



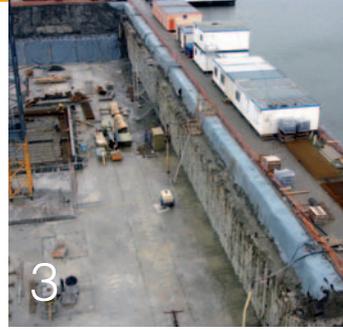
Stützwände vom Typ ‚Soil Mix‘ (S. 3)

Auslaugung bei Fassaden aus **Zedernholz** (S. 8)

Stabilität von **Glasinnenwänden** (S. 11)

Heizung mit **Holz** (S. 16)

Bauknoten und K-Niveau (S. 18)



INHALTSÜBERSICHT SEPTEMBER 2010

- 1 Neue TI [online!](#)
Auch der Bausektor ist [innovativ](#)
- 2 [Druckstabilität](#) bei [Mauerwerk](#)
- 3 [Stützwände](#) vom Typ ‚Soil Mix‘
- 4 [Geklebte Betonarmierung](#): aktuelle Entwicklungen
- 5 [Spritzbeton](#) vorschreiben
- 6 [Wärmekapazität](#) bei Isoliermaterialien und Risiko der [Überhitzung](#)
- 7 Mechanisch befestigte [Flachdächer](#): Schrauben und Verteilerplättchen
- 8 Auslaugung bei Fassaden aus [Zedernholz](#)
- 10 Abnahme der [Schreinerarbeiten aus Holz](#): Farbunterschiede und Verfärbungen
- 11 [Stabilität](#) bei [Glasinnenwänden](#)
- 12 [Putz](#) für eine sanfte [Klimaregulierung?](#)
- 13 Estriche: mit oder ohne [Bewegungsfugen?](#)
- 15 [Feuchtigkeitsgehalt](#) bei Estrichen
- 16 [Heizung](#) mit [Holz](#)
- 17 [Wasserstoß](#) in Metallleitungen
- 18 [Bauknoten](#) und K-Niveau
- 19 Der Technologische Beratungsdienst ‚[ConstrucTic](#)‘
- 20 [CALE](#): Wegbereiter der [PEB](#)

Im Bausektor wird nach neuen Lösungen gesucht, um erkannte Probleme zu beseitigen. Darüber hinaus werden auf der Baustelle täglich praktizierte Techniken angepasst oder neue Ausführungsmethoden getestet.

Die Tatsache, dass die WTB-Publikationen die ständige Erweiterung und Verbesserung des Informationsangebots gewährleisten, ist schon längst kein Geheimnis mehr. Die Technische Information Nr. 238 ‚L'application de systèmes de peinture intumescente sur structures en acier‘, die in der Ferienzeit die Druckpresse verließ, ist dafür nur ein Beispiel. Bis heute gab es zu diesem Thema schließlich kaum nennenswerte Leitfäden. In der neuen TI wird daher den verschiedenen Ausführungsaspekten solcher Farben ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt.



Die TI 238 wurde auf Wunsch der *Confédération construction ‚Peintres belges‘* und des Technischen Komitees ‚Anstriche‘ vom WTB erstellt und beschäftigt sich mit schaum-schichtbildenden Farbsystemen, deren Ziel es ist, die Stabilität

beim Brand von Stahlstrukturen zu erhöhen. Ein schaum-schichtbildendes Farbsystem kann als eine Einheit aus Farbschichten beschrieben werden, die nacheinander auf einen Stahlunter-

grund aufgetragen werden. Solche Systeme bestehen durchweg aus einer Grundierung, einer schaum-schichtbildenden Farbe und gegebenenfalls einer Schutz- und/oder Deckfarbe. Jede dieser Farben wird in einer oder in mehreren Schichten aufgetragen.

Unter Einfluss von Wärme beginnen diese Farbsysteme anzuschwellen und eine Schaumschicht zu bilden, die Schutz vor Brand durch thermische Isolierung und Abkühlung bietet. Die neue TI 238 möchte den Lackierer (Anwender) motivieren, dem Einsatz solcher Farbsysteme die notwendige Aufmerksamkeit zu schenken.

Im Kapitel 10 dieser neuen TI wird die Verwendung schaum-schichtbildender Farbsysteme in der Werkstatt eingehender dargestellt (das heißt, auf einem neuen Untergrund). Es geht hier insbesondere um die Vorbereitung der Oberfläche, die Verwendung der Grundierung, das Auftragen der schaum-schichtbildenden Farbschicht und die Verwendung einer eventuellen Schutz- und/oder Deckfarbe. In bestimmten Fällen erfolgen die Vorbereitung der Stahlprofile und der Einsatz der Grundierung unmittelbar durch den Hersteller, woraufhin die Profile zum Anwender gebracht werden. Dieser trägt dann in seiner Werkstatt die schaum-schichtbildende Farbschicht und eventuell auch

noch die Schutz- und/oder Deckschicht auf. Das Auftragen dieser beiden Schichten kann ebenfalls auf der Baustelle erfolgen.

Es lohnt sich auch, das Kapitel zu lesen, das den Aufgaben und Zuständigkeiten der einzelnen Projektpartner gewidmet ist. Um die optimale Ausführung des schaum-schichtbildenden Farbsystems zu gewährleisten, ist es schließlich wichtig, dass die Aufgaben und Zuständigkeiten aller Betroffenen eindeutig geregelt sind. Im Übrigen sollte selbstverständlich sein, dass die Informationsweitergabe zwischen den verschiedenen Parteien für eine ordnungsgemäße Abwicklung der Arbeiten von grundlegender Bedeutung ist. ■



www.wtb.be

Die TI 238 kann über die WTB-Website eingesehen werden. Der Zugang zu diesem Dokument ist kostenfrei für Bauunternehmer, die dem WTB angehören. Die anderen Bauprofis erhalten einen Vorzugstarif. Die Publikation steht außerdem als Ausdruck zur Verfügung und kann bei der Abteilung ‚Veröffentlichungen‘ (per Fax unter 02/529.81.10 oder per E-Mail unter publ@bbri.be) bestellt werden.

Der Bausektor gilt noch oft als zu wenig innovativ. Um zu zeigen, dass dieser Ruf nicht immer begründet ist, stellen wir in diesem Artikel innovative Entwicklungen vor, die für die *ITM Industrie Awards* nominiert wurden.

✍ *J. Jacobs, Ing., Hauptberater; D. Goffinet, Ing., Hauptberater und R. Ciuch-Pilette, Ir., Berater, Abteilung ‚Normierung, Spezifikationen und Qualität von Produkten und Systemen‘, WTB*

Nach dem Erfolg des Jahres 2009 wurde in diesem Jahr erneut ein Wettbewerb für die besten patentierten Erfindungen (*Best patented innovation award 2010*) ausgelobt. An diesem Wettbewerb können nur Erfindungen teilnehmen, die nach dem Jahre 2002 patentiert wurden. Nach einer Auswertung der rund 30 Einsendungen wurden 4 Entwicklungen nominiert. Die begehrte Trophäe ging dieses Jahr an ein cholesterolfreies Öl für die Nahrungsmittelindustrie. Eine zweite nominierte

Auch der Bausektor ist innovativ

Erfindung war ein ökologisch verantwortungsbewusstes Druckverfahren.

Die beiden übrigen Nominierungen gingen an Erfindungen im Bausektor. Die erste Firma wurde für ein System für ultraflaches Schleifen von Böden belohnt. Mit der dafür entwickelten Maschine ist es der Firma gelungen, die Böden in Lagern mit hohen Regalen so zu glätten, dass selbst die höchsten Gabelstapler ohne Kippgefahr zwischen den Regalen fahren können. Das System funktioniert auf einem hydraulischen Prinzip, das nicht nur ein glatteres Endergebnis sicherstellt, sondern gleichzeitig auch dafür sorgt, dass dieses Ergebnis rascher erzielt wird.

Die zweite Firma wurde für ihr System leichter, vorgefertigter Platten honoriert. Dieses

Verfahren besteht darin, Luftbeutel aus recyceltem Polyäthylen einzubetonieren, wodurch nicht nur das Gewicht der zu transportierenden Platte, sondern auch das Gewicht der fertigen Platten reduziert wird, ohne gleichzeitig an Stabilität zu verlieren.

Beide Beispiele machen deutlich, dass auch im Bausektor neue Lösungen gesucht werden, um erkannte Probleme zu beseitigen. Darüber hinaus werden auf der Baustelle täglich praktizierte Techniken angepasst oder neue Ausführungsmethoden getestet. Eine Reihe dieser Lösungen kann wertvoll genug sein, um mit einem Patent geschützt zu sein. Unternehmen im Bausektor, die wissen möchten, ob ihre neuen Verfahren für ein Patent in Betracht kommen, wenden sich an die ‚Cellule Brevets‘ des WTB (www.cstc.be/go/patent oder brevet@bbri.be). ■

Druckstabilität bei Mauerwerk

In den zurückliegenden Jahren gab es in Europa eine Reihe von Forschungsprojekten, deren Ziel eine bessere Vorhersage der mechanischen Eigenschaften von tragendem Mauerwerk war. Dank der WTB-Forschungsprojekte ‚Geklebtes Mauerwerk‘ und ‚Eurocode 6‘ konnte man die belgischen nationalen Anlagen zum Eurocode 6 erarbeiten. In diesem Artikel beschäftigen wir uns näher mit der Bestimmung und Formulierung der Druckstabilität bei Mauerwerk nach Eurocode 6 und mit den Parametern, die im nationalen Anhang herangezogen werden.



✍ A. Smits, Ir., Projektleiter, Laboratorium ‚Materialien für Rohbau und Ausbau‘, WTB
Y. Grégoire, Ir.-Arch., Abteilungsleiter, Abteilung ‚Materialien‘, WTB

Der Begriff ‚Eurocode‘ verweist auf die Normenreihe NBN EN 199x zur Planung und Berechnung von Strukturen. Mithilfe dieser Normenreihe ist es möglich, die Anforderungen im Hinblick auf Stabilität und Nutzungssicherheit zu erfüllen, die nach der Bauprodukttrichtlinie gelten. Eurocode 6 besteht aus der Normenreihe NBN EN 1996-x für Mauerwerkstrukturen. Die veröffentlichten Normen können erst dann in der Praxis eingesetzt werden, wenn ihre nationalen Anlagen (ANB) offiziell veröffentlicht wurden. Die Norm NBN EN 1996-1-1 enthält allgemeine Bestimmungen für Konstruktionen aus armiertem und nicht armiertem Mauerwerk. Sobald diese Norm gemeinsam mit ihrer nationalen Anlage (NBN EN 1996-1-1 ANB) im Belgischen Staatsblatt veröffentlicht wird, tritt sie an die Stelle der Vornormen NBN ENV 1996-1-1 und -3, ihrer nationalen Anwendungsdokumente (NAD) und der alten belgischen Norm NBN B 24-301.

In der oben genannten nationalen Anlage werden nationale Parameter (NDP) für die Sicherheitskoeffizienten (je nach verwendeten Materialien und Ausführungsklassen), für die Druck-, die Scher- und die Biegestabilität niedergelegt.

1 DRUCKSTABILITÄT

Die typische Druckstabilität bei Mauerwerk f_k (in N/mm^2 , Fraktile von 5 %) kann nach Eurocode 6 nicht nur durch Versuche bei kleinen

Wänden nach der Norm NBN EN 1052-1, sondern auch anhand folgenden Vergleiches ermittelt werden: $f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$. Dabei gilt Folgendes:

- K, α, β : nationale Parameter (siehe Tabelle), je nach Gruppe (¹) und Typ des Mauersteins (Backstein, Kalksandstein, (Zell-)Beton), des Mörtels (Klebemörtel oder Mörtel für allgemeine Verwendung) und der Fugenfüllung
- f_m : mittlere Druckstabilität des Mörtels nach der Norm NBN EN 1015-11
- f_b : normierte mittlere Druckstabilität der Mauersteine nach der Norm NBN EN 772-1.

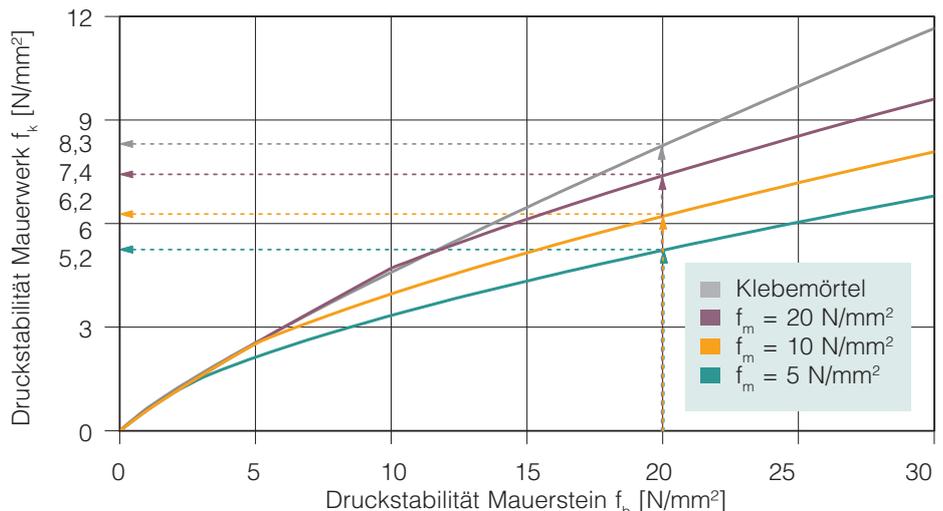
Für die Bestimmung der Druckstabilität bei Mauerwerkprodukten (f_m und f_b) verweisen

wir auf den gleichnamigen Artikel aus WTB-Kontakt Nr. 24. Aus der unterstehenden Darstellung ergibt sich, dass der Einfluss des Mörtels kleiner ist als der Einfluss des Mauersteins. Auf geklebtem Mauerwerk (mit einer Fugenstärke von ≤ 3 mm) übt der Mörtel überhaupt keinerlei Einfluss mehr aus, und zwar aufgrund seiner geringen Stärke ($\beta = 0$ ergibt $f_m^\beta = 1$).

2 TRAGFÄHIGKEIT

Die Tragfähigkeit der Mauerwand wird nicht nur von der Druckstabilität f_k , sondern auch von anderen Faktoren bestimmt, etwa den Sicherheitskoeffizienten, den Belastungen, der Exzentrizität und der Schlankheit (?). ■

Druckstabilität bei Mauerwerk f_k , abhängig von der Druckstabilität des Elements f_b und dem verwendeten Mörtel (z.B. für einen Betonmauerstein der Gruppe 2).



Werte für K, α und β bei den gängigsten Gruppen im Sinne der nationalen Anlage NBN EN 1996-1-1 ANB.

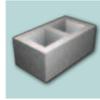
Mauersteine aus		Mörtel für gängige Anwendungen			Klebemörtel (Bandfuge $\geq 0,5$ mm und ≤ 3 mm)		
		K	α	β	K	α	β
Backstein	Gruppe 2 (*)	$0,50 \times (\delta)^{-0,65}$	0,65	0,25	$0,50 \times (\delta)^{-0,80}$	0,80	0
Kalksandstein	Gruppe 1	0,60	0,65	0,25	0,80	0,85	0
Beton	Gruppe 2	0,50	0,65	0,25	0,65	0,85	0
Zellenbeton	Gruppe 1	0,60	0,65	0,25	0,80	0,85	0

(*) δ ist der Formfaktor, wie er in der Norm NBN EN 772-1 definiert wird.

(¹) Die Gruppe hängt nicht nur vom Prozentanteil und der Orientierung der Perforationen ab, sondern auch von den Stärken der Innen- und Außenwände; die Angabe erfolgt in den technischen Merkblättern der Hersteller. Während Gruppe 1 alle Elemente ohne Perforationen enthält, umfassen die Gruppen 2 und 3 Elemente mit einem zunehmenden vertikalen Perforationsgrad; zur Gruppe 4 gehören Elemente mit horizontalen Perforationen. Zur vollständigen Definition der Gruppen verweisen wir auf Eurocode 6.

(²) Berechnungsbeispiele finden sich im Syllabus ‚Eurocodes 2010-2011. Module 4 – Session 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie‘, herausgegeben am 16. Juni von der FABI in Zusammenarbeit mit dem WTB.

Traditionell verwendet man in Belgien für Boden- und Wasserschutzkonstruktionen in der Hauptsache Dämmwände, Pfahlwände, Berliner Wände usw. Seit Anfang des neuen Jahrtausends gibt es dafür allerdings auch eine neue Technik auf dem belgischen Markt: die Wände vom Typ ‚Soil Mix‘.



✍ P. Ganne, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium ‚Bodenmechanik und Monitoring‘, WTB
 N. Huybrechts, Ir., Abteilungsleiter, Abteilung ‚Geotechnik‘, WTB
 F. De Cock, Ir., Geotechnical Expert Office, Geo.be
 B. Lameire, Ing., Association belge des entrepreneurs de fondation (ABEF)
 J. Maertens, Prof. Ir., K.U.Leuven

Die ‚Soil Mix‘-Technik besteht darin, vor Ort Erdreich mit einem zementgebundenen Bindemittel zu vermischen, um eine Schutzstruktur zu erhalten. So werden je nach verwendetem System zylinderförmige Säulen oder rechteckige Paneele gebildet. Diese Säulen oder Paneele werden nebeneinander aufgestellt, allerdings einander überschneidend (Secans) ausgeführt (siehe Abbildung 1), sodass eine durchlaufende Wand vom Typ ‚Soil Mix‘ errichtet wird. Vor dem Aushärten werden einige stählerne H- oder I-Profile in das ‚Soil Mix‘-Material eingesetzt, deren Zweck es ist, die Scher- und Biegekräfte in der Stützstruktur aufzunehmen.



Abb. 1 Wand vom Typ ‚Soil Mix‘ mit Boden- und Wasserschutzfunktion.

Stützwände vom Typ ‚Soil Mix‘

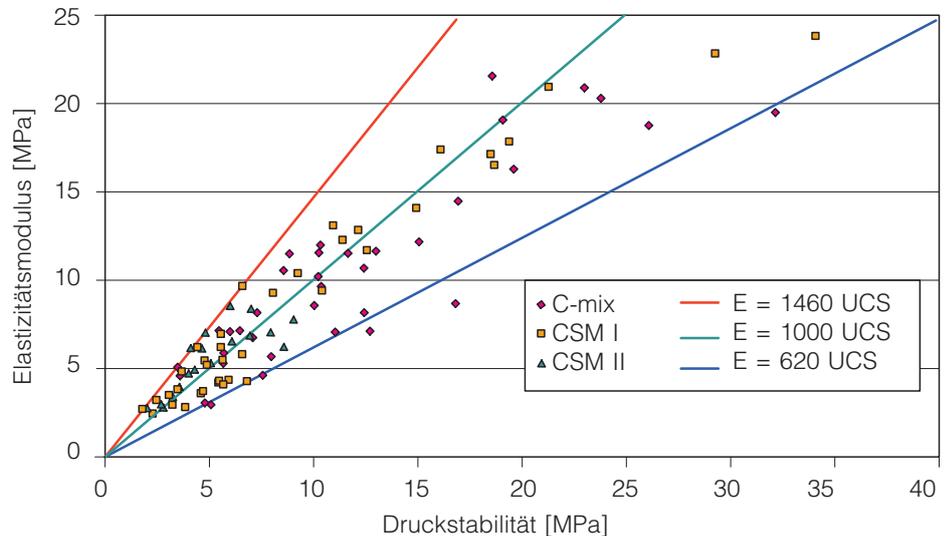


Abb. 2 Verhältnis zwischen Elastizitätsmodulus und Druckstabilität bei Kernen vom Typ ‚Soil Mix‘, abhängig vom Verfahren.

Die wichtigsten Parameter, die die Errichtung von Wänden des Typs ‚Soil Mix‘ beeinflussen können, sind unter anderem die Druckstabilität und der Elastizitätsmodulus des ‚Soil Mix‘-Materials, die bei der Planung des Bauobjekts berücksichtigt werden müssen. Im Rahmen der pränormativen Forschung über Baugrubensicherungstechniken (mit der finanziellen Unterstützung des FÖD Wirtschaft und des NBN) wurden bislang rund 950 Drucktests und 100 Elastizitätstests bei vor Ort gebohrten ‚Soil Mix‘-Kernen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde das folgende Testverfahren ausgeschrieben und validiert:

- Durchführung der Drucktests (NBN EN 206-1) bei ‚Soil Mix‘-Kernen mit einem Verhältnis bei Höhe/Durchmesser von 1
- Ausschluss der Ergebnisse der Drucktests bei Proben mit Erdeinschlüssen von mehr als 1/6 des Durchmessers, dies unter der Bedingung, dass nicht mehr als 15 % der Testmuster ausgeschlossen werden
- Bestimmung des statischen Elastizitätsmodulus (im Sinne der Norm NBN B 15-203) bei ‚Soil Mix‘-Kernen mit einem Verhältnis bei Höhe/Durchmesser von 2
- Berechnung des Elastizitätsmodulus auf der Grundlage der Verformung, gemessen bei einer zyklischen Belastung des Teststücks (Secans-Elastizitätsmodulus).

Bei den so durchgeführten Laboratoriumstests ist deutlich geworden, dass:

- die Druckstabilität des ‚Soil Mix‘-Materials eine erhebliche Bandbreite aufweist, auch dann, wenn die Teststücke aus der gleichen Wand stammen

- die Druckstabilität des ‚Soil Mix‘-Materials (Größenordnung zwischen 3 und 35 MPa) von der verwendeten Bodenart abhängt
- es für die Bestimmung des charakteristischen Werts der Druckstabilität besser ist, sich für eine lognormale Verteilung der individuellen Druckstabilitätswerte und nicht für eine Gaussverteilung zu entscheiden
- der Elastizitätsmodulus des ‚Soil Mix‘-Materials etwa um einen Faktor 620 bis 1460 über der Druckstabilität liegt (Abbildung 2).

Die Frage im Zusammenhang mit einer geeigneten mechanischen Berechnungsmethode für Strukturen vom Typ ‚Soil Mix‘, die die Heterogenität des Erdreichs und der Erdreichseinschlüsse berücksichtigt, bleibt derzeit allerdings noch unbeantwortet. Daher hat das WTB Ende 2009 ein zusätzliches Forschungsprojekt ins Leben gerufen, bei dem den folgenden Elementen besondere Aufmerksamkeit gilt:

- der Druckstabilität der Strukturen vom Typ ‚Soil Mix‘ unter Berücksichtigung des Einflusses der Erdreichseinschlüsse
- der Haftung zwischen dem ‚Soil Mix‘-Material und den Stahlmierungselementen
- der Dauerhaftigkeit des ‚Soil Mix‘-Materials
- der Durchlässigkeit des ‚Soil Mix‘-Materials. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010

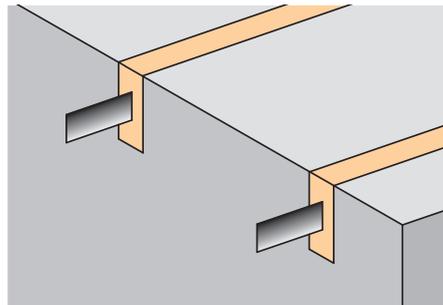
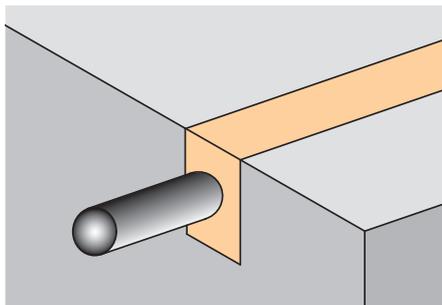
Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Die klassische Klebearmierungstechnik besteht darin, Stahlplatten oder kohlenstofffaserverstärkte Elemente (*fibre reinforced polymers*, FRP) mithilfe eines geeigneten Epoxy-Klebers auf der Betonoberfläche zu verkleben. Diese Technik wird regelmäßig zur Stabilisierung vorhandener Betonstrukturen eingesetzt. Dieser Artikel bietet einen Überblick über die aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich.



Geklebte Betonarmierung: aktuelle Entwicklungen

Darstellung eines *near surface mounted system* mit Stäben (links) und mit Streifen (rechts).



✍ F. Van Rickstal, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium 'Strukturen', WTB
B. Dooms, Ir., Projektleiter, Laboratorium 'Betontechnologie', WTB
W. Figeys, Dr. Ir., K.U.Leuven
B. Debbaut, Ing., UGent

1 NEAR SURFACE MOUNTED SYSTEMS

Bei den *near surface mounted systems* (NSM) werden die zusätzlichen Armierungen (bestehend aus Streifen oder Stäben aus Stahl oder faserverstärkten Kompositen) nicht auf den Beton, sondern in den Beton eingesetzt (siehe Abbildung). Sie werden in ausgefräste Rinnen versenkt, in die viskoser Epoxy-Kleber eingebracht wurde. Weil die Armierungen versenkt liegen, sind sie gegen mechanische Beschädigungen und Feuer besser geschützt.

2 STEEL CORD REINFORCED POLYMERS

Steel cord reinforced polymers (SCRPs) bestehen aus dünnen, hochwertigen Stahldrähten oder Stahlkabeln, die mithilfe von Kunststoffdraht zu einem unidirektionalen Gewebe zusammengesamt und vor Ort mit einem Epoxy-Harz imprägniert werden.

Diese Technik hat zahllose Vorteile im Bereich der Vorspannung und der mechanischen Verankerung und bietet überdies eine gute Widerstandsfähigkeit gegen potenzielle mechanische Beschädigungen.

3 MULTIDIREKTIONALE FASER-KOMPOSITE

Der Begriff 'multidirektionale Faserkomposite' (mFRP) weist auf Kompositelemente hin, bei denen die Fasern in mehrere Richtungen verarbeitet werden.

Solche Materialien haben einen eher isotropen Charakter, wodurch sie – im Gegensatz zu uni-

direktionalen Faserkompositen – mechanisch mit Schrauben verankert werden können.

4 TEXTILE REINFORCED MORTARS

Textile reinforced mortars (TRM) können als Kombination aus industriellem Textil in Form eines offenmaschigen Gewebes und eines geeigneten zementgebundenen Mörtels beschrieben werden. Solche Systeme führen zwar zu einer geringeren Stabilisierung als klassische Epoxy-gebundene Systeme, aber sie sind in höherem Maße brandbeständig. *Textile reinforced mortars* eignen sich außerdem hervorragend für die Umwicklung von Stützen.

5 VORSPANNUNG MITTELS NACHGEDEHNTER ARMIERUNG

In manchen Fällen kann es vorteilhaft sein, die externe Armierung (Faserkomposite, SCRPs usw.) als Vorspannarmierung einzusetzen. Das geschieht, indem die Armierung in nachgedehntem Zustand mit der Betonoberfläche verbunden wird. Um die Befestigung am Beton zu gewährleisten, sind mechanische Hilfsmittel erforderlich. Da die Fasern bei dieser Technik effizienter eingesetzt werden, kann man eine gleichartige Verstärkung wie bei nicht vorgespannten Systemen erzielen. Außerdem verbraucht man weniger Material.

6 STRAP-SYSTEME

Das Biegen vorgefertigter Lamine in einer klassischen Stärke (± 1 mm) über einen be-

grenzten Krümmungsradius ist nicht einfach und führt gewöhnlich zu Spannungskonzentrationen an den Biegestellen. Um hier Abhilfe zu schaffen, bedient man sich beim *Strap*-System dünner Lamine mit Thermoplastmatrix, die mehrschichtig ohne Befestigung untereinander gewickelt werden. Die Befestigung wird später durch Erwärmung der Elemente erreicht.

7 SCHLUSSFOLGERUNG

Geklebte Armierung ist ein effizientes Mittel, um Betonstrukturen zu stabilisieren. Obschon diese Technik nicht neu ist und recht häufig eingesetzt wird, finden die aktuellen Entwicklungen nicht immer gleich schnell ihren Weg auf dem Renovierungsmarkt.

Daher hat das WTB in Zusammenarbeit mit dem Laboratorium Reyntjens von der K.U.Leuven und dem Laboratorium Magnel von der UGent den Technologischen Beratungsdienst 'Nouvelle génération d'armatures collées pour béton' ins Leben gerufen, der sich damit beschäftigt, diese neuen Techniken durch Informierung und Sensibilisierung zu fördern. Dieser Beratungsdienst wird von der Flämischen Region subventioniert und kann auf die Mitarbeit des FEREB und von Infobeton.be zählen. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010

Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Seit 2005 kann Spritzbeton nach den Spezifikationen der Norm NBN EN 14487-1 vorgeschrieben werden.



Gegebenenfalls müssen auf dem Bestellschein einige Daten eingetragen werden, die im Folgenden beschrieben werden.

✂ V. Pollet, Ir., stellvertretender Abteilungsleiter 'Materialien, Technologie und Hülle', WTB

J. Piérard, Ir., stellvertretender Laboratoriumsleiter 'Betontechnologie', WTB

In den meisten Lastenheften wird Spritzbeton anhand folgender Werte spezifiziert:

- minimaler Zementgehalt (durchweg 350 kg/m³ bei Beton, der nach der Trockenmethode gespritzt wird und 375 kg/m³ bei Beton, der nach der Feuchtmethode gespritzt wird)
- Druckstabilität nach 14 Tagen und nach 28 Tagen (mindestens 30 N/mm² oder 45 N/mm², je nach Einsatz)
- Haftstärke nach 14 Tagen und nach 28 Tagen (1,5 N/mm² oder 2 N/mm² je nach Einsatz).

Seit 2005 muss man allerdings idealerweise die Norm NBN EN 14487-1 'Spritzbeton. Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität' als Referenzdokument für das Vorschreiben dieses Betontyps heranziehen. Diesem Dokument zufolge muss der Bestellschein für den Beton 'mit spezifizierten Eigenschaften' – neben dem Hinweis auf die fragliche Norm – auch die Konsistenzklasse (A), die Druckstabilitätsklasse (B), die Umgebungs-klasse (C), die Chloridgehaltsklasse (D), die Inspektionsklasse(n) (E), die Kornabmes-sung (F), die Reststabilität oder das Energieab-sorptionsvermögen im Falle von faserverstärk-tem Beton (G) und eventuell noch eine Reihe zusätzlicher Anforderungen (H) enthalten.

So sollte ein Beton, der nach der Feuchtmethode gespritzt und beispielsweise für die Reparatur eines Tunnels bestimmt ist, wie folgt spezifiziert werden können: Spritzbeton S1, C35/45, EE4, Cl 0,40, Inspektionsklasse 3 (Tunnel), D_{max} 8, ergänzende Anforderungen: minimale Haftstabilität nach 28 Tagen 2 N/mm². ■



NÜTZLICHE INFORMATIONEN

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes 'Mise en œuvre des bétons spéciaux' verfasst, der vom Service public de Wallonie bezuschusst wird.

Spritzbeton vorschreiben

A. Wahl der Konsistenzklasse (Beton, der vor dem Spritzen nach der Feuchtmethode angesetzt wird)

Klasse	Setzmaß („slump“) [mm]	Klasse	Schüttmaß („flow“) [mm]	Klasse	Zeit Vebe [s] (¹)
S1	10 bis 40	F1	≤ 340	V0	≥ 31
S2	50 bis 90	F2	350 bis 410	V1	30 bis 21
S3	100 bis 150	F3	420 bis 480	V2	20 bis 11
S4	160 bis 210	F4	490 bis 550	V3	10 bis 6
S5	≥ 220	F5	560 bis 620	V4	5 bis 3
–	–	F6	≥ 630	–	–

B. Wahl der Druckstabilitätsklasse C f_{ck,cyl}/f_{ck,cub} (²)

C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115

C. Wahl der Umgebungs-klassen(n) (siehe 'Les Dossiers du CSTC', 2006/2.10)

E0	EI	EE1	EE2	EE3	EE4	ES1	ES2	ES3	ES4	EA1	EA2	EA3
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

D. Wahl der Chloridgehaltsklasse

Cl 1,00	Nicht armierter Beton (Chloridgehalt ≤ 1,0 %)
Cl 0,40	Armierter Beton (mit glasfaserarmiertem Beton) (Chloridgehalt ≤ 0,4 %)
Cl 0,20	Vorgespannter Beton (Chloridgehalt ≤ 0,2 %)

E. Wahl der Inspektionsklasse

Inspektionsklasse 1	Die Eigenschaften und die Häufigkeit der Inspektion müssen entsprechend dem Risikoniveau und der theoretischen Lebensdauer der Bauten gewählt werden. Wenn normative Spezifikationen fehlen, gelten die Anforderungen aus dem Lastenheft.
Inspektionsklasse 2	
Inspektionsklasse 3	

F. Wahl der nominalen größten Kornabmessung D_{max} (gewöhnlich begrenzt auf 12 mm bei Spritzbeton)

D _{max} muss gewählt werden aus:	6	8	10	11	12	14	16	20	22	32	40	45	63
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

G. Wahl der Reststabilität oder des Energieabsorptionsvermögens (faserverstärkter Beton)

Verformung	Durchbiegung [mm]	Minimales Stabilitätsniveau [MPa]			
		S1	S2	S3	S4
D1	0,5 bis 1				
D2	0,5 bis 2	1	2	3	4
D3	0,5 bis 4				

Beispiel: Die Klasse D2S2 bedeutet, dass die Stabilität über 2 MPa bei einer Durchbiegung zwischen 0,5 und 2 mm liegen muss.

Energieabsorptionsklasse	Energieabsorption bei einer Durchbiegung ≤ 25 mm
E500	500 J
E700	700 J
E1000	1000 J

H. Ergänzende Anforderungen (je nach Verwendung)

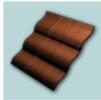
Für die Umgebungs-klassen E0, EI und EE1 wird ein minimaler Zementgehalt von 300 kg/m³ verlangt. Andere Beispiele für Anforderungen: HSR-Zement, Entwicklung der Stabilität in jungem Lebensalter bei Schutzstrukturen, Haftstabilität bei Reparaturen, Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen von Wasser, Frost- und Tauwiderstand (mit oder ohne Tausalze).

(¹) Für faserverstärkten Spritzbeton gilt, dass die Konsistenz nach der Norm NBN EN 12350-3 (Vebe-Test) ermittelt wird.

(²) f_{ck,cyl} = charakteristische Druckstabilität bei einem Zylinder mit einer Höhe von 300 mm und einem Durchmesser von 150 mm (in N/mm²).

f_{ck,cub} = Druckstabilität bei einem Kubus mit einer Seitenlänge von 150 mm (in N/mm²).

Bestimmte Hersteller von Isoliermaterialien legen nicht nur auf den Widerstand ihrer Produkte großen Wert, sondern sie behaupten auch, diese seien in der Lage, die thermische Phasenverschiebung zu steigern und den Sommerkomfort im Inneren des Hauses zu verbessern. Aber ist das auch in der Praxis so?



✍ O. Gerin, Ir., Forscher, Abteilung 'Energie und Gebäude', WTB

Die Volumen-Wärmekapazität eines Materials erlaubt es, die Wärmemenge zu bestimmen, die notwendig ist, um die Temperatur eines einzigen Kubikmeters dieses Materials um 1 Kelvin zu erhöhen. Dies wird ausgedrückt in $J/m^3 \cdot K$, was dem Produkt der Volumenmasse (ρ) und der spezifischen Wärmekapazität (oder spezifischen Wärme, C_p) entspricht. Übertragen auf eine Wand (mehrere Materialschichten), einen Raum oder ein Gebäude stellt die Wärmekapazität die Wärmemenge dar, die gespeichert wird, wenn die Temperatur um ein Grad ansteigt.

Da der Wärmeaustausch zwischen den Gebäudewänden und der Umgebung dynamisch (nicht statisch) erfolgt, – je nach den Außen-

(Temperatur, Sonneneinstrahlung usw.) und Innenbedingungen –, muss man perfektionierte Hilfsmittel zur Hand haben (z.B. ein Programm für dynamische Simulationen), um den Effekt der Wärmekapazität eines Materials auf das Innenklima eines Gebäudes einschätzen zu können. Das WTB prüfte daher den tatsächlichen Einfluss, den die Entscheidung für ein bestimmtes Isoliermaterial auf den Sommerkomfort im Inneren des Hauses hat, indem eine dynamische Simulation eines Dachbodens durchgeführt wurde, der 15 Tage lang einer Hitzewelle ausgesetzt war.

Auf dem belgischen Markt gibt es eine Vielzahl von Dachisoliermaterialien. Für diese Studie haben wir uns auf den Vergleich zweier Isoliermaterialien mit stark abweichender Wärmekapazität (siehe Tabelle) beschränkt, um sicherzustellen, dass unsere Ergebnisse das thermische Verhalten der meisten der am Markt erhältlichen Isoliermaterialien widerspiegeln.

Wärmekapazität bei Isoliermaterialien und Risiko der Überhitzung

Thermische Merkmale der untersuchten Isoliermaterialien.

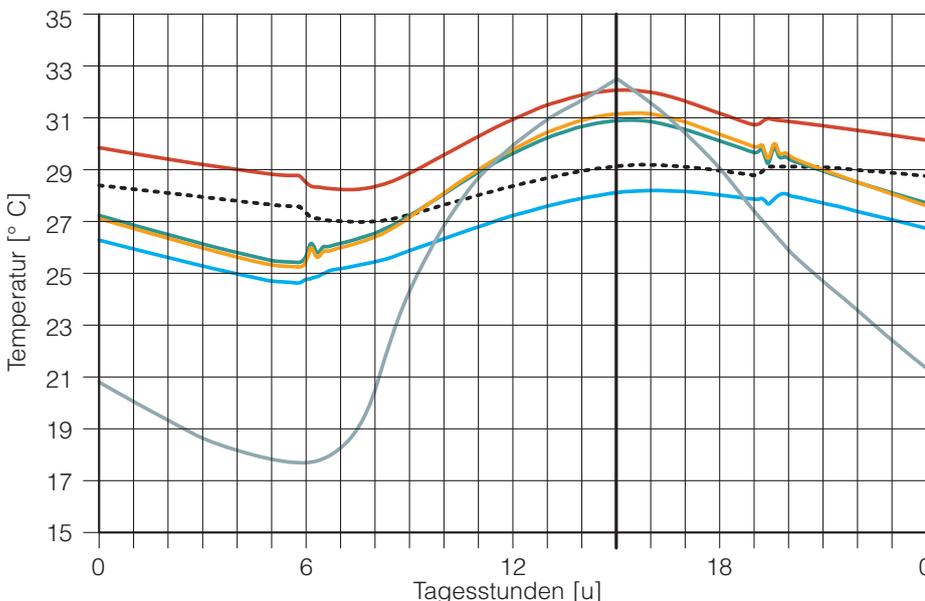
Isolierung	λ [W/m.K]	Dichtigkeit [kg/m ³]	Spezifische Wärme [J/kg.K]
Holz- wolle (WW)	0,039	55	2000
Mineral- wolle (MW)	0,035	25	1030

Neben der Art des Isoliermaterials haben wir auch den Einfluss der Stärke (6, 18 und 30 cm) und einer Reihe anderer Parameter, etwa interne Einträge, Vorhandensein von Sonnenschutzvorrichtungen oder Einsatz intensiver nächtlicher Belüftung, untersucht.

Die nebenstehende Grafik stellt die Simulationsergebnisse dar, die wir mit einem Isoliermaterial von 18 cm Stärke mit oder ohne intensive nächtliche Belüftung und mit oder ohne Sonnenschutz außen erzielt haben. Man stellt fest, dass die Ergebnisse beim Innenkomfort bei einem gleichartigen Widerstand die gleiche Größenordnung aufweisen, und dass der Einfluss der Art des Isoliermaterials (grüne und gelbe Kurve) wesentlich geringer ist als der der Belüftung (rote Kurve) oder der eines geeigneten Sonnenschutzes (blaue Kurve).

Die Art des Isoliermaterials hat nach diesen Simulationen nur wenig Einfluss auf den thermischen Komfort im Sommer. Die Einschränkung des Risikos einer Überhitzung ist in der Hauptsache auf die Reduzierung der Sonneneinträge (dank der äußeren Sonnenschutzvorrichtungen und einer guten Isolierung) und der inneren Einträge sowie intensive nächtliche Belüftung zurückzuführen. Auch das Vorhandensein einer hohen zugänglichen thermischen Masse (Decke, Boden usw.) spielt dabei eine Rolle. ■

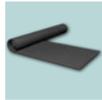
Simulation der Innentemperatur eines Dachraums, isoliert mit 18 cm dickem Isoliermaterial.



- Lufttemperatur im Dachraum, WW, ohne nächtliche Belüftung, ohne Sonnenschutz
- - - - - Lufttemperatur im Dachraum, WW, ohne nächtliche Belüftung mit Sonnenschutz
- Lufttemperatur im Dachraum, WW, mit nächtlicher Belüftung, ohne Sonnenschutz
- Lufttemperatur im Dachraum, MW, mit nächtlicher Belüftung, ohne Sonnenschutz
- Lufttemperatur im Dachraum, WW, mit nächtlicher Belüftung und Sonnenschutz
- Außentemperatur

 www.wtb.be
LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010
Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Es wird gerade eine Technische Information erarbeitet, die der mechanischen Befestigung der Isolierung und der Abdichtung auf profilierten Stahlplatten gewidmet ist. Diese TI geht näher auf die Besonderheiten dieser Befestigungstechnik bei Flachdächern ein und stellt eine Ergänzung zu den Empfehlungen aus der TI 215 dar. So beschäftigt sie sich speziell mit dem Einfluss des Windes auf die thermische Isolierung und das Abdichtungssystem, und zwar im Sinne der Norm NBN EN 1991-1-4 'Windlasten auf Tragwerke' und ihrer nationalen Anlage (ANB), die in Kürze veröffentlicht werden wird. In diesem Artikel liegt besonderes Gewicht auf der Auswahl der Schrauben und der Verteilerplättchen, je nach Wärmeisoliermaterial.



L. Lassoie, Ing., Leiter der Abteilung 'Schnittstelle und Beratung', WTB

1 BELASTUNGEN AUF DEM ISOLIER- UND ABDICHTUNGSSYSTEM

Neben den zyklischen Belastungen, die durch Wind entstehen, geht das Begehen eines Daches aus profilierten Stahlplatten mit einer Reihe von Nutzungsbelastungen einher. Dabei handelt es sich insbesondere um Folgendes:

- verschiedene Belastungen, die bei der Arbeit aufgrund der vorübergehenden Lagerung von Materialien, der Durchführung der Arbeiten und das Begehen durch die Dachdecker entstehen
- periodische Belastungen infolge der Inspektion und Wartung der Abdichtung
- regelmäßige oder zufällige Belastungen infolge von Wartungs- und Reparaturarbeiten an den über das Dach zugänglichen Anlagen

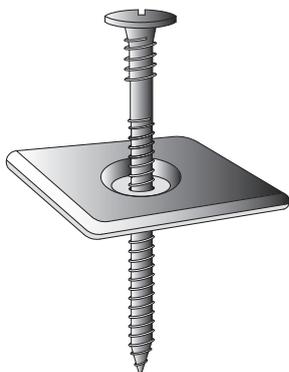


Abb. 1 Schraube mit einem zusätzlichen hohen Gewinde unter dem Schraubkopf.

Mechanisch befestigte Flachdächer: Schrauben und Verteilerplättchen

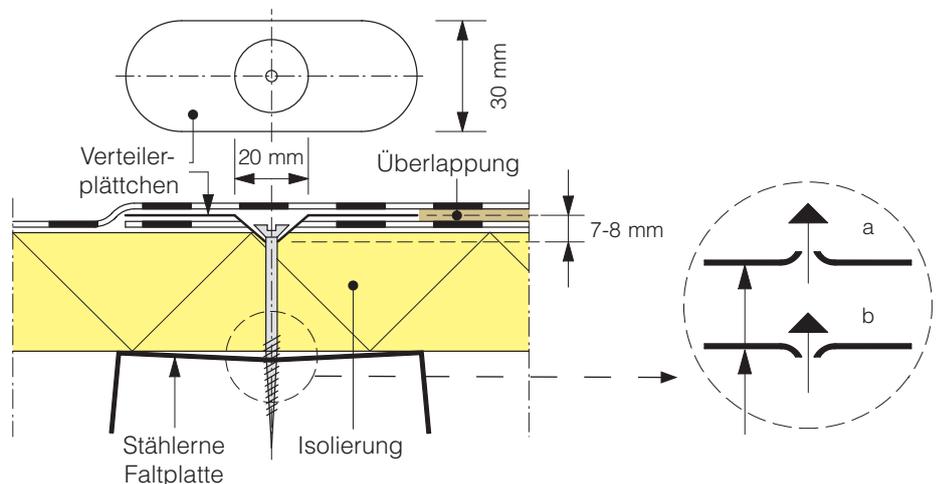


Abb. 2 Eindrücken des Schraubkopfs in das Verteilerplättchen (links) und Verformung der profilierten Stahlplatte in Höhe einer Befestigung (rechts, der Pfeil zeigt die Ablöserichtung bei stürmischem Wetter).

gen (Luftableitung, Klimasteuerung, Sonnensysteme usw.).

Die Abdichtung und die Isolierung müssen bestimmte Anforderungen erfüllen, und zwar je nach voraussichtlicher Nutzungsbelastung. So muss die Abdichtung unter anderem Widerstandsfähigkeit im Hinblick auf dynamische und statische Punktbelastungen bieten. Die Isolierung ihrerseits muss gute Widerstandsfähigkeit im Hinblick auf Eindrücken und konzentrierte Belastungen bieten. Außerdem muss sie in der Lage sein, die Belastung auf homogene Weise zu verteilen.

2 WAHL DER SCHRAUBEN UND DER VERTEILERPLÄTTCHEN

Ein mechanisch befestigtes Flachdachsystem (Isolierung und/oder Abdichtung) verlangt eine hinreichende Zahl von Befestigungspunkten. Diese Zahl wird auf der Grundlage folgender Elemente bestimmt:

- Belastungen, die durch Wind auf den Isolierplatten und dem Abdichtungssystem entstehen
- Widerstandsfähigkeit der Schrauben gegen Nachgeben.

Darüber hinaus ist es wichtig, sich für einen Dachaufbau zu entscheiden, der mit der ins Auge gefassten Anwendung und dem Belastungsniveau zu vereinbaren ist, das durch die Nutzungsbelastungen erzeugt wird. In diesem

Kontext scheint es uns sinnvoll zu sein, Produkte auszuwählen, für die es eine Technische Zulassung im Rahmen der ins Auge gefassten Anwendung gibt.

Auf einem mechanisch befestigten Dach, das begehbar ist, muss außerdem das spezielle Phänomen der Fußbelastung in Höhe der Schrauben und der Verteilerplättchen berücksichtigt werden. Die Abdichtung kann einer erheblichen Verformung unterliegen, wenn die Isolierung zusammendrückbar ist und wenn sie in Höhe der Befestigung eingedrückt wird.

Die Form der Verteilerplättchen muss den Schrauben und dem Grad entsprechen, in dem die Isolierung zusammengedrückt werden kann. Im Falle flexibler Isolierplatten wird zudem empfohlen, Schrauben zu wählen, die mit einem zusätzlichen hohen Gewinde unter dem Schraubkopf versehen sind (siehe Abbildung 1). Dieses Gewinde erlaubt es, die Schraube zusammen mit dem Verteilerplättchen zu verankern (bessere Kraftverteilung bei der Verarbeitung), sodass der Schraubkopf die Abdichtung nicht durchbohrt, wenn das Plättchen unter Druck steht.

Bei Verwendung von wenig zusammendrückbaren Isoliermaterialien (z.B. EPB, PF) oder von Isoliermaterialien, die mit einer steifen Kaschierung (Aluminium) versehen sind, sollte man hingegen Verteilerplättchen mit einer geeigneten Form verwenden, wobei diese flach sind und in vollständigen Kontakt mit der Isolierung stehen.



Abb. 3 Ablösen der Schraube bei stürmischen Wetter.

rung gebracht werden können. Wenn das nicht geschieht, ist viel Kraftaufwand notwendig, um die ‚Delle‘, die den Schraubkopf umgibt (siehe Abbildung 2) in die Isolierung zu drücken, wodurch das Risiko eines zu starken Anziehens

der Befestigung und infolgedessen der Verformung (siehe Abbildungen 2a und 3) der Stahlplatte erheblich zunimmt. Diese Erscheinung hat zur Folge, dass der Auszugswiderstand der Befestigungen zuweilen stark zurückgeht und die Windstabilität der Abdichtung und/oder der Wärmeisolerplatten in Gefahr geraten kann.

Wenn man die Kraft, die zum Eindringen der ‚Delle‘ in die Isolierung notwendig ist, hingegen begrenzen würde, dann kann es passieren, dass der Schraubkopf nicht hinreichend versenkt ist und dass das Verteilerplättchen nicht mehr vollständig im Kontakt mit der



Abb. 4 Konkaves Verteilerplättchen.



Abb. 5 Flaches Verteilerplättchen mit kleiner Delle.

Isolierung steht. Ein zu weit herausragender Schraubkopf führt unvermeidlich zu einem erhöhten Stanzrisiko bei der Membran, während das unzureichende Andrücken des Verteilerplättchens dafür sorgen kann, dass es sich hin und her zu verschieben beginnt, und zwar rund um die Befestigung. Diese beiden Phänomene können mit dem Durchbohren und/oder Reißen der Dichtungsmembran einhergehen.

Die Form der Verteilerplättchen muss infolgedessen an die Zusammendrückbarkeit der Isoliermaterialien angepasst sein. Bei der Anbringung einer Isolierung aus expandiertem Perlit (EPB) oder aus Resolschaum (PF) oder aber von Platten mit einer steifen Kaschierung (Aluminium usw.) wird daher empfohlen, konvexe Plättchen (siehe Abbildung 4) oder Plättchen mit einer weniger ausgeprägten konischen Form (siehe Abbildung 5) zu verwenden. Die Form der Stahlplatte in Höhe der Verformungen wird in der Abbildung 2b (S. 7) dargestellt.

Wir möchten darauf hinweisen, dass sich die konvexen Verteilerplättchen infolge ihrer spezifischen Form stets durch das Abdichtungssystem hindurch abzeichnen können. ■

Aus den Statistiken der Abteilung ‚Technische Gutachten und Beratung‘ ergibt sich, dass die Zahl der Fragen im Zusammenhang mit hölzernen Außenelementen in den letzten Jahren immer größer geworden ist. Daher hat sich das WTB auf Wunsch des Technischen Komitees ‚Schreinerarbeiten‘ mit der Abfassung einer Technischen Information zu diesem Thema beschäftigt. Wenn wir die Beratung im Zusammenhang mit hölzernen Fassadenverkleidungen genauer anschauen, müssen wir feststellen, dass ein großer Teil der Fragen mit dem Aussehen und vor allem mit dem Thema der Fleckenbildung zusammenhängt.



In diesem Artikel beschäftigen wir uns speziell mit dem Problem der Bildung brauner Flecken auf Fassadenverkleidungen aus Zedernholz.

1 HALTBARKEIT

Zunächst ist anzumerken, dass bei der Montage einer Außenverkleidung die Wahl einer Holzart mit hinreichender Haltbarkeit (Haltbarkeitsklasse I, II oder III) wichtig ist.

Auslaugung bei Fassaden aus Zedernholz

Ist diese Anforderung nicht erfüllt, wird es notwendig, das Holz mit einer Konservierung zu versehen, die den Einwirkungen von außen entspricht. Bei Zedernholz ist diese Anforderung der Haltbarkeit in der Regel kein Problem, weil das Kernholz die Haltbarkeitsklasse II hat. Die Verwendung eines ungeschützten (splintfreien) Zedernholzes birgt infolgedessen – selbst bei Außenanwendungen – kaum Risiken.

Man muss allerdings die Tatsache berücksichtigen, dass das Holz nach einiger Zeit als Folge fotochemischen Abbaus der Holzkomponenten (Zellulose, Lignin, Inhaltsstoffe) grau wird; dieser Abbau tritt durch Einwirkung der UV-Strahlung im Sonnenlicht auf. Dieses Grauwerden ist eine oberflächliche Erscheinung ohne Auswirkungen auf die Haltbarkeit. Dennoch kann das Holz in einer städtischen Umgebung aufgrund der atmosphärischen Verunreinigungen stellenweise dunkel werden, wodurch es nicht mehr das erhoffte homogene silbergraue Aussehen hat.

✍ F. Caluwaerts, Ing., Hauptberater, Abteilung ‚Technische Gutachten‘, WTB
S. Charron, Ir., Projektleiter, Abteilung ‚Gebäudehülle und Schreinerarbeiten‘, WTB

2 FLECKENBILDUNG

Obschon es folgerichtig ist, dass das Holz eine Verdunklung aufweist, wenn es feucht wird, und dass es bei Trocknung bleicht, wird nicht selten eine störende Verfärbung angesprochen (siehe auch Artikel auf S. 10), die die Form dunkelbrauner Flecken auf der Holzoberfläche annimmt.

Diese Flecken sind auf die Auslaugung der Inhaltsstoffe im Holz zurückzuführen. Bei Befechten des Holzes werden diese Substanzen im Wasser aufgelöst und anschließend (insbesondere beim Trocknen) der Verdampfungsoberfläche der Bretter zugeführt. Wenn die Holzoberfläche dann in hohem Maße Regen ausgesetzt ist, können diese Substanzen allmählich abgespült werden. In besser geschützten Bereichen ist das nicht der Fall.

Wenn solche Flecken aus ästhetischen Gründen nicht hingenommen werden sollen, muss

man diese Erscheinung schon bei der Planung berücksichtigen, da sie fester Bestandteil verschiedener Holzarten ist, darunter auch *Western Red Cedar*.

3 ABHILFE

Wie oben bereits festgestellt wurde, sind die Inhaltsstoffe des Holzes wasserlöslich, wodurch man zunächst überlegen kann, die Holzfläche allein mit klarem Wasser zu reinigen.

Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass die Fleckenbildung in der oben genannten Weise nicht immer zweckmäßig beseitigt werden kann. Daher wurde beim WTB ein Testprogramm in die Wege geleitet, um festzustellen, welche Abhilfemittel nachträglich eingesetzt werden können. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche Zedernholzmuster mittels zyklischer Befeuchtung mit Flecken versehen und anschließend sieben unterschiedlichen Entfleckungsbehandlungen unterzogen. Bei der Wahl der Reinigungsprodukte wurden unter anderem deren Verfügbarkeit im Handel und deren Anwenderfreundlichkeit berücksichtigt.

Das Entfleckungsverfahren lässt sich in zwei Phasen gliedern:

- in der ersten Phase werden die Flecken gründlich mit einem Schwamm beseitigt, der mit einer der ausgewählten Lösungen getränkt wurde
- anschließend wird die Oberfläche gründlich mit einem Schwamm nachgereinigt, der mit klarem Wasser angefeuchtet wurde.

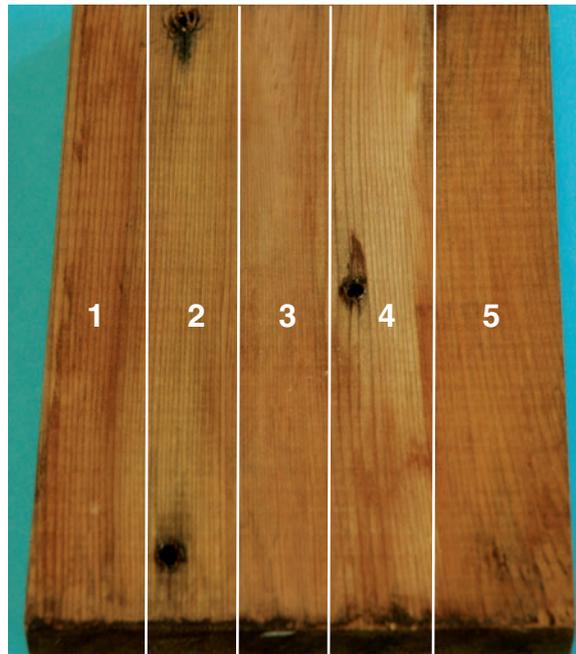
Nach der Reinigung werden dann die beiden folgenden Aspekte genauer in Augenschein genommen:

- Einfluss des benutzten Produkts auf das Aussehen der Holzoberfläche
- Reduzierung der Flecken.

Übersicht über die Ergebnisse, die mit bestimmten Lösungen erzielt wurden.

Getestete Lösung	Änderung des Aussehens der Holzoberfläche	Reduzierung der Flecken
Lösung aus verdünntem handelsüblichem Bleichwasser (150 ml/l Wasser)	Kein Einfluss	Sehr deutlich
Unverdünntes Sauerstoffwasser	Kaum Einfluss	Deutlich
Lösung einer nicht korrosiven Beimischung im Wasser	Kaum Einfluss	Mäßig
Stadtwasser	Kaum Einfluss	Vernachlässigbar
Lösung aus unverdünntem handelsüblichem Bleichwasser	Leichte Vergilbung des Holzes	(*)
Paste, angesetzt durch Vermischung von warmem, verdünntem handelsüblichem Bleichwasser mit Kreide	Leichte Bleichung des Holzes	(*)
Paste, angesetzt durch Vermischung von warmem, unverdünntem handelsüblichem Bleichwasser mit Kreide	Erhebliche Bleichung des Holzes	(*)

(*) Unter Berücksichtigung der erheblichen Änderung des Erscheinungsbildes der Holzoberfläche wurde die Effizienz dieser Lösungen bei der Reinigung im Zusammenhang mit den Flecken nicht bewertet.



Änderung des Erscheinungsbildes durch fünf der getesteten Reinigungsmethoden.

1. Verdünntes handelsübliches Bleichwasser
2. Unverdünntes handelsübliches Bleichwasser
3. Verdünntes Bleichwasser + Kreide
4. Unverdünntes Bleichwasser + Kreide
5. Unverdünntes Sauerstoffwasser

Die Tabelle unten zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse, die mit den verschiedenen eingesetzten Mitteln erzielt wurden.

Die Abbildung oben vermittelt eine Vorstellung von der Änderung des Aussehens, erzeugt durch fünf der getesteten Reinigungsmittel.

Die Tabelle unten macht deutlich, dass eine Lösung aus verdünntem handelsüblichem Bleichwasser die Möglichkeit schafft, die durch die Inhaltsstoffe erzeugten Flecken auf *Western Red Cedar* erheblich zu reduzieren.

Wenn der Fleck nach dieser Behandlung noch nicht verschwunden sein sollte, kann die Behandlung wiederholt werden. Wir möchten aber betonen, dass Holz ein natürliches und heterogenes Material ist, wodurch die

Zweckmäßigkeit der Behandlung von Planke zu Planke unterschiedlich sein kann. Im Falle sehr dunkler Flecken (dunkelbraun bis schwarz) kann ein vorheriges Abschleifen vor der Behandlung mit verdünntem Bleichwasser zu einer erheblichen Verbesserung des ästhetischen Erscheinungsbildes führen.

Es spricht für sich, dass eine erneute Befeuchtung des Holzes auch zu einer erneuten Auslaugung der Inhaltsstoffe mit allen sich daraus ergebenden Folgen führen kann. Infolgedessen kann es notwendig sein, die Reinigungsbehandlung einige Male zu wiederholen, bis der größte Teil der Inhaltsstoffe aus dem Holz verschwunden ist. Im Übrigen sollte man sich vorab vergewissern, dass die Planung und die Ausführung der hölzernen Fassadenverkleidung vorschriftsmäßig erfolgt sind (z.B. Belüftung an der Rückseite der Platten).

Unter Berücksichtigung der oben genannten Veränderungen des Erscheinungsbildes wird dringend empfohlen, vorab stets einen Versuch mit einer kleinen, weniger exponierten Oberfläche durchzuführen. So kann man feststellen, mit welchen Konzentrationen und Einwirkzeiten die besten Ergebnisse erzielt werden.

Zum Schluss möchten wir noch betonen, dass man bei der Reinigung der Holzoberfläche auf den Schutz der übrigen Fassadenteile achten sollte (z.B. Holzaußenelemente, Verglasungen usw.). ■



www.wtb.be
INFOMERKBLATT NR. 44

Für weitere Informationen gibt es das Infomerkblatt Nr. 44, das auf unserer Website zu finden ist.

Schreinerarbeiten im Außenbereich sind einer Reihe von Witterungseinflüssen ausgesetzt. In diesem Artikel bieten wir eine Übersicht über die wichtigsten Punkte, die bei der Abnahme von hölzernen Fassadenelementen (Türen und Fenstern) beachtet werden müssen, die gegebenenfalls mit den erforderlichen Deckschichten versehen sind. Im Dossier, das auf unserer Website zur Verfügung steht, können Sie gleichartige Empfehlungen für hölzerne Fassadenverkleidungen finden.



✍ G. Dekens, Lic., Forscher, Laboratorium 'Dach- und Fassadenelemente', WTB
S. Charron, Ir., Projektleiter, Abteilung 'Gebäudehülle und Schreinerarbeiten', WTB

1 ABNAHME

Hölzerne Fassadenelemente können in drei verschiedenen Verarbeitungsformen auf der Baustelle geliefert werden:

- Elemente, **die noch keine spezielle Deckschicht erhalten haben**, sondern die lediglich eine Grundierung haben, die in der Werkstatt aufgetragen wurde. Das Verhalten dieser Elemente kann nur dann gewährleistet werden, wenn sie innerhalb eines Monats ihre endgültige Deckschicht auf der Baustelle erhalten
- Elemente, **die eine Grundierung und eine oder mehrere Deckschichten in der Werkstatt erhalten haben**. Nach Beendigung des Bauprojekts kann man auf der Baustelle noch eine abschließende Deckschicht auftragen, um eventuell vorhandene geringfügige Beschädigungen zu beseitigen, die vor der Montage, während der Montage oder danach entstanden sind
- Elemente, **die in der Werkstatt eine Grundierung und alle erforderlichen Deckschichten erhalten haben**.

Abb. 1 Farbunterschiede, die typisch für eine Holzart sind.



Abnahme der Schreinerarbeiten aus Holz: Farbunterschiede und Verfärbungen

Nach dem Auftragen der Deckschichten können einige Merkmale des Holzes durch alle diese Deckschichten hindurch erkennbar bleiben. Diese dauerhaft sichtbaren Merkmale sind nicht als Mangel zu betrachten, sofern die Stärken der Deckschichten den Herstellervorschriften entsprechen.

Es ist zu empfehlen so schnell wie möglich nach Montage der hölzernen Außenelemente die vorläufige Abnahme durch den Auftragnehmer vornehmen zu lassen. Diese Abnahme stellt die Genehmigung der durchgeführten Arbeiten dar und kann im Baustellenbericht oder im Fortschrittsprotokoll vermerkt werden. Dieses Protokoll enthält eine genaue Beschreibung des Zustands der Holzelemente nach Montage.

Dank einer solchen vorläufigen Abnahme können außerdem unnötige Diskussionen und Kosten vermieden werden. Darüber hinaus kann sie für die Beteiligten eine Stimulierung dahingehend darstellen, Verschmutzungen und/oder Beschädigungen der Holzelemente, der Beschläge, der Verglasung, der Kittfugen und der abschließenden Verarbeitung zu vermeiden.

2 FARBUNTERSCHIEDE UND VERFÄRBUNGEN

Holz zeichnet sich von Natur aus durch Unterschiede in Farbe, (Holz-)Struktur und Oberflächentextur, durch einen unterschiedlichen Gehalt an natürlichen Inhaltsstoffen und durch unterschiedlichen physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften aus. Bei bestimmten Holzarten ist diese **Variabilität** deutlicher als bei anderen, und sie kann sogar im gleichen Stamm, im gleichen Sparren oder im gleichen Brett auftreten (siehe Abbildung 1).

Es können **von Natur aus** bestimmte **Fehler** im Holz vorhanden sein (z.B. Äste und Risse). Solche Mängel bei Holzelementen sind per Definition nicht zulässig; allerdings werden natürliche Fehler dann akzeptiert, wenn sie von der Größe und der Zahl her innerhalb der vorgesehenen Qualitätsklasse bleiben. Für die Klassifizierung der Holzqualität im Sinne der geometrischen Toleranzen und der Erscheinungskriterien verweisen wir auf den Artikel in WTB-Kontakt Nr. 25.

Abb. 2 Läufer durch Ausspülen von Inhaltsstoffen.



Neben den klassischen Farbunterschieden, die fester Bestandteil der Holzart sind, und den Farbunterschieden zwischen fertig verarbeiteten hölzernen Elementen und anderen Materialien, etwa Aluminium- und PVC-Profilen (selbst bei identischen RAL-Nummern), kann es auch zu Verfärbungen kommen, die eine **externe Ursache** haben.

So können die folgenden zulässigen Farbunterschiede auftreten, die an bestimmte Phänomene und/oder Holzarten gebunden sind:

- durch Einwirkung von UV-Licht und Luft **dunkeln** die meisten Holzarten nach, wodurch es zu Farbunterschieden zwischen den Teilen kommen kann, die dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, und anderen Teilen
- unter Einfluss von Wasser (Regenwasser oder Stauwasser) können Holzelemente bestimmte wasserlösliche **Inhaltsstoffe** verlieren, was zu Farbunterschieden führen kann (siehe Abbildung 2). ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010

Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Das WTB beschäftigt sich regelmäßig mit Fragen zur Auslegung nicht tragender Innenwände, das heißt von Wänden, die keine Kräfte übertragen und die keinen Beitrag zur allgemeinen Stabilität des Gebäudes leisten. Dieser Artikel beschäftigt sich eingehender mit Innenwänden aus Glas, deren Form, Abmessungen und Bausystem häufig von Fall zu Fall festgestellt werden müssen. Die unten vorgeschlagene Argumentation kann zugleich auch für andere vertikale, nicht tragende Wandarten gelten.



✍ *L. Lassoie, Ing., Leiter der Abteilung ‚Schnittstelle und Beratung‘ und V. Detremmerie, Ing., stellvertretender Leiter des Laboratoriums ‚Dach- und Fassadenelemente‘, WTB*

Die Technische Information Nr. 233 über leichte Innenwände enthält die Leistungen, die solche Wände erzielen müssen, und sie lenkt die Aufmerksamkeit speziell auf die Kriterien im Hinblick auf die Nutzungseignung. Letztere basieren in der Hauptsache auf den Empfehlungen des Europäischen Technischen Zulassungsleitfadens Nr. 003, die ausschließlich für leichte Innenwände gelten, und zwar in Form eines Sets, das heißt eine Einheit, bestehend aus mindestens zwei einzelnen Elementen, die zusammengefügt werden müssen, im Hinblick auf deren dauerhafte Installation im Bau.

1 REGLEMENTARISCHER UND NORMATIVER KONTEXT

Die Nutzungssicherheit und die Nutzungseignung sind zwei wichtige Anforderungen bei Innenwänden aus Glas, da sie die Sicherheit der Benutzer gewährleisten müssen. Das ist ein grundlegendes Element, wenn die Glaswände Stößen ausgesetzt sein können, erzeugt durch einen menschlichen Körper, was zu Schnittwunden durch große Glasscherben, Sturz durch das Fenster oder durch die Wand und Verletzungen oder Quetschungen durch zufälligen Kontakt mit den Glasobjekten führen kann.

Die Würdigung dieser Risiken erfolgt auf der Grundlage der Empfehlungen in der Norm NBN S 23-002 (und ihrem Anhang), die die Glasart und die Bruchart entsprechend der Lage der Wand definiert. Für Innenwände aus Glas nimmt man normalerweise gehärtetes Glas oder geschichtetes Glas, wenn das Sturzrisiko realistisch ist. Neben der Bruchart muss man auch die Anforderungen berücksichtigen, die an die Bauelemente gestellt werden, zu denen das Glas gehört.

Stabilität bei Glasinnenwänden

Glasart und Glasstärke entsprechend der Höhe der Innenwand bei einem Winddruck (Unterdruck) von 300 Pa.

Glasart	Glasaufbau und Glasstärke [mm]			
	Höhe [mm]			
	≤ 2600	≤ 3100	≤ 3500	≤ 3800
Gehärtet	10	12	15	
Geschichtet	66.2	88.2		1010.2

Die Nutzungssicherheit bei Innenwänden impliziert außerdem, dass diese Widerstand gegen differenziellen Druck (das heißt Windbelastung) bieten müssen. Im Allgemeinen unterscheidet man die folgenden Fälle (NBN EN 1991-1-4):

- normale Situation, bei der Türen und Fenster als geschlossen betrachtet werden; in diesem Falle muss man deren Öffnung bei Sturm als außergewöhnliche Situation ansehen, für die man einen Koeffizienten heranzieht, der die geringe Wahrscheinlichkeit berücksichtigt; diese außergewöhnliche Situation ist dann am ungünstigsten, wenn die Öffnung in einer Höhe von über ca. 30 m liegt
- normale Situation, bei der Türen und Fenster im Falle starken Windes aufschlagen können; diese Situation ist nicht Bestandteil dieses Artikels.

Die Entscheidung für die Wiederkehrzeit des Windes und die Belastungskoeffizienten kann anhand der Empfehlungen aus dem WTB-Bericht Nr. 11 erfolgen. Wenn man sich auf diese Empfehlungen und auf die außerordentliche Belastungskombination (siehe Norm NBN EN 1990) beruft, liegt die Belastung infolge des differenziellen Winddrucks auf den Innenwänden entsprechend der Lage des Gebäudes zwischen 170 und 380 Pa. Diese Werte gelten, sofern die ungeplante Öffnung der Tür oder des Fensters in einer Höhe von mehr als ca. 30 m erfolgt.

2 FALL AUS DER PRAXIS

Die oben stehende Tabelle bietet eine Vorstellung von der Glasstärke, die je nach Höhe und Glasart (gehärtet oder geschichtet), für eine auf zwei Rändern aufgelegte Innenwand von 1 m Breite vorgesehen werden muss. Diese Werte werden für einen Winddruck (Unterdruck) von 300 Pa ermittelt, der auf einer Innenwand eines Gebäudes anliegt, gelegen in einer Zone der Rauheitskategorie II (Flachland/waldreiches Gebiet, siehe NBN EN 1991-1-4); es gilt eine Referenzwindgeschwindigkeit von 26 m/s.

Diese Stärken werden erzielt, indem die Verformung auf 1/100 der Wandhöhe begrenzt wird.

3 GESTALTUNG VON GLASINNENWÄNDEN

Glasinnenwände werden gewöhnlich in einem Stück und ohne Aufspannen in metallenen U-Profilen montiert.

Zwischen diesen metallenen Elementen und dem Glas wird in der Regel ein nicht hygroskopisches Material angebracht, das unempfindlich gegen Kriechen ist (z.B. eine Fuge aus Butyl, extrudierte Silikone oder EPDM). Der Glasrand wird in Form gebracht und dann von den Metallprofilen abgeschirmt. Dadurch, dass die Verglasung im unteren Profil befestigt wird, kann man außerdem gewährleisten, dass das Glas in seiner Position bleibt, und es lässt sich vermeiden, dass es zu einem harten Kontakt mit dem Profil kommt.

Bei Fassaden- und Dachverglasungen mit einer Fläche zwischen 2 und 6 m² muss die Klemmhöhe der Nut nach TI 221 mindestens 14 mm betragen. Bei Innenwänden muss die Klemmhöhe des unteren Profils und der Seitenprofile mindestens 8 mm betragen, während man beim oberen Profil von einer Klemmhöhe von 12 mm ausgeht. In diesem Fall wird empfohlen, Metallprofile mit einer Außenhöhe von 20 bzw. 30 mm zu verwenden.

Um Beschädigungen der Glasinnenwände zu vermeiden, muss man einerseits die Verformungen des Tragbodens auf angemessene Werte begrenzen (*) und andererseits die Wand in die Lage versetzen, die Verformungen der Struktur aufzunehmen. Das kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass man ein ausreichendes Spiel zwischen dem Glas und dem Fugenboden des oberen Profils lässt. ■

(*) Für weitere Informationen zu diesem Thema verweisen wir auf § 3.1.3.1 in TI 233, wo diese Problematik angesprochen wird.

Bereits seit 1970 beschäftigen sich Fachleute mit der Leistungsfähigkeit von Phasenübergangsmaterialien (PCM), um thermische Energie zu speichern. Obschon es bereits eine Reihe von Anwendungen für diese Materialien in unterschiedlichen Bereichen gibt, findet man sie erst heute auch ganz konkret im Bausektor. Wir beschäftigen uns in diesem Artikel insbesondere mit der Verwendung von Phasenübergangsmaterialien bei Innenputz.



F. de Barquin, Ir., Abteilungsleiter, Abteilung ‚Materialien, Technologie und Hülle‘, WTB
G. Flamant, Ir., Leiter des Laboratoriums ‚Energiemerkmale‘, WTB

1 FUNKTIONSPRINZIP

Jedes Material kann seine Phase ändern (das heißt wechseln von einem Zustand in den anderen), und zwar im Sinne der Temperaturen und Drücke, denen das Material ausgesetzt wird. Diese Änderung geht stets mit einem Wärmeaustausch mit der Umgebung einher, auch bezeichnet als ‚Latent-Wärmepinzip‘. Diese Phasenübergangsmaterialien (meist auf der Grundlage von Paraffin) haben den Vorteil, dass sie auch bei Umgebungstemperaturen (20 bis 26 °C) vom festen in den flüssigen Zustand (und umgekehrt) wechseln können.

Wenn man eine wohlüberlegte Auswahl vom PCM in ein Innenverarbeitungs-material integriert, könnte man die Temperatur in einem Raum vorübergehend stabilisieren, indem Wärme aufgenommen wird, wenn die Temperatur spürbar zu steigen beginnt (siehe Abbildung 1). Wenn die Temperatur anschließend wieder hinreichend absinkt, könnten die PCM die aufgenommene Wärme wieder abgeben, indem sie in ihren Ausgangszustand (fester Zustand) zurückkehren. Dieses ‚natürliche‘

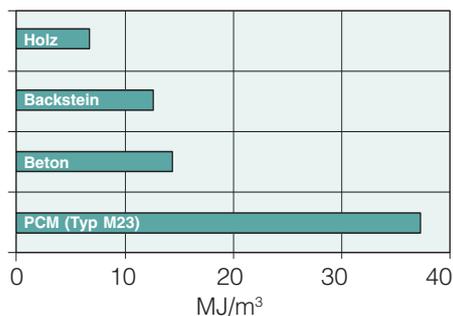


Abb. 1 Kapazität im Hinblick auf Energiespeicherung (Aufwärmung des Materials von 20 auf 26 °C).

Putz für eine sanfte Klimaregulierung?

Phänomen kann mehrfach auftreten, ohne an Effizienz zu verlieren, und es könnte daher eine Lösung bei Überhitzung in Gebäuden mit schwacher thermischer Inertion (z.B. bei Holzskelettbau) oder bei Gebäuden bieten, deren thermische Masse nur schwer durch abgehängte Decken, erhöhte Böden oder Innenisoliersysteme zugänglich ist. Ausländische Studien deuten auf mögliche Temperaturreduzierungen um 3 bis 5 °C hin.

2 PCM-PUTZ

Da PCM auch in Form von Pulver in Mikrokapseln besteht, können sie einfach in Materialien mit mineralischen oder organischen Bindemitteln integriert werden. Wandputz erfüllt dieses Kriterium und kann die Wirkung der Systeme noch verbessern, und zwar dank der großen Austauschoberfläche an der Innenluft.

Derzeit gibt es am Markt bereits fertigen und vordosierten PCM-Putz, den man in einer etwa 15 mm starken Schicht auftragen muss. Im Rahmen des Forschungsprojekts RETERMAT untersuchte das WTB einen Putz, der 30 Massenprozent PCM enthält.

3 RETERMAT-PROJEKT

Das RETERMAT-Projekt wurde in Kooperation mit drei anderen Forschungszentren (CRM, CENTEXBEL, CERTECH) und mit finanzieller Unterstützung der Wallonischen Region durchgeführt. Während des Projekts hat man die Leistungen von PCM bei unterschiedlichen Anwendungen beurteilt und die Effekte zusammengetragen, um das System korrekt dimensionieren zu können. So haben die Forscher versucht, unter anderem festzustellen, welche Menge an PCM notwendig ist, um eine günstige Wirkung bei Überhitzung zu erzielen.

Im experimentellen Bereich wurden zahlreiche Messungen in zwei angrenzenden Testzellen des WTB vorgenommen. Beide Zellen haben eine Fläche von 9 m², eine identische Geometrie und einen identischen Wandaufbau; sie stehen mit der gleichen Innenumgebung in Kontakt. Sie weisen jeweils eine nach Süden ausgerichtete Glasfläche von 3 m² auf. Während die Wände (insgesamt 28 m²) einer der Zellen mit einem PCM-Putz versehen wurden, wurden die Wände der anderen Zelle mit einem traditionellen Putz in gleicher Schichtstärke ausgestattet. Dann hat man nicht nur die

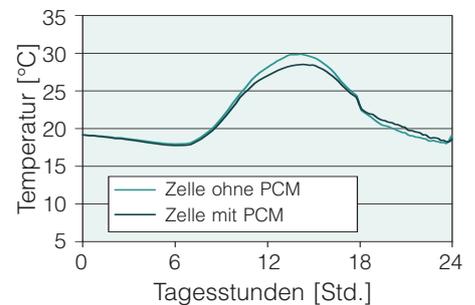


Abb. 2 Entwicklung der Temperatur in zwei angrenzenden Zellen an einem sonnigen Sommertag.

Innentemperatur nach unterschiedlichen Sonneneinstrahlungszeiten verglichen, sondern man hat auch ein Modellierungshilfsmittel entwickelt, mit dem man das Verhalten anderer Raumkonfigurationen überprüfen kann.

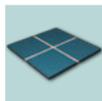
4 ERSTE TESTERGEBNISSE

In diesem Stadium der Untersuchung können wir bereits folgende Feststellungen formulieren:

- Der PCM-Putz weist sowohl im frischen Zustand als auch ausgehärtet etwa die gleichen physikalischen Eigenschaften (nach der Norm NBN EN 12379-2) auf wie ein traditioneller Gipsputz (das Verhalten bei einem Brand wurde noch nicht untersucht)
- Im thermischen Bereich konnte man einen Unterschied von etwa 3 °C zwischen den Wänden feststellen, die mit einem PCM-Putz versehen waren und den Wänden, die einen traditionellen Putz trugen. Was das Innenklima angeht, konnte man einen Unterschied von 1 bis 1,5 °C zwischen beiden Zellen im Hinblick auf eine maximale Tagestemperatur in warmen und/oder sehr sonnigen Sommerzeiten feststellen (siehe Abbildung 2). Mit dem Simulationsmodell, das im Zuge dieses Projekts entwickelt wurde, kann man feststellen, wie sich dieses Ergebnis noch verbessern lässt, indem man die Räume anders konfiguriert
- Um die Funktion der PCM während einer Reihe aufeinander folgender Tage zu gewährleisten, muss man dafür sorgen, dass sich die Produkte möglichst vollständig entladen (regenerieren) können. Zu diesem Zweck muss man auf eine intensive nächtliche Belüftungsstrategie achten.

Die weiteren Ergebnisse der Untersuchung werden wir in einer der nächsten Veröffentlichungen darstellen. ■

Bei der Auftragung von Estrichen ergibt sich oft die Frage, ob und an welcher Stelle Bewegungsfugen (Bau- und Verteilerfugen) vorzusehen sind. Auch die eventuelle Notwendigkeit einer Armierung ist nicht immer klar. In diesem Artikel beschäftigen wir uns mit diesen Problemen.



J. Wijnants, Ing., stellvertretender
Abteilungsleiter, Abteilung 'Technische
Gutachten', WTB

1 BAU- UND VERTEILERFUGEN

Baufugen, die im Untergrund vorhanden sind, müssen stets bis in den Estrich und den Bodenbelag durchgezogen werden, und dies ungeachtet der Art und des Typs des Estrichs und der Verarbeitung (siehe Abbildung 1).

Verteilerfugen (Dehn- und Umfassungsfugen), die den Estrich von den angrenzenden Strukturen trennen und die großen Flächen in kleinere Flächen gliedern, sind nicht immer erforderlich. Die eventuelle Notwendigkeit von Verteilerfugen hängt von der Art des Estrichs ab. Dabei wird zwischen haftenden, nicht haftenden und schwimmenden Estrichen unterschieden. Wenn Verteilerfugen notwendig sind, müssen sie bis in den (haftenden) Bodenbelag durchgezogen werden (siehe Abbildung 2).

Da Bewegungsfugen das Aussehen des Bodenbelags beeinflussen, wird deren Position vorzugsweise vorab vom Auftraggeber oder von dessen Vertreter nach Rücksprache mit demjenigen, der die Arbeiten abwickelt, festgelegt.

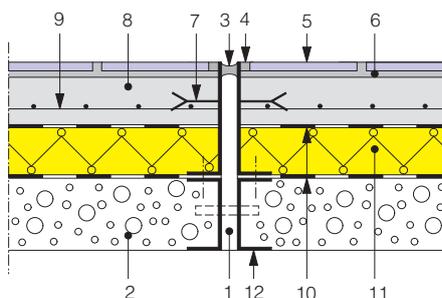
2 ESTRICHE

2.1 HAFTENDER ESTRICH

Um eine dauerhafte Haftung am Untergrund realisieren zu können, muss man die Art und die Vorbereitung des Untergrunds sowie die Zusammenstellung und die Ausführung des Estrichs vorab gut wählen. Die Haftung des Estrichs am Untergrund macht Dehnfugen überflüssig, und in bestimmten Fällen sind sie sogar nachteilig. Die Schiebespannungen in der Umgebung der Fugen können schließlich zum Lösen und zum Aufbiegen des Estrichs führen. Obschon Umfassungsfugen, streng gesehen, nur erforderlich sind, wenn in Höhe der Wände differenzielle Bewegungen auftreten können, werden sie dennoch häufig angelegt, weil sie keine nachteiligen Auswirkungen auf das Verhalten des Estrichs haben.

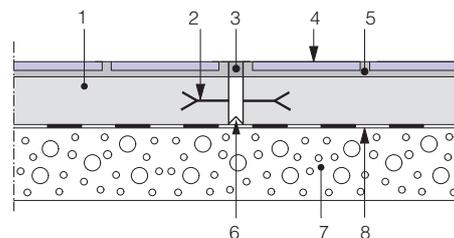
Estriche: mit oder ohne Bewegungsfugen?

Abb. 1 Ausführung einer durchlaufenden Baufuge durch einen schwimmenden Estrich mit Verstärkung an den Rändern.



- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Rückenfuge | 7. Verankerung |
| 2. Tragboden | 8. Estrich |
| 3. Flexible Fuge | 9. Armierung |
| 4. Steife Fuge (Mörtel) | 10. Trennschicht |
| 5. Platten | 11. Isoliermaterial |
| 6. Mörtel/Kleber | 12. Metallprofil |

Abb. 2 Ausführung einer eventuell mit Metallprofil verstärkten (bei intensiver Nutzung) Verteilerfuge in nicht haftendem Estrich.



- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Estrich | 5. Mörtel/Kleber |
| 2. Verankerung | 6. Metallprofil |
| 3. Flexible Fuge | 7. Tragboden |
| 4. Platten | 8. Trennschicht |

2.2 NICHT HAFTENDER ESTRICH

Wenn zwischen dem Estrich und dem Untergrund eine Trennschicht (Kunststoffolie) verlegt wird, haftet der Estrich an keiner Stelle am Untergrund. Bei nicht haftenden Estrichen sind Umfassungsfugen und gegebenenfalls auch Dehnfugen zu empfehlen, da der Estrich hygrothermische Bewegungen aufweisen kann. Um jeden Kontakt zwischen Estrich und festen Bauelementen zu verhindern, legt man Umfassungsfugen und Dehnfugen in Höhe der Türöffnungen und bei großen Flächen (über 40 m² bei beheizten Böden und über 50 m² bei nicht beheizten Böden) oder bei großen Längen (über 8 m) an. Man bemüht sich bei der Positionierung der Dehnfugen, möglichst rechteckige Felder zu bilden.

Ein nicht haftender Estrich wird dann verwendet, wenn die Haltbarkeit der Haftung nicht gewährleistet werden kann (siehe oben). Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn der Untergrund aus leichten Unterschichten (Schaumbeton usw.) besteht. Diese Art von Estrich kann auch verwendet werden, um die Feuchtigkeitsmigration bei feuchtigkeitssensiblen oder dampfdichten Bodenabschlüssen zu verhindern.

Vor dem Auftragen des Estrichs muss man überprüfen, ob der Untergrund eben, frei von Hindernissen und nötigenfalls mit einer Füllschicht versehen ist, in der die Leitungen verlegt werden können (um die horizontalen Bewegungen des Estrichs nicht an bestimmten Stellen zu verhindern). Es ist sehr zu empfehlen, den zementgebundenen Estrich mit einem Netz (*) (50 x 50 x 2 mm) zu versehen, das

Haftende Estriche können nur auf stabile, hinreichend kohäsive Tragböden aufgetragen werden, die keine aktiven Risse aufweisen. Leichte Betonarten sind durchweg nicht als Untergrund für haftende Estriche geeignet, und zwar aufgrund ihrer geringen Kohäsion. Der Untergrund darf darüber hinaus keine Feuchtigkeit enthalten, die sich nachteilig auf den Estrich oder den Bodenbelag auswirken kann.

Vor dem Auftragen des Estrichs muss der Betonuntergrund von Staub und Zementmilch befreit werden (gegebenenfalls durch Strahlen). Um eine bessere Haftung zu erzielen, kann man eine (harzgebundene) Befestigungsschicht auftragen. Da auch die Unterseite des Estrichs hinreichend verdichtet werden muss, um eine gute Haftung zu gewährleisten, ist von dicken Estrichen abzuraten; bevorzugt werden Estriche, die mit einer Stärke von maximal 4 cm aufgetragen und verdichtet werden.

Bei haftenden Estrichen ist ein Armierungsnetz in Höhe der Stellen erforderlich, wo es zu Reduzierungen der Stärken kommt (z.B. dort, wo Leitungen vorhanden sind). Bei dicken Estrichen kann eine generelle Armierung angezeigt sein, um Schrumpfspannungen zu verteilen. In diesem Falle wird die Armierung in der oberen Hälfte des Estrichs verlegt. Die eventuell vorhandene Armierung kann aus Netzen bestehen, die mit einer mindestens 15 mm dicken Mörtelschicht versehen werden.

die Spannungen, erzeugt durch thermische Einflüsse und hydraulische Schrumpfung, verteilt.

Die Verlegung der Armierung muss auch Bestandteil der vertraglichen Bestimmungen sein. Wenn ein Armierungsnetz vorgesehen ist, wird der Estrich in zwei gleichen Schichten nass aufgetragen, wodurch das Armierungsnetz etwa in der Mitte des Estrichs liegt.

2.3 SCHWIMMENDER ESTRICH

Dieser Estrichtyp wird verwendet, wenn unter dem Estrich eine thermische und/oder akustische Isolierschicht vorhanden ist. Weil der

Estrich auf einer Isolierschicht aufgetragen wird, die mehr oder minder stark zusammengedrückt werden kann, kann es bei ihm zu bestimmten Bewegungen kommen, und er muss mit Verteilerfugen versehen werden.

Vor dem Auftragen des schwimmenden Estrichs muss man darauf achten, dass die Isolierschicht eben und frei von hervorstehenden Elementen ist, die die Bewegungen des Estrichs auf der Trennfolie über der Isolierung verhindern können. Man muss die untere Hälfte des Estrichs (zwischen dem unteren Drittel und der Hälfte der Stärke) mit einem

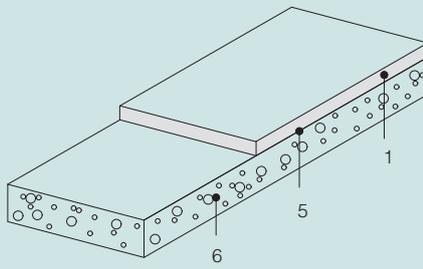
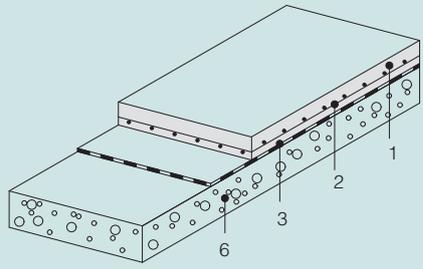
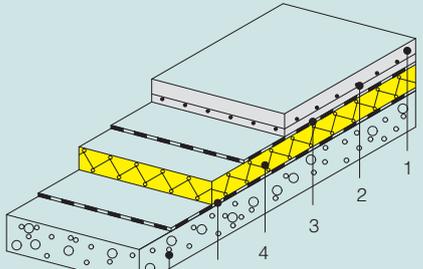
Armierungsnetz (*) von 50 x 50 x 2 mm versehen. Obschon der untere Teil des Estrichs nicht immer gleich gut verdichtet werden kann, nimmt die Armierung dennoch einen Teil der Biegebelastungen auf. ■

 www.wtb.be
INFOMERKBLATT NR. 46

Für weitere Informationen gibt es das Infomerklblatt Nr. 46, das auf unserer Website zu finden ist.

(*) Andere Stabilisierungstechniken kommen in Betracht, wenn sich ihre Effizienz bei vergleichenden Tests ergeben hat.

Zusammenfassende Tabelle der drei Arten von Estrichen.

Art der Ausführung	Haftender Estrich	Nicht haftender Estrich	Schwimmender Estrich			
						
	1. Estrich	2. Armierungsnetz	3. Trennschicht	4. Isolierung	5. (eventuelle) Haftschicht	6. Tragboden
Anwendungsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> Man muss eine dauerhafte Haftung erreichen. Es besteht nicht das Risiko eines Feuchtigkeitsaustrags aus dem Untergrund. Es ist keine akustische oder thermische Isolierung zwischen Tragboden und Estrich erforderlich. 	<ul style="list-style-type: none"> Man möchte eine feuchtigkeitssensible und/oder dampfdichte Verarbeitung realisieren. Es ist ein wenig kohäsiver Untergrund vorhanden (Zellbeton usw.). Es werden keine Maßnahmen getroffen, um eine dauerhafte Haftung zu erzielen. 	Es ist eine akustische oder thermische Isolierung zwischen Tragboden und Estrich erforderlich.			
Wichtige Punkte	<ul style="list-style-type: none"> Der Untergrund muss frei von Staub sein (eventuell durch Strahlen). Man kann gegebenenfalls eine (harzgebundene) Befestigungsschicht auftragen, um eine bessere Haftung zu erreichen. Der Estrich muss gründlich in Schichten von maximal 4 cm verdichtet werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Der Untergrund muss eben sein. Notwendigenfalls kann man eine Füllschicht auftragen (beispielsweise zur Einarbeitung von Röhren). 	<ul style="list-style-type: none"> Die Isolierfläche muss eben sein. Bevor der Estrich aufgetragen wird, wird die Isolierung durchweg mit einer Kunststoffolie abgedeckt. 			
Armierung	<ul style="list-style-type: none"> Es ist keine generelle Armierung erforderlich. Bei dicken Estrichen und oberhalb von Leitungen ist jedoch gelegentlich ein Armierungsnetz erforderlich, das in der oberen Hälfte des Estrichs aufgetragen wird. 	Eine generelle Armierung in der Mitte des Estrichs ist zu empfehlen.	Eine generelle Armierung in der unteren Hälfte des Estrichs ist zu empfehlen (zwischen unterem Drittel und Hälfte der Stärke des Estrichs).			
Umfassungsfugen	Obschon Umfassungsfugen nicht notwendig sind (aber auch keine Nachteile mit sich bringen), werden sie durchweg dennoch angelegt.	<ul style="list-style-type: none"> Umfassungsfugen sind zu empfehlen und zuweilen auch notwendig. Es werden auch Umfassungsfugen in Höhe der Türöffnungen angelegt. 	<ul style="list-style-type: none"> Umfassungsfugen sind insbesondere bei akustischer Isolierung erforderlich. Die Umfassungsfugen müssen bis in Höhe der Türöffnungen durchgezogen werden. 			
Dehnfugen	Dehnfugen sind nicht sinnvoll.	Dehnfugen sind erforderlich bei größeren Flächen, größeren Strecken und um einspringende Ecken zu vermeiden.	Dehnfugen sind erforderlich bei größeren Flächen, größeren Strecken und um rechteckige Felder zu bilden.			

Die immer enger werdenden Baufristen führen nicht selten zur Begrenzung der Ausführungszeiten für abschließende Verarbeitungsmaßnahmen und infolgedessen auch der Trocknungszeit bei Estrichen (und bei Beton ganz allgemein). Eine zu große Menge Restwasser im Estrich kann allerdings zu Schäden bei den Abschlussmaterialien führen (z.B. flexible Bodenbeläge, Parkett usw.).



✍ E. Cailleux, Dr., Projektleiter, E. Copens, Ir., Forscher, E. Noirfalisse, Ir., Projektleiter und V. Pollet, Ir., stellvertretender Abteilungsleiter, Abteilung 'Materialien, Technologie und Hülle', WTB

Im Rahmen einer pränormativen Untersuchung wurden mehrere Feuchtigkeitsmesstechniken untersucht und miteinander verglichen. Obschon die Zweckmäßigkeit und Zuverlässigkeit einer Reihe dieser Techniken noch bestätigt werden muss, bieten wir an dieser Stelle schon einmal einen Überblick über die Erfahrungen, die in der ersten Phase der Untersuchung gemacht wurden. Die gravimetrische Messung (Trockenschrankmethode) ist eine zuverlässige und präzise Methode zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts eines Estrichs (oder eines Betons), sofern man über ein repräsentatives Prüfmuster verfügt. Diese Methode wurde mit einer Reihe anderen quantitativen Methoden zum Einsatz auf der Baustelle verglichen. Im Folgenden findet sich eine kurze Beschreibung jeder dieser Methoden, ergänzt um die Schlussfolgerungen der Untersuchung:

- **gravimetrische Methode:** Bei dieser Referenzmethode wird ein Prüfmuster aus dem Material entnommen. Dieses Prüfmuster wird in feuchtem Zustand gewogen, dann getrocknet in einem Trockenschrank (gewöhnlich bei 45 °C, 70 °C oder 105 °C), und zwar

solange, bis eine konstante Masse erreicht ist. Der Feuchtigkeitsgehalt des Materials ist gleich der Differenz zwischen der Masse in feuchtem und in trockenem Zustand, dividiert durch die Trockenmasse. Obschon die verschiedenen Trocknungstemperaturen andere Ergebnisse gezeigt haben, brachte eine Trocknung in einem Mikrowellenofen gleiche Ergebnisse wie ein Versuch mit 105 °C (allerdings mit einer größeren Verteilung)

- **hygrometrische Sonde:** Diese Sonde mit geringem Durchmesser wird in ein vorab in den Estrich gebohrtes Loch eingeführt. Die relative Feuchtigkeit wird in der Mitte dieses Bohrlochs gemessen, und zwar nach Stabilisierung des Systems. Eine Variante dieser Methode besteht darin, die relative Feuchtigkeit eines geringen abgeschlossenen Luftvolumens oberhalb der Estrichfläche zu ermitteln. Wenn sich die relative Feuchtigkeit nach einiger Zeit nicht weiter verändert, kann man davon ausgehen, dass die Trocknungszeit zu Ende ist. Wir möchten darauf hinweisen, dass die letztendliche relative Luftfeuchtigkeit von den atmosphärischen Bedingungen in dem Raum abhängt
- **Karbidflasche:** Der Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs wird durch Messung des Drucks festgestellt, der durch das Gas erzeugt wird, welches wiederum das Ergebnis einer Reaktion zwischen dem im Prüfmuster enthaltenen Wasser und dem Kalziumkarbid ist
- **Wasserdampfmessung mit Kalziumchlorid:** Dieser Test erlaubt es, die Wasserdampfmenge zu ermitteln, die durch den Estrich abgegeben wird (Gewichtsvarianz einer Schale mit Kalziumchloridkristallen, die in eine perfekt abgeschlossene Glocke auf den Estrich gestellt wird). Diese Messung zeigt einen gleichartigen Verlauf wie

die Messungen, durchgeführt mit der hygrometrischen Sonde. Auch der Zeitpunkt der Stabilisierung ist etwa gleich. Das scheint zu bestätigen, dass ein Gleichgewichtszustand (im Verhältnis zu den atmosphärischen Bedingungen) erreicht wird. Dieser Zeitpunkt könnte mit dem Zeitpunkt übereinstimmen, zu dem mit der Verlegung des Bodenabschlusses begonnen werden kann, wenn die Luftfeuchtigkeit ausreichend gering ist

- **kapazitive Methode:** Diese Methode kann mithilfe von Elektroden erzielt werden, die eine oberflächliche oder eine Tiefenmessung ermöglichen. Da der Estrich einen Feuchtigkeitsgradienten aufweist, ist in diesem Falle nur eine Tiefenmessung sinnvoll. Die Messung ergibt einen (dimensionslosen) Index, der in einen Wassergehalt (in Prozent der Trockenmasse) umgewandelt werden kann, und zwar mithilfe einer internen Kalibrierungskurve. Auf der Baustelle ist diese Messung nicht immer gleich eindeutig, und zwar aufgrund der vorhandenen Armierung und der Estrichzusammensetzung, die die Messergebnisse beeinflussen können. Diese Methode wird infolgedessen häufig in Kombination mit einer destruktiven Messung praktiziert, um die Zahl der destruktiven Versuche einzuschränken. Diese Methode erlaubt es schließlich, die feuchteren Zonen, an denen die Prüfmuster entnommen werden können, abzugrenzen. ■

Übersicht über die benutzten Prüfmethoden.

Messmethode	Referenzen	Ergebnis	Dauer	Beobachtungen
GRAVIMETRISCHE METHODE (DESTRUKTIV)	TI 189 NF DTU 53.2 NF DTU 51.2 NF DTU 59.3	Wassergehalt	Einige Tage oder Minuten (in der Mikrowelle)	Referenzmethode. Der Wassergehalt hängt von der Trocknungstemperatur ab. Die Art und Weise, wie das Prüfmuster entnommen wurde, kann die Ergebnisse beeinflussen. Die Werte, gemessen in dem Trockenschrank bei 105 °C, und gemessen in der Mikrowelle, sind gleichwertig (im letzteren Falle allerdings mit einer größeren Verteilung).
HYGROMETRISCHE SONDE (KAUM ODER NICHT DESTRUKTIV)	NF DTU 53.2 ASTM F 2170 02 BS 8203	Relative Feuchtigkeit	Einige Stunden	Möglichkeit, um mehrere Messungen im Hinblick auf die Überwachung der Trocknung im zeitlichen Verlauf und an verschiedenen Stellen vorzunehmen.
KARBIDFLASCHE (DESTRUKTIV)	NF DTU 53.2 TI 210, TI 165, TI 189, TI 210	Wassergehalt	Eine Viertelstunde	Korrelation mit den gravimetrischen Messungen (die Werte liegen allerdings unter den Messungen, die bei 45 °C durchgeführt werden). Die Art und Weise, wie das Prüfmuster entnommen wird, kann die Ergebnisse beeinflussen.
KALZIUMCHLORID (NICHT DESTRUKTIV)	ASTM F 1869	Wasserdampfemission	2 bis 3 Tage	Korrelation mit den Messungen mithilfe einer hygrometrischen Sonde. Möglichkeit, um die Trocknung im zeitlichen Verlauf zu überwachen.
KAPAZITIVE METHODE (NICHT DESTRUKTIV)	TI 210	Wassergehalt	Sofort	Korrelation mit den gravimetrischen Messungen nach Kalibrierung. Möglichkeit, um rasch eine große Fläche zu überprüfen. Sensibel im Hinblick auf eine Reihe von Parametern. Überwachung der Trocknung im zeitlichen Verlauf. Begrenzung der Zahl der destruktiven Messungen.

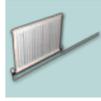


www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010

Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Die Verwendung von Holz als Brennstoff für die Beheizung von Gebäuden ist derzeit im Trend. Der allgemeine Kohlenstoffdioxidausstoß dabei ist schließlich geringer als der, den man bei den traditionellen fossilen Brennstoffen misst. Bei der Verwendung von Holz kann man entweder einen einzigen Raum mit einem Ofen beheizen oder aber das gesamte Haus mit einem Zentralheizungskessel, kombiniert mit einem klassischen Wärmeverteilungssystem, etwa Radiatoren, Konvektoren oder Fußbodenheizung. Heizung mit Holz hat allerdings den Nachteil, dass ein geeigneter größerer Lagerraum unverzichtbar ist.



*X. Kuborn, Ir., Forscher, Laboratorium 'Nachhaltige Energie- und Wassertechniken', WTB
V. Kumar Verma, Doktorand, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Abteilung 'Mechanical Engineering', VUB*

1 BRENNSTOFFE AUF DER BASIS VON HOLZ

Die Brennstoffe auf der Basis von Holz lassen sich in drei große Gruppen unterteilen: Holzspäne, Holzklötze und Pellets. Holzspäne werden vor allem in Anlagen mit hohem Wirkungsgrad eingesetzt, und zwar aufgrund ihres günstigen Preises und der Tatsache, dass man ihren Feuchtigkeitsgehalt vernachlässigen kann. Holzklötze und Pellets werden in erster Linie im Haushaltsbereich verwendet, wobei allerdings die Kontrolle des Feuchtigkeitsgehaltes notwendig ist.

Obschon es auch sehr leistungsfähige Systeme mit Holzklötzen gibt (Vergasungskessel beispielsweise weisen einen Wirkungsgrad von über 80 % auf), erfordert deren Einsatz zuweilen erhebliche Mannkraft (manuelle Verladung des Brennstoffs, wöchentliche Wartung). Die Bedienerfreundlichkeit von Systemen mit Pellets ist infolgedessen erheblich besser (voll automatisiert).

Schätzung des jährlichen Brennstoffverbrauchs bei drei Haustypen.

Äquivalenter Heizölverbrauch [L]	Holzklötze aus Eiche [m³]	Holzklötze aus Pappel- oder Tannenholz [m³]	Pellets als Schüttgut [m³]	Pellets in Säcken zu 15 kg [Säcke]
5000	23	41	17	737
3300	15	27	11	477
2100	10	17	7	303

2 LAGERUNG

Holz hat einen großen Nachteil im Vergleich zu traditionellen Brennstoffen für Heizungsanlagen: Holz erfordert nämlich viel Lagerraum. Der untere Verbrennungswert (H_v) bei Holz pro m³ liegt erheblich unterhalb des Werts von Heizöl: bei Pellets ist es das 3,3-Fache weniger; bei Holzklötzen aus Eiche ist es das 4,7-Fache weniger und bei Holzklötzen aus Tannenholz ist es das 8,2-Fache weniger. Das bedeutet, dass bei gleichem Energieinhalt 3,3- bzw. 4,7- und 8,2-mal mehr Lagerraum notwendig ist. Im Vergleich mit Holzklötzen haben Pellets den Vorteil, dass sie trocken angeliefert werden. Außerdem gibt es Lagersysteme, die mit der automatischen Versorgung von Pelletkesseln oder Pelletöfen kompatibel sind. Die Pellets können in Silos, in Bunkern oder in einem im Kessel integrierten Behälter gelagert werden. Der Transport zwischen Lagerbereich und Kessel erfolgt dann mithilfe einer Endloschnecke oder durch Blasen durch steife oder flexible Kanäle, je nach Entfernung.

Damit man sich eine Vorstellung vom Volumen machen kann, das für den Jahresverbrauch von Holz benötigt wird, um ein Haus zu beheizen, zeigt die unten stehende Tabelle eine Übersicht über die Äquivalenz zwischen Heizöl- und Holzmenge. Man muss feststellen, dass diese Volumina erheblich sind, und das auch bei einem Haustyp mit dem geringstmöglichen Verbrauch.

3 WARTUNG

Kessel, die mit Holzklötzen betrieben werden, erfordern eine wöchentliche Wartung (Beseitigung der Asche aus dem Verbrennungsraum und Reinigung des Rauch-Wärmetauschers). Wenn die regelmäßige Wartung erfolgt, kann die Reinigung mit einer normalen Metallbürste vorgenommen werden, wobei kleine Staubpartikel abgelöst werden. Der Abfall, der während der Reinigung entsteht, kann gemeinsam mit dem Haushaltsabfall entsorgt werden. Pelletkessel erfordern eine weniger häufige Beseitigung der Asche und Reinigung.

Heizung mit Holz

Die Häufigkeit der Wartung hängt allerdings von der Qualität der verwendeten Pellets ab.

4 QUALITÄTSSIEGEL

Heizgeräte können gegebenenfalls mit einem Qualitätssiegel versehen sein, das minimale Leistungen gewährleistet. Diese Leistungen sind besser als die, die in den Normen definiert werden. Bislang gibt es kein belgisches Siegel. Es gibt allerdings einige europäische Staaten, die allgemeine Siegel vorschreiben (z.B. Umweltzeichen, der Blaue Engel, *Nordic Swan*) oder Siegel, die speziell für Heizgeräte bestimmt sind (z.B. *Flamme verte*). Bei Pellets wird sehr empfohlen, Produkte zu verwenden, die strengen Normen entsprechen (DIN-plus, ÖNORM M7153), da deren Qualität erheblichen Einfluss auf die Qualität der Verbrennung und des Rauches sowie auf die Wartungshäufigkeit und die Lebensdauer der Anlagen hat.

5 SCHLUSSFOLGERUNG

Der Einsatz von Holz für die (zentrale oder dezentrale) Beheizung von Häusern ist eine wertige Alternative zu fossilen Brennstoffen. Dieser Brennstoff erlaubt es nämlich, den allgemeinen CO₂-Ausstoß im Wohnbereich zu begrenzen. Pelletsysteme weisen einen Nutzungskomfort auf, der mit dem von Heizöl zu vergleichen ist. Der einzige Nachteil besteht darin, dass Aschereste, die bei der Verbrennung anfallen, beseitigt werden müssen. Der Einsatz von Systemen, die mit Holzklötzen arbeiten, ist nicht so vorteilhaft, in der Hauptsache aufgrund der häufigen und durchweg nicht automatisierten Beschickung der Öfen und Kessel und aufgrund der wöchentlichen Wartungsmaßnahmen.

Im Übrigen benötigt man für den gleichen Energieinhalt bei Holz mindestens dreimal so viel Lagerraum wie bei Heizöl. Schließlich ist der weitaus größte Teil der Geräte, die mit Holz arbeiten, mit einem Verbrennungskreislauf ausgerüstet, der nicht luftdicht ist. Diese Geräte benötigen mit anderen Worten die Zufuhr von Luft aus dem Raum. Die permanente Öffnung, die die Zufuhr dieser Luft gewährleistet, kann darüber hinaus die Funktion der mechanischen Belüftung des Hauses gefährden. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010

Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Das rasche Verschließen eines Wasserhahns kann zuweilen zu einem Klopfen in der Anlage führen. In bestimmten Fällen – je nach Art und Weise, wie die betreffende Wasserleitung befestigt wurde – kann die Leitung sogar zu rattern beginnen. Diese Erscheinung, häufig auch als Wasserstoß bezeichnet, wird durch das Auftreten erheblicher Druckschwankungen als Folge des plötzlichen Zurückhaltens des Wassers verursacht. Diese Schwankungen sind umso stärker, je höher die Wassergeschwindigkeit (der Durchsatz) ist, und je schneller der Wasserhahn geschlossen wird.



K. De Cuyper, Ir., Koordinator der Technischen Komitees, WTB

Abbildung 1 vermittelt eine Vorstellung von den Druckschwankungen, die in einer 3,5 m langen Leitung aus verzinktem Stahl (nominaler Durchmesser DN ½“) mit einem Durchsatz von 14,7 l/min auftreten können, die abrupt mit einem Kugelhahn geschlossen wird. Dabei zeigt sich, dass der anfängliche Netzdruck von 2 bar plötzlich auf 13,5 bar ansteigt und dann wieder unter den atmosphärischen Druck absinkt. Diese Erscheinung wiederholt sich einige Male (mit immer weiter abnehmender Amplitude), und sie dauert insgesamt gut 0,2 Sekunden. Solche Druckschwankungen können zu erheblichen akustischen Beeinträchtigungen und – in Extremfällen – sogar zum Leitungsbruch führen. Darüber hinaus können dadurch erzeugte Schwingungen die schützende Oxidschicht an der Innenseite der Wasserleitung beschädigen, was zu erhöhtem Korrosionsrisiko führt. Daher wird es dringend empfohlen, die Erscheinung des Wasserstoßes auf ein Minimum zu beschränken.

Darum hat das WTB auf Wunsch des Technischen Komitees ‚Sanitär- und Industrieinstallationen, Gasanlagen‘ die Eignung einer Rei-

he häufig eingesetzter wasserstoßdämpfender Maßnahmen überprüft (siehe Abbildung 2):

1. Platzierung eines Wasserstoßdämpfers am Ende einer Leitung, in der Nähe des Wasserhahns
2. Einbau eines Wasserstoßdämpfers am Anfang der Leitung
3. Montage von zwei Wasserstoßdämpfern in der Nähe des Wasserhahns
4. Verlegung eines flexiblen Schlauchs (60 cm) mit einer Stahldrahtummantelung vor dem Wasserhahn
5. Verlegung eines 50 cm langen PEHD-Rohrs strömungsaufwärts vom Wasserhahn
6. Montage einer Sicherheitsgruppe strömungsaufwärts vom Wasserhahn
7. Austausch eines 3 m langen Stücks der Stahlleitung durch ein PEHD-Rohr.

Abbildung 2 bietet einen Überblick über die Ergebnisse, die mit vier der oben dargestellten wasserstoßdämpfenden Maßnahmen (und bei unterschiedlichen Durchsätzen) bei einer Wasserleitung mit einem nominalen Durchmesser von DN ½“ erzielt wurden.

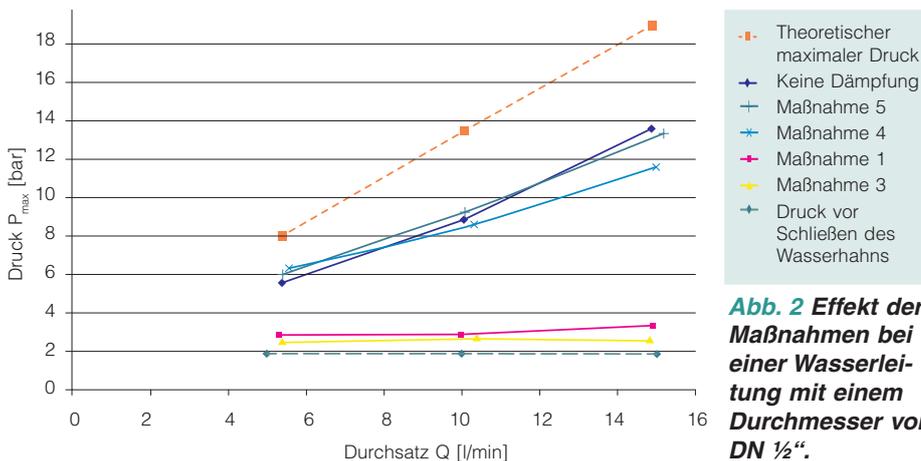


Abb. 2 Effekt der Maßnahmen bei einer Wasserleitung mit einem Durchmesser von DN ½“.

Wasserstoß in Metallleitungen

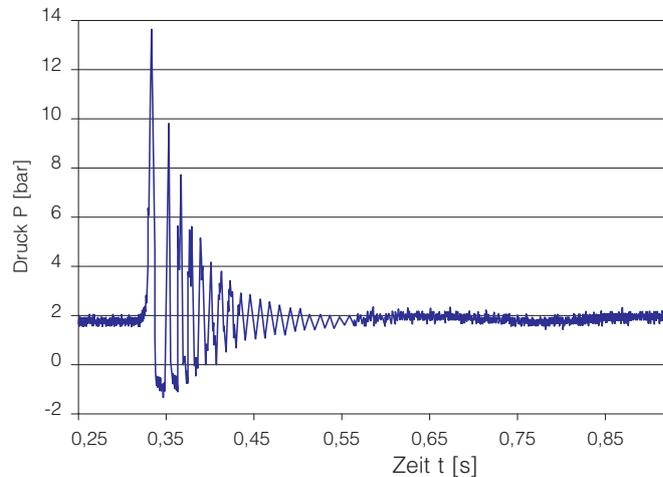


Abb. 1 Druckschwankungen in einem 3,5 m langen Rohr aus verzinktem Stahl (nominaler Durchmesser von DN ½“) mit einem Durchsatz von 14,7 l/min.

Aus der Grafik lässt sich ableiten, dass die Verlegung eines flexiblen Schlauchs oder eines Stücks PEHD-Rohr vor dem Wasserhahn nur geringe oder gar keine Wirkung im Hinblick auf den Wasserstoß hat. Die aufgezeichneten Druckwerte sind in diesem Falle ja fast so groß wie die, die ohne diese Maßnahme erreicht werden. Die Montage eines Wasserstoßdämpfers in der Nähe des Wasserhahns scheint hingegen eine sehr geeignete Maßnahme zu sein. Die Verbesserung, die bei der Montage von zwei Wasserstoßdämpfern festgestellt wird, lässt sich jedoch vernachlässigen.

In der langen Fassung dieses Artikels wird eingehender auf den Einfluss der anderen erwähnten Maßnahmen eingegangen:

- Montage eines Wasserstoßdämpfers in einer größeren Entfernung vom Wasserhahn (weniger geeignet)
- Montage einer Sicherheitsgruppe strömungsaufwärts vom Wasserhahn (positiver wasserstoßdämpfender Effekt)
- Austausch eines langen Stücks der Stahlleitung gegen ein PEHD-Rohr (ausgesprochen negativer Effekt).

Diese Untersuchung hat infolgedessen gezeigt, dass es mit bestimmten Maßnahmen in der Tat möglich ist, das Klopfen in befriedigender Weise zu beschränken, während bestimmte andere Lösungen nur geringen Einfluss auf den Wasserstoß haben oder diese Problematik sogar noch verstärken können. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010

Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.

Die EPB-Bestimmungen in den drei Regionen berücksichtigen zunächst Bauknoten bei der Berechnung der Transmissionsverluste nicht. Studien haben gezeigt, dass diese Knoten dennoch einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die oben genannten Verluste haben. Ihre relative Bedeutung nimmt darüber hinaus noch zu, je mehr das Isolierniveau des Gebäudes verbessert wird. Auf Initiative der drei Regionen wurde eine Methode entwickelt, um den Einfluss von Bauknoten in den EPB-Bestimmungen zu berücksichtigen.



✍ A. Tilmans, Ir., Forscher, Abteilung ‚Klima, Installationen und Energieleistungen‘, WTB
D. Van Orshoven, Ir., stellvertretender Abteilungsleiter, Abteilung ‚Klima, Installationen und Energieleistungen‘, WTB

Diese Methode soll vor allem die gute thermische Planung der Baudetails betonen und bietet in diesem Rahmen unter anderem eine einfache Handhabung an. Derzeit beinhalten die Bestimmungen noch keine Verpflichtung, Bauknoten zu berücksichtigen. Das wird vermutlich in naher Zukunft anders werden. Wir bieten unten eine Darstellung der Grundzüge dieser Methode. Diese Methode gilt nur für Bauknoten; die Unterbrechungen in der Isolierschicht, die der Trennstruktur zu eigen sind, müssen bei der Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) dieser Struktur berücksichtigt werden.

1 BASISOPTIONEN

Die Methode schlägt drei Basisoptionen für die Berücksichtigung von Bauknoten vor:

- **Option A:** Nutzung einer detaillierten Be-



NÜTZLICHE INFORMATIONEN

Der Begriff ‚Bauknoten‘ bezieht sich auf:

- lineare Verbindungen zwischen verschiedenen Trennstrukturen, die Bestandteil der Verlustoberfläche eines Gebäudes sind
- lineare und punktförmige Unterbrechungen in der Isolierschicht bei Trennstrukturen, sofern sie nicht den Trennstrukturen zu eigen sind (Hohlwandhaken, Skelett usw.).

In dem neuen regulierenden Rahmen werden also die Kältebrücken in Bauknoten einerseits und Unterbrechungen in der Isolierschicht, die Bestandteil der Trennstruktur sind, andererseits untergliedert.

Bauknoten und K-Niveau

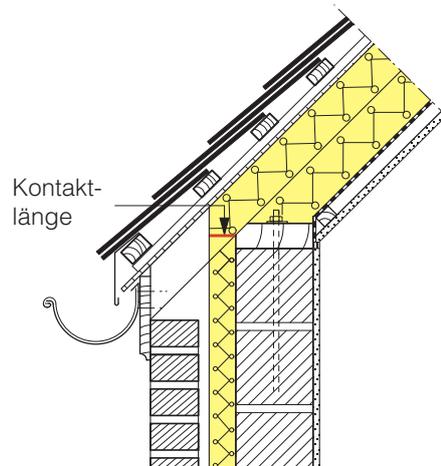


Abb. 1 Minimale Kontaktlänge.

rechnung. Bei dieser traditionellen Vorgehensweise wird jeder Bauknoten gesondert anhand seiner Länge oder Zahl der Knoten und seines linearen oder Punktwärmedurchgangskoeffizienten berücksichtigt

- **Option B:** Die Methode mit den nach ‚EPB anerkannten Knoten‘. Bei dieser Methode wird die Berechnung, die mit Bauknoten einhergeht, vereinfacht (ohne deren Bedeutung zunächst zu machen), und man legt besonderen Wert auf die Optimierung. Zu diesem Zweck werden alle Bauknoten des Gebäudes in zwei Kategorien unterteilt: die nach EPB anerkannten Knoten (die einer Reihe einfacher Regeln genügen, siehe § 2) und die nicht nach EPB anerkannten Knoten. Bei den Knoten der ersten Kategorie wird ein geringer pauschaler Zuschlag von 3 Punkten beim globalen Wärmeisolierniveau des Gebäudes eingerechnet (K-Niveau). Knoten der zweiten Kategorie müssen hingegen gesondert berücksichtigt werden, und zwar mittels einer detaillierten Berechnung nach Option A. Wenn ein bestimmter Knoten über dem Limit liegt, das für die nach EPB anerkannten Knoten gilt, kann dieser ebenfalls mittels einer detaillierten Berechnung einbezogen werden
- **Option C:** Diese Option wird herangezogen, wenn man die Bauknoten nicht berücksichtigen will. In diesem Fall wird ein pauschaler Zuschlag von 10 K-Punkten herangezogen.

2 KONFORMITÄTSBEDINGUNGEN

Ein Knoten ist nach EPB anerkannt (nach Option B), wenn er mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt:

- Der Knoten erfüllt mindestens eine der folgenden Basisregeln:
 - Gewährleistung der Kontinuität der Isolierschichten durch Berücksichtigung

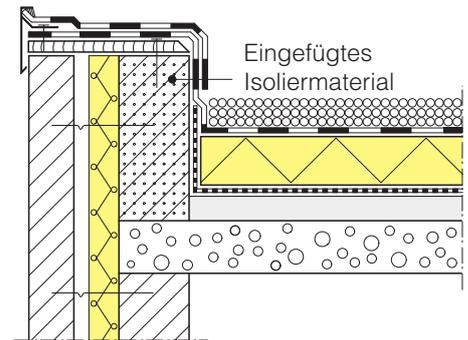


Abb. 2 Einfügung von isolierenden Teilen.

einer minimalen Kontaktlänge (siehe Abbildung 1)

- Gewährleistung der Kontinuität der Isolierschichten durch Einfügen von isolierenden Teilen (siehe Abbildung 2)
- Berücksichtigung der minimalen Länge der Strecke des geringsten Wärmewiderstands (siehe Abbildung 3)
- Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient des Knotens ist geringer als der Grenzwert, der je nach Knotentyp auferlegt wird (z.B. 0,15 W/mK bei einer einspringenden Ecke und 0,1 W/mK bei Verbindungen rund um Türen und Fenster).

Die oben genannte Methode enthält schließlich auch (meist recht negative) Werte bei Fehlen der linearen und der Punktwärmedurchgangskoeffizienten. Diese Werte können in den Optionen A und B verwendet werden.

Dieser Artikel bietet nur eine knappe Übersicht über die Methode, Bauknoten zu berücksichtigen. Weitere Informationen sind einem erklärenden Dokument und den Schulungsmodulen auf den folgenden Websites zu entnehmen: www.ibgebim.be und energie.wallonie.be. ■

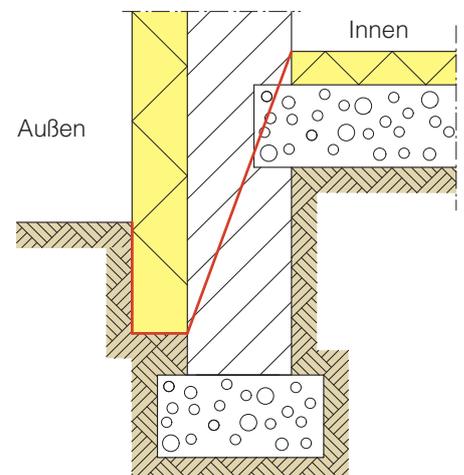
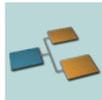


Abb. 3 Grundlagentheorie zum Weg des geringsten Wärmewiderstands.

Besseres Bauen erfordert eine Verbesserung der Kommunikation auf dem Bausektor. Dieser muss in eine neue Dynamik eintreten, die die digitalen Technologien, die neuen Kommunikationswege und die Entwicklung neuer fachlicher Verfahrensweisen berücksichtigt.



✍ F. Suain, Ing., Berater, Abteilung ‚Management, Qualität und Informationstechniken‘, WTB

Dieser Technologische Beratungsdienst, der gemeinsam von WTB, CRR ⁽¹⁾ und CETIC ⁽²⁾ bereitgestellt wird, zielt darauf ab, die TIC, das heißt die Informations- und Kommunikationstechnologien stärker in den Bauprozess einzubeziehen, indem die Bauunternehmer bei ihrer Einführung moderner Computertechniken unterstützt werden.



Die Vorgehensweisen sind vielfältig. Im Verlauf des zweiten Halbjahres 2010 und 2011 werden Informationsveranstaltungen dazu organisiert. Dabei werden so variierte Themen wie die unterschiedlichen Softwareangebote zur Preiskalkulation und Planung oder auch die Nutzung eines Projektportals behandelt (schauen Sie für weitere Informationen zu den kommenden Veranstaltungen regelmäßig in der Rubrik ‚Agenda‘ auf unserer Webseite www.wtb.be nach).

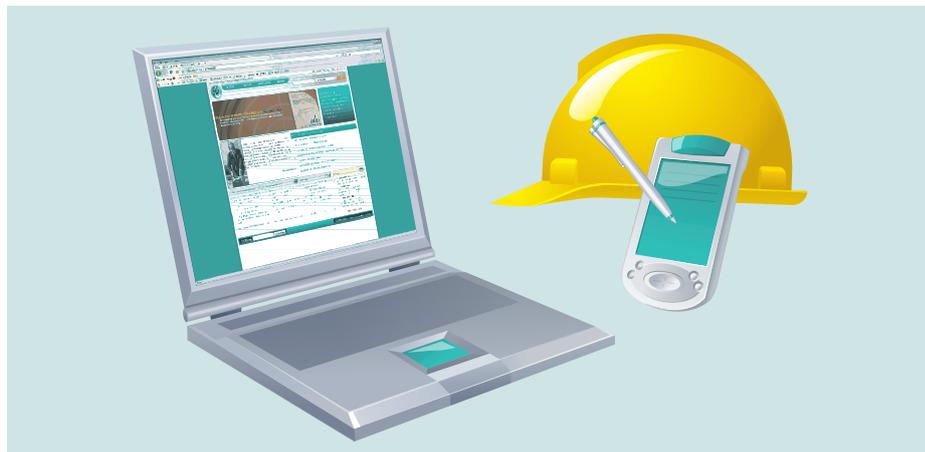


Die Mitarbeiter des WTB, des CRR und des CETIC werden Ihnen ebenfalls zur Verfügung stehen, um Sie direkt und benutzerbezogen bei der Auswahl und Einführung eines Computersystems zu beraten. Auf der anderen Seite wird zusammen mit dem Beratungsdienst eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die dazu bestimmt ist, einen Blick auf die technologischen Entwicklungen im Bereich der mobilen Lösungen zu werfen, da der Bauunternehmer der Definition nach ja ein mobiler Unternehmer ist. In diesem Zusammenhang ist jeder Bauunternehmer, der seine diesbezüglichen Erfahrungen mit anderen teilen möchte, in dieser Arbeitsgruppe herzlich willkommen.

⁽¹⁾ Centre de recherche routière.

⁽²⁾ Centre d'excellence en technologies de l'information et de la communication.

Der Technologische Beratungsdienst ,ConstrucTic‘



Folgende Themen werden bei der Beratung behandelt:

- **vernetzte mobile Lösungen:** Bereitstellen der notwendigen (technischen) Informationen an dem Ort, an dem sich der Bauunternehmer befindet
- **Lösungen, die auf eine Ressourcenoptimierung abzielen:** Vereinfachung der Datenübertragung zwischen der Baustelle und dem Unternehmen (Einsatzplanung und Berichterstattung), Geolokalisierung der Geräte usw.
- **Lösungen zur Optimierung der Ausführungszeiten:** Planung der Tätigkeiten und der Ressourcen des Unternehmens
- **Abstimmung** der Praktiken der verschiedenen vor- und nachgelagerten Beteiligten entlang der gesamten digitalen Kette des Bauprojekts (z.B. die Nutzung von standardisierten Grafikdiagrammen durch die Partner)
- **Optimierung der Abläufe** in den verschiedenen Phasen von Entwurf, Angebot, Bestellung, Einkauf, Vorbereitung und Ausführung
- **Projektportale und Dokumentenverwaltung:** Einrichten einer gleichzeitigen und gemeinsamen Verwaltung zwischen den verschiedenen Partnern eines Projektes.

Der Beratungsdienst richtet sich in der Region Wallonien an Unternehmen, die auf dem Bausektor tätig sind, und insbesondere an die kleinen und mittleren Betriebe und Handwerker. Zielgruppe in ihrem Bereich ‚Projektpor-

tale‘ sind die verschiedenen an einem Projekt beteiligten Partner.

In der heutigen Zeit ist es wichtig, dass der Bauunternehmer Neuerungen einführt und alles unternimmt, um seine Kosten zu senken. Mit einem umfangreicheren Einsatz der TIC wird das Bauunternehmen wettbewerbsfähiger gemacht und der Umsetzungsprozess effizienter gestaltet. Außerdem ermöglicht eine größere Integration der Daten in den Prozess dem Bauunternehmer, Bauten mit besserer Qualität und niedrigeren Kosten bei gleichzeitiger Einhaltung der immer zwingender werdenden Terminanforderungen zu realisieren.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte unter der folgenden E-Mail-Adresse an die Abteilung ‚Management, Qualität und Informationstechniken‘ des WTB: gebe@bbri.be. ■



ABC DigiBouw

Für die niederländischsprachigen Bauunternehmer wurde das Projekt ‚ABC DigiBouw‘ eingerichtet. Es handelt sich um eine Zusammenarbeit zwischen dem WTB, der VCB, der BouwUnie und dem CRR. Sein Gegenstand besteht in der Unterstützung der Bauunternehmer bei der Einführung der Computertechnik in ihrem Unternehmen.



Im Februar 2004 hat die Wallonische Region die Aktion ‚Energiebewusstes Bauen‘ (*Construire avec l'énergie*, abgekürzt CALE) ins Leben gerufen, um Bauprofis zu motivieren, Häuser mit besseren Energieleistungen zu bauen, als sie von der geltenden Gesetzgebung verlangt werden. Dank dieser Initiative konnte man bereits sechs Jahre lang Erfahrungen vor der zweiten Phase des Inkrafttretens der Energieleistungsbestimmungen für Gebäude (EPB) in der Wallonischen Region im Mai 2010 sammeln.



✎ D. Langendries, Ir., Projektleiter, Abteilung ‚Energie und Gebäude‘, WTB
G. Lethé, Ir., Forscher, Laboratorium ‚Energieerkmale‘, WTB

Das vollständige Inkrafttreten der EPB-Bestimmungen in der Wallonischen Region ist Realität geworden: Seit dem 1. Mai 2010 ist es in der Region nicht nur vorgeschrieben, in neuen Häusern, Bürogebäuden und Schulen ein allgemeines Niveau bei der thermischen Isolierung (K-Niveau) von K45 zu gewährleisten, sondern man muss in Wohngebäuden auch dafür sorgen, dass das Niveau beim primären Energieverbrauch (E_w -Niveau) unter 100 und der spezifische Verbrauch (E_{spez}) unter 170 kWh/m² pro Jahr liegt⁽¹⁾.

Bei der Lancierung im Jahre 2004 hat die Aktion CALE⁽²⁾ bereits einen Vorgriff auf die späteren EPB-Bestimmungen geleistet. Die Bauprofis haben sich schließlich schon damals dafür eingesetzt, bei der Planung und bei der Realisierung ihrer Projekte eine Energiecharta einzuhalten. Diese evolutionäre Energiecharta basiert auf einer Reihe von Energiekriterien im Zusammenhang mit der Gebäudehülle und den Systemen. So wurde in einer ersten Phase ein K-Niveau von höchstens K45 verlangt, und ab Oktober 2007 ein E_w -Niveau von höchstens 100 und ein E_{spez} -Niveau von weniger als 170 kWh/m² pro Jahr. Im Januar 2010 wurden das K-Niveau auf 35, das E_w -Niveau auf 70 und der spezifische Verbrauch auf 120 kWh/m² pro Jahr gesenkt. Außerdem wurde eine neue Anforderung im Hinblick auf die Luftdichtheit des Gebäudes eingeführt: $\dot{v}_{50} \leq 6$ m³/h.m².

- (1) Siehe ‚Les Dossiers du CSTC‘, 2010/2.18.
(2) Die Aktion CALE wird von einem Konsortium begleitet, das sich aus dem WTB, der *Confédération construction wallonne* (CCW), dem *Institut de formation en alternance des petites et moyennes entreprises* (IFAPME), der *Université catholique de Louvain* (UCL), der *Université de Liège* (ULg), der *Université de Mons* (UMons) und der *Union wallonne des architectes* (UWA) zusammensetzt.

CALE: Wegbereiter der EPB

1 EINIGE ZAHLEN

In der ersten Phase der Aktion (CALE1) belief sich das mittlere K-Niveau auf K37, und häufig gab es natürliche Belüftungssysteme (19 %) oder mechanische Ableitungsbelüftungssysteme (22 %). In der zweiten Phase (CALE2) lag das mittlere K-Niveau um sechs Punkte darunter, und es wurden immer häufiger mechanische Zuführungs- und Entlüftungssysteme eingesetzt (85 % gegenüber 58 % bei CALE1). Zusätzliche Statistiken mit 426 einzelnen Häusern, die den Kriterien in dieser zweiten Phase genügen, zeigen, dass die guten Ergebnisse im Hinblick auf das K-Niveau durchweg auch im durchschnittlichen E_w -Niveau und im durchschnittlichen E_{spez} widergespiegelt werden, die beide wesentlich geringer waren als die Grenzwerte aus der CALE2-Charta (siehe Abbildung). Wir stellen fest, dass Gebäude mit gleichem K-Niveau trotz allem sehr unterschiedliche E_w -Niveaus aufweisen können. Dieser Unterschied lässt sich mit der Tatsache erklären, dass man Elektrizität für die Beheizung oder für die Erwärmung von Wasser für den Sanitärbereich einsetzt.

2 WAND NACH WAND UND SYSTEM NACH SYSTEM

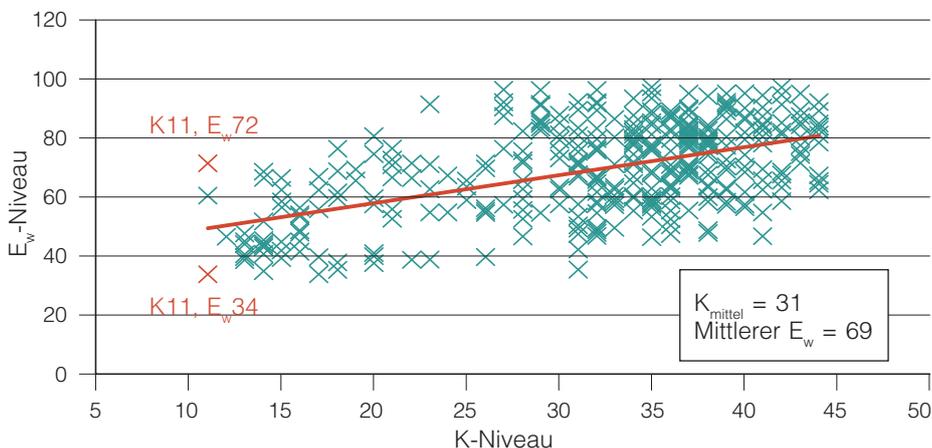
Aus unseren Statistiken ergibt sich, dass nach Fenstern (> 35 %) die Wände proportional

den wichtigsten Anteil an den Übertragungsverlusten haben (> 25 %). Dächer sind nur zu einem relativ geringen Anteil für die Übertragungsverluste verantwortlich (durchschnittlich 15 %), da es recht einfach ist, in diesen Elementen stärkere Isolierungen anzubringen.

In diesem Stadium des Projekts können wir aus unseren Statistiken ableiten, dass angehende Bauherren bei der Auswahl der Heizungsanlage am häufigsten Verbrennungsgeräte (Gas: 36 %, Heizöl: 15 % und Holz: 15 %) wählen. Obschon Strom häufig in Erwägung gezogen wird (Wärmepumpen: 29 % und elektrische Widerstandsheizung: 5 %), bevorzugen mehr als ein Viertel der Personen, die sich zunächst für ein elektrisches System entschieden haben (direkt oder mit Wärmepumpen), Verbrennungsgeräte, wenn die CALE-Bescheinigung beantragt wird. Ganz allgemein stellen wir die gleiche Verteilung bei den Energievektoren im Rahmen der Erzeugung für Warmwasser für den Sanitärbereich auf der einen Seite und für die Beheizung auf der anderen Seite fest. Wir erkennen auch, dass in Häusern, die eine lokale Heizung einsetzen (14 % der Projekte), häufig Elektrizität für die direkte Erzeugung von Warmwasser für den Sanitärbereich in Erwägung gezogen wird. Dies ist angesichts des sehr geringen Wirkungsgrads dieser Lösung beim primären Energieverbrauch sehr überraschend.

Bei Beginn des Projekts haben 41 % der angehenden Bauherren Sonnenenergie (durchschnittlich 5,65 m² an thermischen Sonnenkollektoren je Haus) in Erwägung gezogen. Nur bei 5 % der Projekte entscheidet man sich dann endgültig für die fotovoltaische Lösung. Mehr als die Hälfte dieser Häuser ist sowohl mit fotovoltaischen Zellen als auch mit einem thermischen Sonnenenergiesystem ausgestattet. ■

 www.wtb.be
LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 3/2010
Die vollständige Fassung dieses Artikels kann über unsere Website heruntergeladen werden.



Verhältnis zwischen dem E_w -Niveau und dem K-Niveau.

WTB-Schulungen



Der Einbau von feuerfesten Türen

- Am 28. und 30. September und am 5. und 7. Oktober 2010, von 18.00 bis 21.00 Uhr, WTB, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

Innenisolierung von Wänden

- Am 16. September 2010, von 13.00 bis 17.00 Uhr, Bâtiment Conscience, Boulevard du Roi Albert II 15, 1210 Brüssel.

Informatik und Bauwesen

- Am 21. September 2010, von 17.00 bis 20.00 Uhr, Kammer für Bauwesen Mons, Rue de la Réunion 2, 7000 Mons
- Am 7. Oktober 2010, von 17.00 bis 20.00 Uhr, Confédération Construction Luxembourg, Rue Fleurie 2, 6800 Libramont (Chevigny)
- Am 14. Oktober 2010, von 17.00 bis 20.00 Uhr, Kammer für Bauwesen Liège, Galerie de la Sauvenière 5, 4000 Liège.

Anstriche und nachhaltige Entwicklung: ein mehrgliedriger Ansatz

- Am 23. September 2010, von 09.00 bis 17.00 Uhr, Kompetenzzentrum ‚FOREM Formation Pigments‘, Quai du Pont Canal 5, 7110 Strépy-Bracquegnies.

Implikationen von Niedrigenergiebauten im Hinblick auf den Rohbau

- Am 18. Oktober 2010, von 18.30 bis 20.00 Uhr, Confédération Construction Hainaut Occidental, Rue du Follet 10, 7540 Tournai (Kain)
- Am 28. Oktober 2010, von 19.00 bis 20.30 Uhr, Confédération Construction Verviers, Rue du Palais 25-27, 4800 Verviers
- Am 28. Oktober 2010, von 19.00 bis 20.30 Uhr, Confédération Construction, Rue du Lombard 42, 1000 Brüssel.

Innenbeleuchtung

- Am 4. November 2010, von 14.00 bis 17.15 Uhr, Bâtiment Conscience, Boulevard du Roi Albert II 15, 1210 Brüssel.

MS Project 2010: Was gibt es Neues?

- Am 21. Oktober 2010, von 14.00 bis 17.00 Uhr, WTB, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

CPRO: WTB-Applikationen für die Selbstkostenpreisberechnung mit Hilfe von Excel

- Am 18. November 2010, von 14.00 bis 17.00 Uhr, WTB, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

Internetbasierte kollaborative Plattformen (Projektportale)

- Am 9. Dezember 2010, von 14.00 bis 17.00 Uhr, WTB, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

1. Internationaler ETICS-Kongress

- Am 29. September 2010, von 10.00 bis 17.30 Uhr, Albert Hall, Chaussée de Wavre 649-651, 1040 Brüssel.

SCHULUNGEN

- Für nähere Informationen zu Schulungen steht Ihnen Herr J.-P. Ginsberg (info@bbri.be) zur Verfügung. Sie erreichen ihn auch telefonisch unter 02/655.77.11 oder per Fax an 02/653.07.29.
- 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, 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



BRÜSSEL

Firmensitz

Rue du Lombard 42
B-1000 Brüssel

Generaldirektion
Tel.: 02/502 66 90
Fax: 02/502 81 80
E-Mail: info@bbri.be
Website: www.wtb.be

ZAVENTEM

Büros

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

Technische Gutachten - Schnittstelle und Beratung
Kommunikation
Verwaltung - Qualität - Informationstechniken
Entwicklung - Valorisierung
Technische Zulassungen
Normierung

Veröffentlichungen

Tel.: 02/529 81 00
Fax: 02/529 81 10

LIMELETTE

Versuchsgelände

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

Forschung und Innovation
Laboratorien
Bildung
Dokumentation
Bibliothek

HEUSDEN-ZOLDER

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)