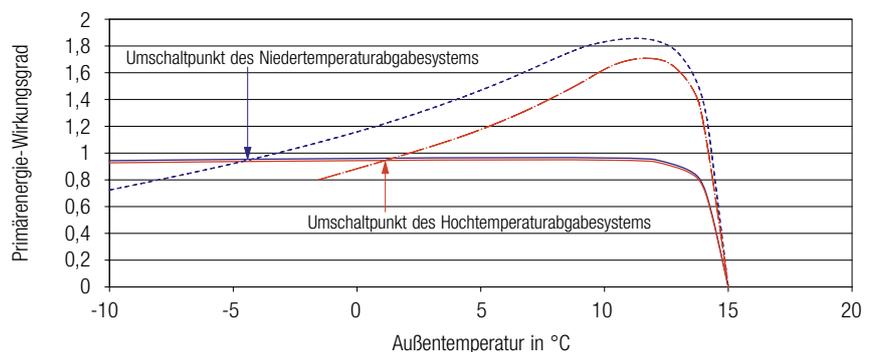
Bewertung

Bei einem hybriden Erzeuger kann eine zu starke Wirkungsgradabnahme der Wärmepumpe bei niedrigen Außentemperaturen mithilfe des Gaskessels kompensiert werden. Dies gilt hauptsächlich für Luft-Wasserwärme-

pumpen (bei Wasser-Wasserwärmepumpen sind die Vorteile des hybriden Betriebs weniger deutlich). Hybride Erzeuger bieten ebenfalls den Pluspunkt, dass die Wärmepumpe nicht mehr für die volle Leistung entworfen werden muss (wodurch die Pumpe kleiner und billiger sein kann). Sie machen es ebenfalls leichter, hohe Temperaturen und Leistungen zu realisieren (z.B. für sanitäres Warmwasser), ohne dass dabei allzu große Leistungsverluste zu verzeichnen sind.

Beim Entwurf bleibt es jedoch von äußerster Wichtigkeit, eine korrekte Wärmeverlustberechnung durchzuführen. Schließlich darf man nicht aus dem Auge verlieren, dass eine energiesparende Anlage nicht notwendigerweise auch in wirtschaftlicher Hinsicht gerechtfertigt ist.

G. Draelants, Ir., Projektleiter, C. Delmotte, Ir., Laboratoriumsleiter, und P. Van den Bossche, Ing., Laboratoriumsleiter, Abteilung Klima, Anlagen und Energieleistungen, WTB



- Brennwertgaskessel / Maximale Vorlauftemperatur der Heizkurve = 70 °C
- - - Modulierende Wärmepumpe / Maximale Vorlauftemperatur der Heizkurve = 70 °C
- Brennwertgaskessel / Maximale Vorlauftemperatur der Heizkurve = 50 °C
- - - Modulierende Wärmepumpe / Maximale Vorlauftemperatur der Heizkurve = 50 °C

Ein hybrider Erzeuger, bestehend aus einem Brennwertgaskessel und einer modulierenden Luft-Wasserwärmepumpe ermöglicht es, permanent mit dem höchsten erreichbaren Wirkungsgrad zu arbeiten. In dem Maße, wie die maximale Abgabetemperatur bei der Höchstleistung niedriger ist, liegt die Saisonleistung höher

So wie bereits im WTB-Kontakt Nr. 41 erwähnt wurde, wird die Verwendung von Regenwasser für nichthygienische Anwendungen, wie z.B. die Wäsche, Reinigung, Gartenbau und Toilettenspülung, gefördert. Für dieses Regenwasser gibt es jedoch noch keine offiziellen Qualitätsanforderungen. In diesem Artikel wird überprüft, ob Regenwasser die Anforderungen erfüllen kann, die für eine Reihe anderer Wassertypen gelten.

Zu erwartende Qualität

2002 und 2003 führte das WTB eine umfassende Untersuchung (siehe [Les Dossiers du CSTC 2006/3.2](#)) hinsichtlich der Qualität von Regenwasser durch. Für jeden der untersuchten Regenwassertypen (direkt aufgefangen in einem sterilen Behälter, von einem Dach mit einer nackten Abdichtung stammend und von einem Dach mit einer Ballast-schicht aus Kies stammend) wurden im Laufe des Jahres zu verschiedenen Zeitpunkten ca. 25 Proben genommen und anschließend analysiert. Die Analyseergebnisse sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengefasst, in der auch die Anforderungen aus den Vorschriften für Badewasser, Oberflächenwasser und Trinkwasser enthalten sind.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass nicht nur die Quantität der Stoffe in Suspension, sondern auch die Verfärbung und die organische und bakterielle Verunreinigung zunehmen können, wenn das Regenwasser längs der Dachdeckung abströmt. Bei dem nackten Dach wurde eine Versauerung des Wassers festgestellt, während eine Kies-schicht eher zu einer Neutralisation führt. Auch der längere Kontakt des Regenwassers mit einem Betonreservoir sorgt für eine Neutralisation: Durch Stichproben wurde nachgewiesen, dass ein fast neutraler pH-Wert erwartet werden kann.

Die Qualität des aufgefangenen Regenwassers ist ebenfalls stark von dem Standort des Daches abhängig. Aus Messungen der Vlaamse Milieumaatschappij hat sich ergeben, dass der pH-Wert des Regenwassers in Flandern 2011 zwischen 4,13 (Bonheiden) und 6,38 (Koksijde) variierte.

Bedingt durch die Verschiedenheit der Einflussparameter und das Ausmaß, in dem diese untereinander verschieden sein können, ist es sehr schwierig eine ‚mittlere‘ Regenwasserqualität zu definieren.

Die Qualitätsanforderungen für Bade-, Oberflächen- und Trinkwasser

Aus der Tabelle ergibt sich ganz deutlich,

dass Regenwasser nicht die strikten Qualitätsanforderungen für Trinkwasser erfüllt. Deshalb darf es auf keinen Fall für hygienische Anwendungen verwendet werden (z.B. Lebensmittelzubereitung in der Küche, Wasser für das Bad).

Auch die Richtwerte aus den Vorschriften für Oberflächen- und Badewasser für die Parameter, die auf eine organische oder bakterielle Verunreinigung hindeuten (BOD₅, COD, intestinale Enterokokken und scheinbare Farbe), werden in einer Reihe von Fällen überschritten. Dieses Phänomen ist bei nackten Dächern stärker ausgeprägt als bei Dächern mit einer Ballast-schicht aus Kies. Denn in diesem letzten Fall bleibt in der Regel ein Teil des Schmutzes auf und in der

Die Qualität von Regenwasser

Kiesschicht zurück. Dass der Wert für den Parameter ‚intestinale Enterokokken‘ überschritten wird, ist auf das Vorhandensein von Exkrementen von Vögeln oder anderen Tieren auf dem Dach zurückzuführen.

Schlussfolgerung

Allgemein kann man feststellen, dass die Qualität von Regenwasser in dem Maße abnimmt, wie die Verschmutzung auf dem Dach zunimmt. Es ist deutlich, dass die Qualität von Regenwasser nicht die gesetzlichen Anforderungen erfüllen kann, die an Trinkwasser gestellt werden. Sogar die Richtwerte für Bade- oder Oberflächenwasser werden oftmals überschritten.

*L. Vos, Ir.-Arch., Forscher, Laboratorium Nachhaltige Energie- und Wassertechniken, WTB
K. Dinne, Ing., Leiter des Laboratoriums Mikrobiologie und Gesundheit, WTB*

Untersuchte Parameter	Ergebnis	Wassertyp				
		Wasser, aufgefangen in einem sterilen Behälter	Wasser, stammend von einer nackten Abdichtung	Wasser, stammend von einer Ballast-schicht aus Kies	Bade- oder Oberflächenwasser	Trinkwasser (1)
pH (Azidität)	Min.	3,98	3,05	2,88	6 (2)	6,5
	Max.	7,38	7	7,56	9 (2)	9,2
	Mittl.	5,61	4,89	6,81	-	-
Stoffe in Suspension (mg/l)	Min.	0	0	0	< 50 (3)	-
	Max.	24	44	108		
	Mittl.	5	13,9	20,5		
BOD ₅ (mg O ₂ /l) (Biochemical Oxygen Demand)	Min.	0	0	0	< 6 (3)	-
	Max.	10	51,1	14,4		
	Mittl.	3,6	9,3	4,49		
COD (mg O ₂ /l) (Chemical Oxygen Demand)	Min.	0	14	3,5	< 30 (3)	-
	Max.	49	706,5	139		
	Mittl.	16,33	106,31	24,06		
Intestinale Enterokokken (kve/100 ml)	Min.	1	0	0	< 200 (4)	0
	Max.	147	2656	2400		
	Mittl.	61	352	412		
Scheinbare Farbe (Pt/Co)	Min.	4	28	0	-	Akzeptabel für die Nutzer
	Max.	63	2275	258		
	Mittl.	23,4	476,9	67,3		

(1) Richtlinie 98/83/EG (umgesetzt in regionaler Gesetzgebung in den 3 Regionen).
 (2) VLAREM II – Anhang 2.3.3.
 (3) VLAREM II – Anhang 2.3.1.
 (4) Richtlinie 2006/7/EG (umgesetzt in regionaler Gesetzgebung in den 3 Regionen).

Seitdem die Akustiknorm für den Wohnungsbau NBN S 01-400-1 (2008) erschienen ist, beschäftigt sich das WTB mit dem Entwickeln von Baurichtlinien, die den Anforderungen entsprechen, die in dieser Norm gestellt werden. So wurden inzwischen bereits eine Anzahl Rohbaukonzepte für Appartements mit durchlaufenden und unterbrochenen Deckenplatten vorgestellt (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/2.18), in denen unter anderem empfohlen wird, für die vertikalen Wände zwischen Appartements massive zweischalige Trennwände zu verwenden. Im vorliegenden Artikel zeigen wir, dass auch Trennwände mit leichten Vorsatzwänden eine wirksame Lösung bieten können und zwar sowohl für Appartements als auch für Reihenhäuser.

Neues Rohbaukonzept mit akustischen Vorsatzwänden

Dieses neue Rohbaukonzept basiert auf massiven Deckenplatten, die über das ganze Geschoss durchlaufen und mit einem leistungsfähigen schwimmenden Estrich versehen sind. Alle wohnungsbegrenzenden vertikalen Wände sind wiederum aus gemauerten oder geklebten Steinen, Blöcken oder Elementen aufgebaut, oder bestehen aus vor Ort gegossenem Beton oder Fertigbeton. Die wohnungstrennenden Wände und die Wände, die an die gemeinschaftlichen Zirkulationsräume angrenzen, sind zusätzlich mit einer thermoakustischen Vorsatzwand ausgestattet. Jede Wand, die längs der Vorsatzwandseite an diese Trennwände anschließt, muss außerdem eine schwingungsdämpfende Entkopplung in Höhe des elastischen Vorsatzwandmaterials aufweisen (siehe Schema).

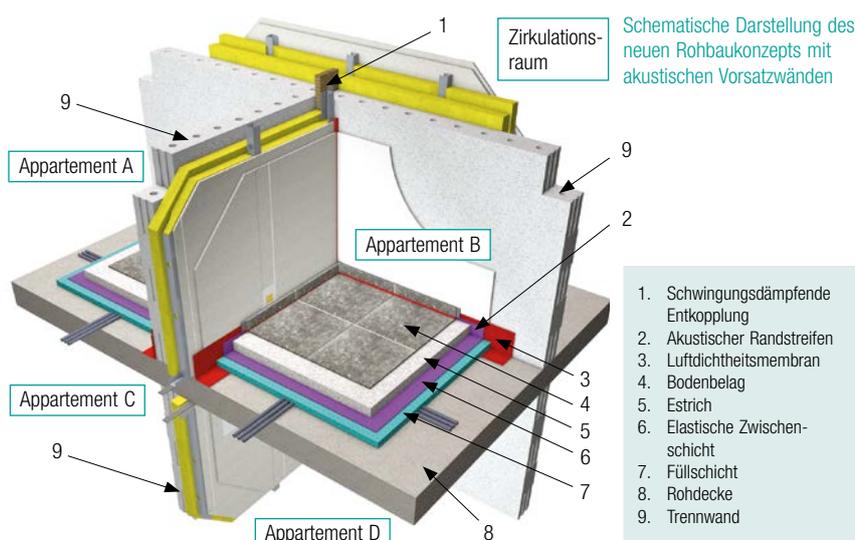
Aus der nachstehenden Tabelle geht hervor, dass die Schalldämmung zwischen zwei Wohnungen in starkem Maße durch die Oberflächenmasse der Rohdecke und der tragenden Wände, die Effizienz des schwimmenden Estrichs und der Vorsatzwand beeinflusst wird. Die verschiedenen Varianten wurden nach der Norm NBN EN 12354-1

berechnet und gelten für Vorsatzwandkonstruktionen, die im Laboratorium bezüglich der schweren Standard-Basiswand eine Luftschalldämmungsverbesserung ΔR_w von mindestens 12 dB erreichten.

Spezifische Entwurfsrichtlinien und Emp-

fehlungen für Vorsatzwände waren bereits Gegenstand in [Les Dossiers du CSTC 2013/4.14](#). Für weitere Richtlinien mit Bezug auf die Fundamente, den Anschluss mit den Fassaden und dem Dach, die Ausführung von schwimmenden Estrichen ... verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2012/2.18](#). ■

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



Eigenschaften der Bauelemente, die in den untersuchten Varianten verwendet wurden und dazu gehörige akustische Komfortniveaus nach der Norm NBN S 01-400-1

Variante		1	2	3	4	5	6	7
Allgemeine Anforderungen	Oberflächenmasse [kg/m ²] der Rohdecke	≥ 500	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500	≥ 600	≥ 500
	Oberflächenmasse [kg/m ²] der Trennwand zwischen den Appartements und den tragenden Wänden	≥ 125	≥ 150	≥ 150	≥ 260	≥ 260	≥ 260	≥ 380
Appartements	Erreichtes akustisches Komfortniveau (°)	/	NAK	NAK	NAK	NAK	EAK	EAK
	ΔL_w [dB] des schwimmenden Estrichs (auch auf dem niedrigsten Geschoss)	≥ 22	≥ 22	≥ 20	≥ 22	≥ 20	≥ 21	≥ 22
	R_w [dB] der Innenwände (°)	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 45	≥ 45
Reihenhäuser	Erreichtes akustisches Komfortniveau (°)	/	/	(NAK)	NAK	NAK	NAK	EAK
	ΔL_w [dB] des schwimmenden Estrichs (auch auf dem niedrigsten Geschoss)	–	–	–	–	–	–	≥ 22
	R_w [dB] der Innenwände (°)	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 37	≥ 45

(°) NAK: normaler akustischer Komfort; EAK: erhöhter akustischer Komfort; /: akustischer Komfort nicht erreicht.
 (°) Es handelt sich hier um eine Wand zwischen einem Wohnzimmer, einer Küche, einem Schlafzimmer oder Badezimmer einerseits und einem Schlafzimmer oder Arbeitszimmer andererseits.

Obwohl die optische Charakterisierung von textilen Sonnenschutzeinrichtungen inzwischen schon gut beherrscht wird, ist es noch allzu häufig unmöglich, eine Verbindung herzustellen zwischen unserer Wahrnehmung und den Eigenschaften, die in den Normen beschrieben sind (siehe Les Dossiers du CSTC 2010/4.16). In diesem Artikel wird auf eine wichtige Eigenschaft des visuellen Komforts näher eingegangen: die Durchsicht. So werden darin die Parameter beschrieben, die tagsüber für die Durchsicht von innen nach außen wichtig sind und die nachts für die Durchsicht von außen nach innen wichtig sind. Ferner wird darin für die tagsüber vorhandene Durchsicht eine Klassifizierung von den Leistungen der Textilgewebe durchgeführt.

Textile Sonnenschutzeinrichtungen: sehen ohne gesehen zu werden

Öffnungsfaktor und Farbe

Die Durchsicht, eine Eigenschaft, die für eine textile Sonnenschutzeinrichtung sehr wichtig ist, ist von ihrem Öffnungsfaktor und ihrer Farbe abhängig.

Der Öffnungsfaktor oder *Openness Factor* eines Textilgewebes (O_p) wird definiert als das Verhältnis (in %) der Fläche der vorhandenen Öffnungen zur Gesamtfläche des Gewebes. Dieser Wert ist abhängig von der Bindung (d.h. der Bindungspatrone) des Gewebes und ist unabhängig von dessen Farbe. So ist der Öffnungsfaktor eines undurchsichtigen Gewebes gleich null.

Die Farbe eines Textilgewebes ist von der Farbe der verwendeten Fäden abhängig. Ein Gewebe, das aus Fäden der gleichen Far-

ben zusammengesetzt ist, wird stets eine gleichmäßige Farbe aufweisen und dies, ungeachtet der verwendeten Bindungspatrone. Wenn das Gewebe dagegen aus Fäden verschiedener Farben zusammengesetzt ist (zwei- oder mehrfarbige Stoffe), können dessen zwei Flächen, je nach verwendetem Bindungstyp eine andere Farbe aufweisen.

Die Farbe eines Textilgewebes ist für seinen Lichtreflektionskoeffizienten ρ_v ausschlaggebend. Dieser Letztere kann als das Verhältnis zwischen dem reflektierten und dem einfallenden Lichtstrom definiert werden.

Tagsüber vorhandene Durchsicht

Tagsüber wird die Durchsicht (von innen nach außen) durch eine Sonnenschutzein-

richtung hindurch, aus einem Abstand von mehr als 1 Meter, hauptsächlich von der Bindungspatrone und der Farbe des Gewebes abhängig sein.

Für eine gegebene Farbe ermöglicht ein Gewebe mit einem hohen Öffnungsfaktor eine bessere Durchsicht als ein Gewebe mit einem niedrigen Öffnungsfaktor. Die Abbildung 1 veranschaulicht den Einfluss einer Öffnungsfaktoränderung auf die Durchsicht.

Für einen gegebenen Öffnungsfaktor wird ein Textilgewebe mit dunkler Farbe eine bessere Durchsicht bieten als ein Textilgewebe mit heller Farbe. Die Abbildung 2 veranschaulicht den Einfluss einer Farbänderung des Textilgewebes auf die Durchsicht. Hieraus geht hervor, dass eine viel stärkere

1 | Wirkung des Öffnungsfaktors auf die tagsüber vorhandene Durchsicht



Keine Sonnenschutzeinrichtung



Gewebe A – Bindung: natté (Panamabindung)
Farbe: schwarz - ρ_v : 0,04
Öffnungsfaktor O_p : 15 %
Klasse des visuellen Kontakts mit der Außenumgebung: 4
Sonnentransmission τ_g : 0,17



Gewebe B – Bindung: sergé (Köperbindung)
Farbe: schwarz - ρ_v : 0,06
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse des visuellen Kontakts mit der Außenumgebung: 2
Sonnentransmission τ_g : 0,03

2 | Wirkung der Farbe auf die tagsüber vorhandene Durchsicht



Gewebe B – Bindung: sergé (Köperbindung)
Farbe: schwarz - ρ_v : 0,06
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse des visuellen Kontakts mit der Außenumgebung: 2
Sonnentransmission τ_g : 0,03



Gewebe C – Bindung: sergé (Köperbindung)
Farbe: grau - ρ_v : 0,17
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse des visuellen Kontakts mit der Außenumgebung: 2
Sonnentransmission τ_g : 0,05



Gewebe D – Bindung: sergé (Köperbindung)
Farbe: weiß - ρ_v : 0,74
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse des visuellen Kontakts mit der Außenumgebung: 2
Sonnentransmission τ_g : 0,19



Nützliche Informationen

Das WTB und die Zelle Architecture et Climat der UCL haben zusammen das Rechentool PROSOLIS entwickelt, das den Nutzern bei der Wahl einer Sonnenschutzeinrichtung in Abhängigkeit der wichtigsten thermischen und visuellen Komfortkriterien helfen soll: Begrenzung der Überhitzung und des Geblendetseins, Zufuhr des Tageslichts, ... Diese Software ist auf Französisch und auf Englisch unter www.prosolis.be verfügbar. Es ist übrigens momentan auch eine Monographie über Sonnenschutzeinrichtungen in Vorbereitung, wobei der Schwerpunkt auf der Charakterisierung und der Bestimmung ihrer energetischen und visuellen Eigenschaften liegen wird.

Schleierwirkung auftritt, wenn das Gewebe eine helle Farbe hat.

In der Norm NBN EN 14501 werden eine Anzahl Klassen von visuellem Kontakt mit der Außenumgebung angegeben. Die Leistungen werden darin je nach ihrem Einfluss (α = sehr wenig Einfluss, α = sehr starker Einfluss) eingeteilt, wobei von den Werten für die normale und diffuse Sonnentransmission ausgegangen wird.

Trotz des Umstandes, dass die visuelle Wahrnehmung mit dieser Klassifizierung global übereinstimmt, müssen wir feststellen, dass unsere Wahrnehmung präziser ist. Deshalb kann es vorteilhaft sein, die verfügbaren Produktinformationen mit der nebenstehenden Tabelle zu vergleichen.

Nachts vorhandene Durchsicht

Nachts ist es weniger die Durchsicht, die

Durchsicht durch ein Textilgewebe während des Tages in Abhängigkeit von dem Öffnungsfaktor und der Farbe

Farbe	Öffnungsfaktor [%]		
	$0 < C_0 \leq 4$	$4 \leq C_0 \leq 10$	$C_0 > 10$
Dunkel ($\rho_v \leq 0,10$)	Schwierig	Leicht	Sehr leicht
Dazwischenliegend ($0,10 < \rho_v \leq 0,50$)	Sehr schwierig	Schwierig	Leicht
Hell ($0,50 < \rho_v$)	Unmöglich	Unmöglich	Schwierig

wichtig ist, sondern eher die nächtliche Intimität. Dadurch versteht man die Leistung einer Sonnenschutzeinrichtung in einem vollständig geschlossenen Zustand, die Nutzer eines Raums nachts und unter normalen Beleuchtungsbedingungen vor der Sicht externer Betrachter zu schützen.

Die nächtliche Intimität (umgekehrt proportional zur Durchsicht von außen nach innen), die durch eine Sonnenschutzeinrichtung geboten wird, ist hauptsächlich von der Bindung des Gewebes und nur in

geringem Maße von der Farbe abhängig. Dies kann dadurch erklärt werden, dass der Kontrast zwischen dem Gewebe und dem Hintergrund immer beträchtlich ist und dies, ungeachtet der Farbe des Gewebes, da das Licht das von außen auf das Gewebe einfällt, eher schwach ist (siehe Abbildungen 3 und 4).

A. Deneeyer, Ir., Laboratoriumsleiter,
Laboratorium Licht und Gebäude, WTB
B. Deroisy, Ir., Projektleiter,
Laboratorium Licht und Gebäude, WTB

3 | Wirkung des Öffnungsfaktors auf die nächtliche Intimität



Keine Sonnenschutzeinrichtung



Gewebe A – Bindung: natté (Panamabindung)
Farbe: schwarz - ρ_v : 0,04
Öffnungsfaktor O_p : 15 %
Klasse der nächtlichen Intimität: 0
Sonnentransmission τ_v : 0,17



Gewebe B – Bindung: sergé (Körperbindung)
Farbe: schwarz - ρ_v : 0,06
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse der nächtlichen Intimität: 2
Sonnentransmission τ_v : 0,03

4 | Wirkung der Farbe auf die nächtliche Intimität



Gewebe B – Bindung: sergé (Körperbindung)
Farbe: schwarz - ρ_v : 0,06
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse der nächtlichen Intimität: 2
Sonnentransmission τ_v : 0,03



Gewebe C – Bindung: sergé (Körperbindung)
Farbe: grau - ρ_v : 0,17
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse der nächtlichen Intimität: 2
Sonnentransmission τ_v : 0,05



Gewebe D – Bindung: sergé (Körperbindung)
Farbe: weiß - ρ_v : 0,74
Öffnungsfaktor O_p : 3 %
Klasse der nächtlichen Intimität: 2
Sonnentransmission τ_v : 0,19



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden.

Les Dossiers du CSTC 2014/3.14

Track-and-Trace- und Zeitregistrierungssysteme für den Bausektor

Die Track-and-Trace- und Zeitregistrierungssysteme haben schon vor einigen Jahren Einzug in den Bausektor gehalten. Aus einer Umfrage bei zahlreichen Bauunternehmen ergab sich, dass diese Systeme beachtliche Vorteile bringen können und die Realisierung von bedeutenden Einsparungen ermöglichen und dies, sogar für sehr kleine Unternehmen. Trotzdem scheint es, dass viele Bauunternehmen sich dessen noch nicht ausreichend bewusst sind.

1 Information und Kontrolle

Für den Bausektor ist es typisch, dass die Arbeitnehmer häufig an verschiedenen Standorten tätig sind. Dadurch hat der Arbeitgeber nur wenig Informationen und Kontrolle über:

- den Ort, wo sich sein Personal und Material genau befinden
- die verwendeten Routen und die zurückgelegten Kilometer
- den Ankunftszeitpunkt auf der Baustelle/ beim Kunden und dortigen Abfahrtszeitpunkt
- die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden auf der Baustelle/beim Kunden
- die ausgeführten Tätigkeiten
- das Fahrverhalten seines Personals, ...

Auch für das Personal, das von einem festen Standort aus arbeitet (z.B. in einer Produktionsstätte oder im Büro), können Unklarheiten über ihre exakte Zeitverwendung bestehen.

Dies ist jedoch wichtig für die Verfolgung der Zahl der geleisteten Arbeitsstunden, für die Optimierung der Wirkungsgrade, für die korrekte Ausbezahlung der Löhne und Entgelte, für die richtige Fakturierung gegenüber den Kunden usw.

Die Track-and-Trace- und Zeitregistrierungssysteme können in diesem Zusammenhang eine Lösung bieten.

2 Die Systeme

2.1 Funktionsweise eines Track-and-Trace-Systems

Ein Track-and-Trace-System ermöglicht es, Fahrzeuge, Personen und Material zu lokalisieren und ihnen zu folgen.

Dazu wird eine sogenannte Blackbox im Fahrzeug oder auf dem Material installiert. Diese Blackbox sendet über ein Mobiltelefon-Netzwerk Informationen über die Position, die Geschwindigkeit, die Fahrtrichtung, den Kilometerstand, die Zahl der Stunden, die der

Motor läuft oder einen bestimmten Zustand aufweist (Motor an/aus) an einen Webservice (i). Die Blackbox wird meistens durch die Batterie des Fahrzeugs oder des Materials mit Energie versorgt. Wenn dies nicht möglich ist, wie dies bei einem Sattelaufleger der Fall ist, kann die Blackbox mithilfe einer autonomen Batterie arbeiten. Man kann sich dafür entscheiden, den Datenaustausch über ein Smartphone abzuwickeln.

2.2 Funktionsweise eines Zeitregistrierungssystems

Ziel eines Zeitregistrierungssystems (manchmal auch als Auftragsregistrierungssystem bezeichnet) ist es, die Tätigkeiten der Arbeitnehmer und den Zeitaufwand pro Tätigkeit zu registrieren.

Im Allgemeinen werden dabei die folgenden drei Informationen aufgezeichnet:

- die Identität des Arbeitnehmers
- das Projekt oder die ausgeführte Tätigkeit (typische Aufgaben)
- die Anfangs- und Endzeitpunkte der Tätigkeit.

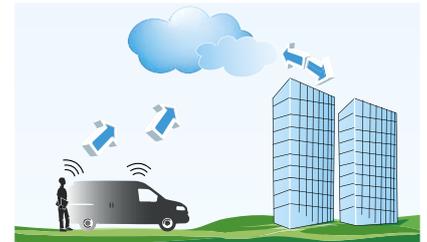
Die Registrierung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen:

- mit einem persönlichen Ausweis (z.B. für die Identifikation)
- durch das Scannen von Strichcodes mit einem ortsfesten/mobilen Scanner
- via Apps auf einem Smartphone/Tablet-PC
- mithilfe einer Tastatur (z.B. auf einem Touchscreen), ...

In der Praxis sind beide oben erwähnten Systeme eng miteinander verbunden.

3 Nutzen von Track-and-Trace- und Zeitregistrierungssystemen

Dank solcher Systeme erhält man leichter einen Gesamtüberblick und eine Kontrolle über eine Reihe von Daten. So haben Stichproben gezeigt, dass die Zahl der registrierten Arbeitsstunden nach der Einführung



Schematische Darstellung der Funktionsweise eines Track-and-Trace-Systems

dieser digitalen Systeme häufig zurückging. Auch das Risiko hinsichtlich Fehler bei der Aufnahme, beim Runden und Übernehmen der Daten wurde dadurch etwas geringer. Die Exaktheit der Daten und die Geschwindigkeit, mit der man darüber verfügen kann, werden von den meisten Bauunternehmen besonders geschätzt.

4 Anwesenheitsregistrierung auf großen Baustellen und andere gesetzliche Verpflichtungen

Die Track-and-Trace- und Zeitregistrierungssysteme können ein Hilfsmittel bei einer Reihe von gesetzlichen Verpflichtungen darstellen, wie z.B. bei der Berechnung der Fahrkostenentschädigungen und Mobilitätsprämien und bei der Anwesenheitsregistrierung auf großen Baustellen. Allerdings gibt es auch in diesem Zusammenhang noch eine Reihe von Fragen, die noch offen bleiben, besonders bezüglich der Bestätigungsmodalitäten, der Registrierung der Subunternehmer, ...

Weitere diesbezügliche Informationen erhalten Sie bei den Beratern der Abteilung Verwaltung, Qualität und Informationstechniken des WTB (gebe@bbri.be) und auf der Projektwebsite www.Triple-T.be. ■



B. Coemans, Ing., Hauptberater, Abteilung Verwaltung, Qualität und Informationstechniken, WTB
 O. Sabbe, Ing., stellvertretender Leiter der Abteilung Kommunikation und Verwaltung, WTB

(i) Ausnahmsweise können auch andere Daten registriert werden, wie die Kraft auf die Kurbelwelle, der Kraftstoffverbrauch, ...

Verfügbar unter www.wtb.be

Es sind kürzlich zwei vom Sektor erwartete TIs aus der Druckmaschine gekommen. Es handelt sich um die TI 250 ‚Détails de référence pour les constructions enterrées‘ und die TI 251 ‚L’isolation thermique des toitures à versants‘.



Die **TI 250** ist die erste TI von einer Reihe, die der Verfassung von Referenzdetails nach Maß des Bauunternehmers gewidmet ist. Diese TIs enthalten eine Fülle an praktischen Tabellen, schematischen Darstellungen und Empfehlungen für die Ausführung der Details und deren Folgen für die Koordination der Arbeiten. In der TI 250, die dieses neue Konzept einweihet, steht die Wasserdichtigkeit von eingegrabenen Konstruktionen (Kellern) im Mittelpunkt. Bei jedem Detail werden die wichtigsten zu beachtenden Punkte beschrieben und – wo erforderlich – mit Illustrationen und 3D-Abbildungen veranschaulicht.

Die **TI 251** behandelt die Wärmedämmung von geneigten Dächern von Einfamilienhäusern, wobei die Dächer mit Dachziegeln oder Schieferplatten realisiert sind. Die Zeit, in der das Dach als einziges Ziel hatte, das Gebäude gegen den Regen zu schützen, ist schon lange vorbei. Die Wärmedämmung der Dachschrägen ist gegenwärtig nicht nur ein Muss für Neubauten, sondern nimmt auch bei Renovierungen einen immer wichtigen Stellenwert ein. Diese Dämmarbeiten müssen jedoch auf eine gut durchdachte Weise entworfen und ausgeführt werden, um zu vermeiden, dass Kondensation im Dachaufbau auftritt. Dieser Aspekt wird umfassend in dieser TI behandelt.



Agenda

- Abreißen oder renovieren? Auf der Suche nach einem konstruktiven Optimum
 - 8. Oktober 2014, Moulins de Beez, Namur
 - 13. November 2014, Huis van de Bouw, Zwijnaarde
 - 27. November 2014, Confédération Construction, Brüssel
- Salon Builtly
8. und 9. Oktober 2014, Tour & Taxis, Brüssel

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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

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

Verantwortlicher Herausgeber: Jan Venstermans, WTB, Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel

Dies ist eine Zeitschrift mit allgemein informativer Ausrichtung. Sie soll dazu beitragen, die Ergebnisse der Bauforschung aus dem In- und Ausland zu verbreiten.

Das Übernehmen oder Übersetzen von Texten dieser Zeitschrift, auch wenn es nur teilweise erfolgt, ist nur bei Vorliegen eines schriftlichen Einverständnisses des verantwortlichen Herausgebers zulässig.

www.wtb.be

Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als fünfzig Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit dem Mitgliedsbeitrag der 85.000 angeschlossenen belgischen Bauunternehmen finanziert. Dank dieser heterogenen Mitgliedergruppe sind fast alle Gewerke vertreten und kann das WTB zur Qualitäts- und Produktverbesserung beitragen.

Forschung und Innovation

Eine Industrieraufgabe ohne Innovation ist wie Zement ohne Wasser. Das WTB hat sich deswegen entschieden, seine Forschungsaktivitäten möglichst nahe bei den Erfordernissen des Sektors anzusiedeln. Die Technischen Komitees, die die WTB-Forschungsarbeiten leiten, bestehen aus Baufachleuten (Bauunternehmer und Sachverständige), die täglich mit der Praxis in Berührung kommen.

Mithilfe verschiedener offizieller Instanzen schafft das WTB Anreize für Unternehmen, stets weitere Innovationen hervorzubringen. Die Hilfestellung, die wir anbieten, ist auf die gegenwärtigen gesellschaftlichen Herausforderungen abgestimmt und bezieht sich auf diverse Gebiete.

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

Auf Anfrage von öffentlichen oder privaten Akteuren arbeitet das WTB auch auf Vertragsbasis an diversen Entwicklungsprojekten mit. So ist das Zentrum nicht nur bei den Aktivitäten der nationalen (NBN), europäischen (CEN) und internationalen (ISO) Normierungsinstitute aktiv beteiligt, sondern auch bei Instanzen wie der *Union belge pour l'agrément technique dans la construction* (UBAtc). All diese Projekte geben uns mehr Einsicht in den Bausektor, wodurch wir schneller auf die Bedürfnisse der verschiedenen Gewerke eingehen können.

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

Um das Wissen und die Erfahrung, die so zusammengetragen wird, auf effiziente Weise mit den Unternehmen aus dem Sektor zu teilen, wählt das Bauzentrum mit Entschlossenheit den Weg der Informationstechnik. Unsere Website ist so gestaltet, dass jeder Bauprofi mit nur wenigen Mausklicks die gewünschte WTB-Publikationsreihe oder gesuchten Baunormen finden kann.

Eine gute Informationsverbreitung ist jedoch nicht nur auf elektronischem Wege möglich. Ein persönlicher Kontakt ist häufig noch stets die beste Vorgehensweise. Jährlich organisiert das Bauzentrum ungefähr 650 Informationssitzungen und Thementage für Baufachleute. Auch die Anfragen an unseren Beratungsdienst Technische Gutachten finden regen Zuspruch, was anhand von mehr als 26.000 geleisteten Stellungnahmen jährlich deutlich wird.

FIRMENSITZ

Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel
Tel.: 02/502 66 90
Fax: 02/502 81 80
E-Mail: info@bbri.be
Website: www.wtb.be

BÜROS

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
Tel.: 02/716 42 11
Fax: 02/725 32 12

- Technische Gutachten – Publikationen
- Verwaltung – Qualität – Informationstechniken
- Entwicklung – Valorisierung
- Technische Zulassungen – Normierung

VERSUCHSGELÄNDE

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
Tel.: 02/655 77 11
Fax: 02/653 07 29

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

DEMONSTRATIONS- UND INFORMATIONSZENTRUM

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

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

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