



le CSTC services publications agenda

Site internet

classe de planéité IV. A cause des coûts supplémentaires de la réalisation d'une planéité améliorée, les classes de planéité I, II et III ne sont envisagées que dans des cas particuliers, par exemple : stockage à grande hauteur, machines de précision installées directement sur le sol, etc.

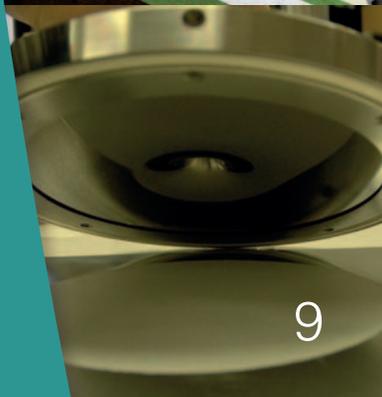
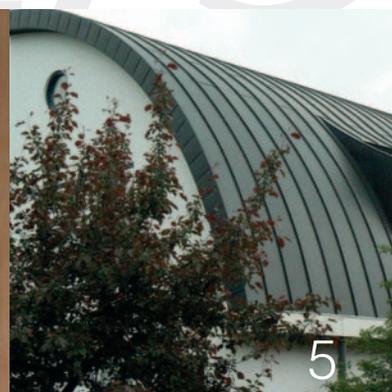
La réalisation de zones appartenant à des classes de tolérance différentes peut s'avérer une solution intéressante.

prescrite si, lors du contrôle, moins de 5 % des résultats sont situés hors des tolérances de planéité prévues mais les écarts restent dans les limites de la classe immédiatement supérieure (et restent inférieurs à 12 mm/2 m pour la classe IV). Si plus de 5 % des résultats sont situés hors des tolérances éventuelles sont à charge de l'exécutant du sol industriel.

Fig. 15 Contrôle de la planéité d'un sol industriel.
A. taquet dont l'épaisseur est égale à la tolérance
B. latte de 2 m de longueur
C. taquet mobile (épaisseur égale au double du taquet A)

25 | NIT 204

- 1 Der *Guide de l'entretien* erscheint in neuem Gewand
- 2 Holzgerüstbau. Müssen die Fugen der Aussteifungsplatten verleimt werden?
- 3 Erzeugung intelligenter Bilder
- 4 Smart-Geotherm
- 5 Dachaufbau mittels nicht-selbsttragender Metallabdeckungen
- 6 Bauknoten in Flachdächern
- 7 Vorschriften vor der Anbringung von Brandschutztüren
- 8 Ökologische Endbearbeitung von Holz
- 9 Farben und FOK: vom schwachen Gehalt bis zur schwachen Emission
- 10 Welche akustischen Kriterien für die Verglasungen?
- 12 Verfugungen: Härte und Dauerhaftigkeit
- 13 Renovierung und Behandlung von Natursteinmaterialien
- 14 Kratzer und vorzeitige Abnutzung bei Keramikfliesen
- 15 EPB-Infomerklärblätter: Installationen und Systeme
- 16 Der Niedrigenergiebau: 10 Jahre für eine tiefgreifende Revolution
- 17 Risiken von Kondenswasserbildung auf Abflussleitungen im Innern von Gebäuden
- 19 Verwaltungsprogramme und Berechnung der Gestehungskosten
- 20 Vorabfestlegung der natürlichen Beleuchtung



Der *Guide de l'entretien* erscheint in neuem Gewand

Wenn es um unsere Gesundheit geht, heißt es häufig: vorbeugen ist besser als heilen. Ein Sprichwort, das für Gebäude folgendermaßen lauten könnte: Instandhalten ist besser als sanieren. Denn es ist wahr, dass die regelmäßige Wartung eines Gebäudes das Risiko irreparabler Schäden verringert und es ermöglicht, die Wiederinstandsetzungskosten nachhaltig zu verringern. Um dem Fachmann zu helfen, den Kunden bei dieser Aufgabe anzuleiten, hat das WTB in Zusammenarbeit mit seinen Technischen Komitees und den wichtigsten Berufsorganisationen und Instanzen des Bausektors die dritte Ausgabe des Guide de l'entretien pour des bâtiments durables herausgegeben. Die Neuerscheinung wurde vollkommen überarbeitet und hat sich im Vergleich zu den vorhergehenden Versionen sehr verändert.



Ein wenig Geschichte

Seit den 80^{er} Jahren hat sich das WTB mit den Berufsorganisationen um die Herausgabe einer Anleitung bemüht, die ein wirkliches Programm beinhaltet und den Eigentümern und Hausverwaltungen ermöglicht, die ihnen anvertrauten Immobilien in bestmöglicher Weise zu unterhalten. Es wurden verschiedene Gutachten angeregt, um die Anleitung zu vollenden: beim *Conseil national de l'Ordre des architectes*, beim *Collège national des experts architectes de Belgique*, bei der *Fédération royale des sociétés d'architectes de Belgique* (FAB) und beim *Bureau de contrôle technique pour la construction* (SECO).

Die Version 2011 der Anleitung wurde grundlegend überarbeitet – selbst wenn die textliche Darstellung in Spalten beibehalten wurde –, um diese in ein lebendiges Werkzeug zu verwandeln: ein bereicherter Inhalt, eine verbesserte Einteilung der Artikel und eine diversifizierte Art der Beratung. Jede Komponente, jedes Material, jedes Bausystem wurde somit nummeriert, woraus die Möglichkeit resultiert, rasch die gesuchten Informationen im Hinblick auf Leistungen, Regelmäßigkeit und Referenzdokumente zu finden.

Einige Neuheiten

Die Kunst des Bauens entwickelt sich unaufhörlich. Auch die Verordnungen vervielfältigen sich, und sie beeinflussen die Arbeitsweise. Daher hat die Anleitung neue Themen aufgenommen, wie Dachgärten und Dachparkplätze, thermische und photovoltaische Sonnenkollektoren, Putz auf Isolierstoffen, Holzverkleidungen, strukturierte Verglasungen, die Brandschutzvorbeugung, Lüftungs- und Kühlinstallationen, ...

Die Artikel werden nicht mehr wie in den vorhergehenden Ausgaben eingeteilt. Die Anleitung ist jetzt auf eine informativere Weise zusammengesetzt, mit besserer Anpassung an den Bauprozess, und sie verschafft den Fachleuten die Möglichkeit, rasch dem Dokument die Teile zu entnehmen, die sie besonders interessieren. Die neue Anleitung enthält neun Kapitel, denen jeweils eine grafische Abbildung vorangeht, welche den betroffenen Bauabschnitt illustriert (siehe oben).

Digitale Version

Ein so wertvolles Instrument wie diese Anleitung kann sich im 21. Jahrhundert nicht mehr damit begnügen, ausschließlich in Papierform zu existieren. Den Mitgliedern des WTB sowie den Abonnenten steht daher auch eine digitale Version zur Verfügung.

Eine grafische Schnittstelle erlaubt dem Nutzer, den gewünschten Gebäudeteil zu visualisieren und alle Themen oder Teilthemen, die ihn interessieren, in Pdf-Format herunterzuladen. Ein wertvoller Zeitgewinn für den Fachmann, der manchmal Schwierigkeiten hat, sich in der Flut von Informationen, die ihm angeboten werden, zurechtzufinden.

Um den *Guide de l'entretien* zu konsultieren, klicken Sie auf den folgenden Link:
www.cstc.be/go/entretien. ■

Bei Holzgerüstbauten müssen die Druckfestigkeit und die Steifigkeit der tragenden Wände ausreichend sein, um Beanspruchungen, die durch den Wind entstehen, angemessen zu begegnen und Deformationen in der Ebene entgegenzuwirken. Diese Problematik ist besonders mit hohen Gebäuden verknüpft, die mit großdimensionierten Tür- und Fensteröffnungen ausgestattet sind. Im Rahmen dieser Logik werden wegen ihrer einfachen Verwendbarkeit zunehmend mit Nut und Feder versehene OSB-Platten eingesetzt, um die Aussteifung der Wände abzusichern.

Holzgerüstbau. Müssen die Fugen der Aussteifungsplatten verleimt werden?

↳ A. Skowron, Ir., Projektleiter, Laboratorium 'Strukturen', WTB
B. Parmentier, Ir., Leiter der Abteilung 'Strukturen', WTB

Bei Holzgerüstbauten werden die Aussteifungen der tragenden Wände im Allgemeinen mithilfe strukturierter Holzplatten realisiert (OSB-Platten, Spanplatten, MDF, ...), die mechanisch an den Stützen und Querbalken des Gerüsts befestigt werden.

Bezüglich der Dimensionierung der Aussteifungen bei tragenden Wänden geht die Norm NBN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) davon aus, dass die Befestigung der Platten durch Montagemitel zu bewerkstelligen ist, deren konstanter Maximalabstand auf der Außenlinie 150 mm bei Nägeln und 200 mm bei Schrauben beträgt. Bei Innenstützen darf der Maximalabstand den doppelten Abstand der Umlauflinie oder 300 mm nicht überschreiten, jeweils der niedrigere Wert vorausgesetzt. Sobald daher die Höhe der Platten kleiner ist als das Gerüst, ist bei jeder Unterbrechung einer Platte gewöhnlich eine Abschlussleiste vorzusehen, um zu verhindern, dass sich die Zwischenfugen auf das Gerüst abstützen (siehe Abbildung 1).

Im Fall von Platten mit Nut und Feder, im Allgemeinen mit einer Höhe von 60 cm, erweist sich die Herstellungsregel nachweislich als sehr mühselig und bei Anbringung der Isolation in den Wänden als sehr nachteilig.

Einige Bauunternehmen sind daher dazu übergegangen, andere Techniken der Blockierung

einzusetzen, indem sie beispielsweise die horizontalen Zwischenfugen der Platten mithilfe eines strukturierten Klebers verleimen. Andere erachten das System mit Nut und Feder für ausreichend, um die Scherungskräfte zu übertragen, und sie nehmen daher keine Blockierung vor, indem sie die Zwischenfugen ‚frei‘ lassen.

Diese alternativen Blockierungstechniken werden im aktuellen Eurocode 5 nicht behandelt. Das WTB hat daher eine experimentelle Studie durchgeführt, um ihre mechanischen Leistungen zu prüfen und ihre Nutzung zu bestätigen oder davon abzuraten.

BESCHREIBUNG DER DURCHGEFÜHRTEN VERSUCHE

Die Versuche an Aussteifungen wurden an Holzgerüstwänden mit einer Breite von 3,6 m und Höhe von 2,6 m durchgeführt, deren Stützen in einem Abstand von 60 cm aufgestellt waren. Oben an der Wand wurde auf die Ebene der Platte eine horizontale Kraft angewendet und die horizontale Verschiebung gemessen.

Es wurden drei Techniken der Aussteifung getestet:

- Konfiguration Nr. 1: OSB-Platten mit geraden Kanten (H: 2,6 m, B: 1,2 m), deren Ränder durchgehend am Gerüst befestigt wurden
- Konfiguration Nr. 2: OSB-Platten mit Nut und Feder (H: 0,6 m, B: 2,4 m), vernagelt mit dem Gerüst, jedoch bei Freilassung der horizontalen Zwischenfugen

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.2

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.

- Konfiguration Nr. 3: an das Gerüst genagelte OSB-Platten mit Nut und Feder, deren horizontale Zwischenfugen mithilfe eines Strukturklebers ‚blockiert‘ werden.

DIE ERMITTELTEN HAUPTERGEBNISSE

Die Abbildung 2 zeigt, dass bei Verleimung der horizontalen Zwischenfugen der Platten mit Nut und Feder (Konfiguration Nr. 3) eine Erhöhung der Steifigkeit und Druckfestigkeit der Wandaussteifungen um 50 beziehungsweise 35 % möglich ist, jeweils realisiert im Hinblick auf eine klassische Konfiguration mithilfe von Platten mit gerader Kante (Konfiguration Nr. 1). Die Blockierung durch Verleimung erweist sich somit als eine besonders wirksame Technik.

Im Gegenzug führt die Verwendung von Platten mit Nut und Feder ohne verleimte Fugen (Konfiguration Nr. 2) zu einer beträchtlichen Deformation der Wand, wie die rote Kurve veranschaulicht, und einer Verringerung der Druckfestigkeit der Aussteifung. Diese Konfiguration erweist sich daher als weniger leistungsstark als die klassische Konfiguration.

Um die Druckfestigkeit der Aussteifung einer Wand, die sich aus Platten mit Nut und Feder sowie verleimten Fugen zusammensetzt, analytisch festzulegen, wird – parallel zum Experimentversuch – empfohlen, die im Eurocode 5 beschriebene Berechnungsmethode anzupassen gemäß der langen Version dieses Artikels. Die Grenzverformungen der Wandplatten werden hier gleichermaßen behandelt. ■



Abb. 1 Abschlussleiste (Sicht von vorne und, im kleinen Fenster, von der Rückseite).

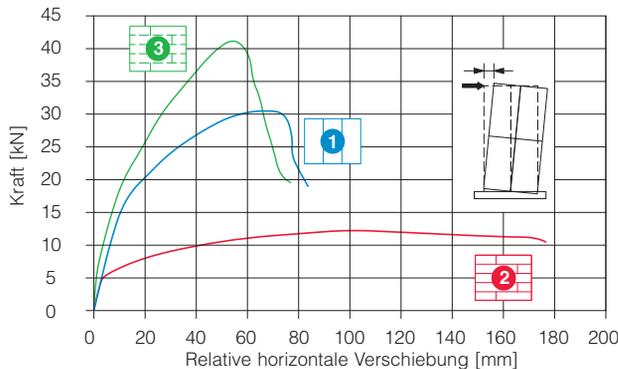


Abb. 2 Die Verleimung der Fugen an Platten mit Nut und Feder (Nr. 3) ermöglicht eine Erhöhung der Druckfestigkeit und der Steifigkeit der Wand des Holzgerüsts.

Im Rahmen des vom IWT unterstützten Projekts ‚Intelligent Bouwen‘ (‚Intelligentes Bauen‘), haben Imec, Sarris und das WTB nach Technologien und elektronischen Apparaten geforscht, die sich bei der Konstruktion oder Wartung von Gebäuden als nützlich erweisen. Dieses Projekt untersucht nicht nur das aktuelle technologische Angebot, sondern es sondiert gleichermaßen die Bedürfnisse des Sektors. Dieser Artikel konzentriert sich auf potentielle Anwendungen von Techniken für die Sichtbarmachung und Bearbeitung von Bildern.

Erzeugung intelligenter Bilder

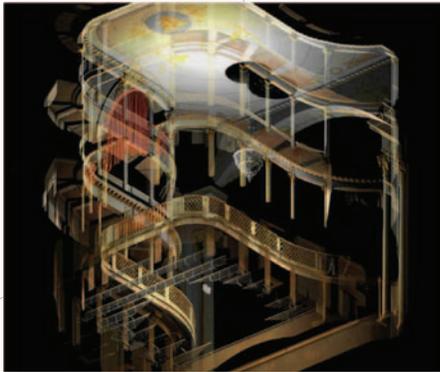


Abb. 1 Resultat der Messung mit einem Laserscanner mit großer Reichweite.

Schon seit einigen Jahren sind Fotos ein unerlässliches Hilfsmittel, um den Verlauf einer Baustelleninspektion, die Ausarbeitung einer Bestandsakte oder die Nachverfolgung der Arbeiten zu dokumentieren. Die aktuellen Techniken gehen nichtsdestotrotz darüber weit hinaus. Denn sie liefern nicht nur visuelle, sondern auch messbare Informationen. Dies bedeutet, dass der Nutzer anhand der empfangenen Daten selber die Entfernungen messen und die Abmessungen kontrollieren kann. Diese Technologie ermöglicht es also, mithilfe von manchen Fotos, die Abmessungen einer Installation bei sich zu Hause unter Anwendung eines PC's zu berechnen.

DIE LASERTECHNOLOGIE

Eine ganze Reihe von Apparaten verwendet die Lasertechnologie, welche die Möglichkeit bietet, mit einer Präzision von weniger als einem Millimeter bei Entfernungen zu arbeiten, welche die 10 m-Marke um ein Vielfaches überschreiten. Die *total stations*, d.h. Apparate auf der Basis der am höchsten entwickelten Lasertechnologie, messen mit Präzision die Koordinaten X, Y und Z der Punkte im Raum. Darüber hinaus sind sie imstande, eine Reihe von Messpunkten zu suchen und ein automatisches Verzeichnis herzustellen, eine Abgrenzung zu verfolgen und die berechneten Werte auf einen tragbaren oder einen Tablet-PC zu übertragen.

Ein anderer Apparat, der Laserscanner mit großer Reichweite, ist imstande, die Koordinaten von fünf Millionen Punkten in wenigen Minuten zu determinieren. Diese Punktwolke kann danach mithilfe geeigneter Programme auf Flächen oder Volumen übertragen werden,

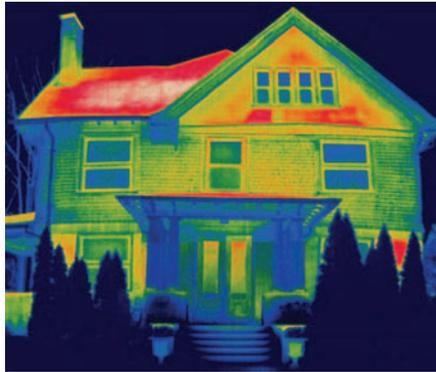


Abb. 2 Die mit Infrarotlicht erzeugten Bilder geben die Wärmebrücken zu erkennen.

an denen sodann Messungen vorgenommen werden können. Diese Technik erscheint für die Bestandsaufnahme von Örtlichkeiten im Rahmen von Renovierungsarbeiten oder für den Vergleich des Gebäudes mit den Plänen besonders geeignet. Die Geschwindigkeit der Messung und die große Menge an Daten sind beeindruckend. Abbildung 1 gibt das Ergebnis einer Messkampagne wieder, die an einem Theaterbau durchgeführt wurde.

INFRAROTBILDER

Mithilfe der Infrarotthermografie (siehe Abbildung 2) ist es möglich, die Temperatur verschiedener Objekte durch ein Bild zu prüfen. Diese Informationen erlauben es uns unter anderem, Wärmeverluste zu lokalisieren und die guten und schlechten thermischen Kontakte ausfindig zu machen. Die Qualitätskontrolle der Isolierarbeiten (z.B. Isolierung einer Hohlwand) oder die indirekte Kontrolle der Luftdichtigkeit eines Gebäudes (wichtig im Rahmen der Verordnungen zur energetischen Leistung) sind geläufige Anwendungsfelder dieser Technik.

Diese Technik erlaubt außerdem strukturelle Probleme wie eine Unterspülung von Betonplatten aufzudecken, hervorgerufen durch die Korrosion der Brückenplatten. Sobald Korrosion auftritt, ist die thermische Leitfähigkeit der Brückenplatte in Richtung der darunterliegenden Struktur weitaus geringer, was sich in einer anderen Farbe niederschlägt. Da das Infrarotlicht vom Wasser absorbiert wird, ermöglicht sie außerdem feuchte Zonen sichtbar zu machen, die mit dem bloßen Auge nicht erkennbar sind.

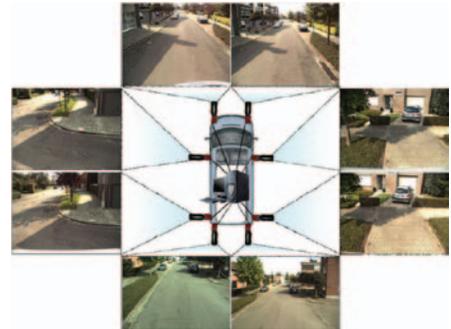


Abb. 3 Acht Kameras vermitteln einen Eindruck der Umgebung, während sich das Fahrzeug bewegt.

MOBILE KARTOGRAFIE

Dank dieser Technologie kann man beim bloßen Fahren oder während man sich bewegt einen Eindruck der Orte gewinnen, die uns umgeben. Die Abbildung 3 zeigt Bilder, die mit acht kalibrierten Fotoapparaten aufgenommen wurden, ausgehend von einem Fahrzeug, das eine Straße entlangfährt. Mithilfe komplexer Algorithmen gelangt diese Technik dazu, visuelle Informationen in messbare Bilder zu verwandeln, die aus einem leicht veränderten Gesichtswinkel resultieren. Die mobile Kartografie erscheint daher insbesondere für die Aufzeichnung eines Baustellenfortschritts oder die Prüfung einer vorhandenen Situation geeignet.

Mittels dieser Technik ist es möglich, detaillierte Beschreibungen und mühselige metrische Verzeichnisse durch einen Algorithmus zu ersetzen. Er analysiert die aufgezeichneten Bilder, indem er sie auf ihre Dimensionen reduziert. In großem Maßstab könnte diese Technik mit Gewinn für die Implantation eines neuen Gebäudes in eine existierende Umgebung eingesetzt werden. ■

✍ F. Van Rickstal, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium ‚Strukturen‘, WTB

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC NR. 2011/3.3

Die lange Version dieses Artikels, der außerdem andere technologische Bereiche anspricht, wird in Kürze auf unserer Website verfügbar sein.

Am 1. September 2011 wird die innovative Studie ‚Smart-Geotherm‘ in Angriff genommen. Dieses Projekt, bei dem das WTB im Hinblick auf die Durchführung und Koordination eine Schlüsselrolle ausüben wird, erstreckt sich über einen Zeitraum von sechs Jahren und es erfreut sich einer finanziellen Unterstützung durch das IWT. Die Studie beabsichtigt die Konstruktion von Gebäuden mit einem Energieverbrauch von quasi Null, zurückzuführen auf die Entwicklung integraler Konzepte, welche die Geothermie, Betonkernaktivierung und andere Techniken einsetzen. Da mehr als die Hälfte des gegenwärtigen Immobilienparks von der Anwendung dieser Konzepte betroffen ist, nimmt der soziale und ökonomische Einfluss des Projekts eine beträchtliche Größenordnung ein.

Smart-Geotherm

Im Mai 2010 hat die Europäische Union anlässlich der Revision der EPB-Verordnung einige Ziele bezüglich der energetischen Leistung von Gebäuden festgelegt (siehe S. 16). Sie hat sodann die verschiedenen Mitgliedsstaaten aufgefordert, dafür Sorge zu tragen, dass bis 2021 der Energieverbrauch aller neuen Gebäude quasi Null beträgt. Dieses Ziel lässt sich insbesondere durch die Errichtung von Gebäuden erreichen, die möglichst wenig Energie benötigen (z.B. Passivbauten) und die für den Restenergiebedarf auf erneuerbare Energie zurückgreifen, die vor Ort produziert wird.

Das Projekt ‚Smart-Geotherm‘, das auf Antrag von und in Zusammenarbeit mit verschiedenen Bohrgesellschaften, Großunternehmen, Zulieferern, Herstellern und Installateuren in die Wege geleitet wurde, wird in der Hauptsache darin bestehen, die Mittel zu finden, um den Restenergiebedarf auf die effizienteste Weise zu befriedigen. Die Untersuchung wird im Rahmen eines speziell zu diesem Zweck gegründeten Konsortiums durchgeführt, und es setzt sich zusammen aus den Mitarbeitern des WTB, der K.U.Leuven, des VITO (flämisches Institut für technologische Forschung),

des VCB (flämischer Bauverband), der Bouwunie, des ABEF, von Infobeton.be und der FEBE. Ein Schlüsselement des Ansatzes besteht in einer kombinierten lang- und kurzfristigen Energiespeicherung mittels intelligenter Steuerungssysteme, welche eine optimale Verwertung des geothermischen Potentials des Bodens und die Aktivierung von massiven Bauelementen ermöglichen.

Wie bereits oben dargestellt, besteht das Konzept ‚Smart-Geotherm‘ darin, das Gebäude in der Form zu isolieren, dass der Nettowärmebedarf durch den Einsatz erneuerbarer Energie kompensiert werden kann, kombiniert mit einer Reihe integrierter intelligenter Techniken. Dieser Ansatz umfasst drei Aspekte:

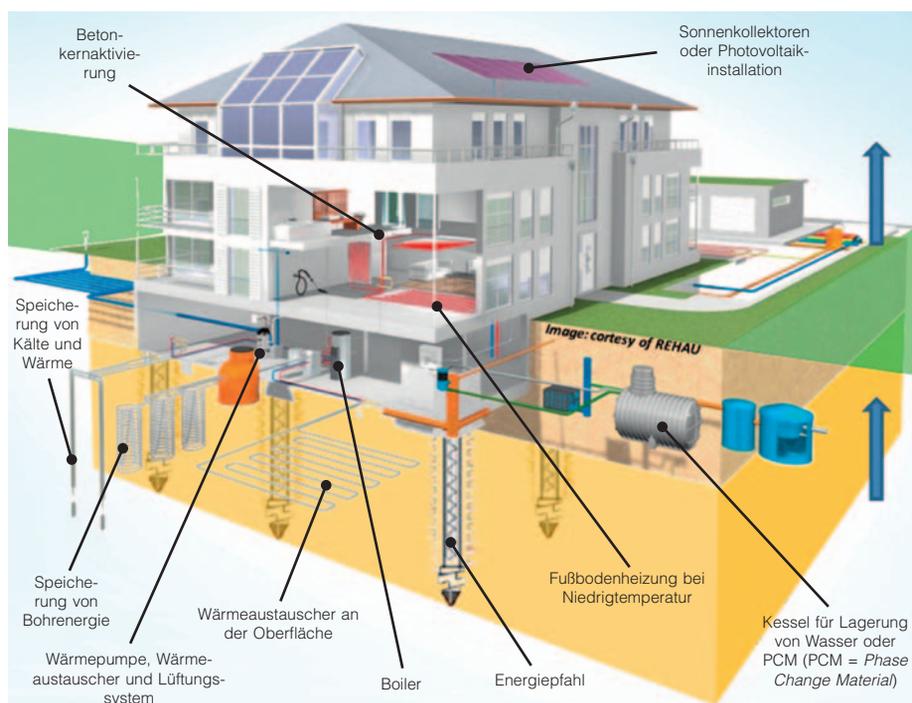
- den Rückgriff auf Systeme, welche die Wärmeenergie kurz- oder langfristig in der Strukturmasse des Gebäudes oder im Boden speichern, gegebenenfalls kombiniert mit flexibleren Speichertechniken (siehe Abbildung)
- die Entwicklung und Verbreitung von Kenntnissen, Anwendungen und Innovationen im Bereich von Wärmepumpen, welche die im Boden gespeicherte Wärme verwerten

- die Erzeugung von intelligenten Steuerungssystemen und die Maximalnutzung preiswerter und/oder erneuerbarer Energien.

Dieser innovative Ansatz kann gleichermaßen einen positiven Einfluss auf eine ganze Reihe weiterer Aspekte ausüben. So stellt die Integration kürzlich im Ausland entwickelter Techniken (z.B. für vorfabrizierte Rammpfähle in den Niederlanden) in unsere gewöhnlichen Bautechniken (i.e. in den Boden geschraubte Pfähle) eine reelle Herausforderung dar.

Das Projekt ‚Smart-Geotherm‘ könnte auch einen beträchtlichen wirtschaftlichen Einfluss gewinnen. Wenn man weiß, dass in Belgien heutzutage nur 2 % des jährlichen Neubausvolumens auf die oben zitierten Techniken zurückgreift (mit der Erdwärme verbundene Wärmepumpen, Betonkernaktivierung, Speicherung thermischer Wärme, ...) und dass mit dem vorgeschlagenen integrierten Ansatz die Möglichkeit besteht, den Prozentsatz auf 50 % zu steigern, ist die Rechnung rasch aufgestellt ... Mit anderen Worten, man darf einen bedeutenden Zuwachs im Umsatz und Beschäftigungsangebot in verschiedenen Untersektoren erwarten.

Das ‚Smart-Geotherm‘-Konzept.



Im Verlauf des Projekts wird sich eine enge Interaktion zwischen der Nutzerkommission und den drei technischen Arbeitsgruppen einstellen. Aus diesem Grund werden mehrere Fallstudien durchgeführt werden, um den im Rahmen des Projekts entwickelten integralen Ansatz in die Praxis umzusetzen. Die Unternehmen, die weitere Informationen zu diesem Thema erhalten möchten, sind eingeladen, uns per E-Mail zu kontaktieren (info@bbri.be) oder ab September die Website www.smartgeotherm.be aufzusuchen (ausschließlich verfügbar auf Niederländisch). ■

✉ N. Huybrechts, Ir., Leiter der Abteilung ‚Geotechnik‘, WTB

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.4

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.



Eine ventilerte oder nicht-ventilierte Dachabdeckung? Früher hat sich die Frage nicht gestellt: Metallabdeckungen wurden immer auf der Unterseite belüftet. Heutzutage ist es aufgrund der Entwicklung der Materialien möglich, warme Dächer zu bauen, und dies selbst mit einer Abdeckung aus Zink. Diese Technik bietet außerdem unbestreitbare Vorteile im Hinblick auf die energetische Leistung und das Verhalten gegenüber des Risikos der internen Kondensation.

Dachaufbau mittels nicht-selbsttragender Metallabdeckungen

ENTWICKLUNG DER MATERIALIEN

Sobald man sich für eine nicht-selbsttragende Metallabdeckung entscheidet, steht ein breites Sortiment an Metallen zur Verfügung: Kupfer, Kupferlegierung, Edelstahl, Zink, Aluminium, ... Diese Materialien können in Gestalt von Blechen oder langen Streifen verlegt werden, die man auf einen kontinuierlichen Träger aufträgt: Holzplanken, Sandwich- oder Isolierplatten (steif oder semi-steif). In den beiden ersten Fällen werden die Bleche direkt auf dem Trägermaterial mithilfe von Halteschellen befestigt. Im dritten Fall liegen die Bleche auf dem Dämmstoff, und z.B. werden die Halteschellen danach auf dem darunter befindlichen Trägergerüst befestigt. Die Metallbleche werden untereinander mit Klammern, durch Verlötung oder manchmal auch Verschweißung montiert.

Früher wurden die Metallabdeckungen meistens auf einer belüfteten Dachschalung verlegt. Dieses Verfahren ist insbesondere in der traditionellen Verarbeitung von Zink verwurzelt. Um jedes Korrosionsrisiko zu vermeiden, muss die Unterseite des Materials unbedingt mit der Kohlendioxid enthaltenden Umgebungsluft in Kontakt gebracht werden, damit sich eine schützende Patina bildet.

Heutzutage erlaubt es die Verwendung von Materialien wie Edelstahl, Aluminium, Kupfer und seit kurzem Zink mit einer Schutzschicht auf der Unterseite, andere Dachaufbauten zu gestalten. Es können inzwischen alle Metalle verwendet werden, um nicht-belüftete Dachkomplexe unter der Abdeckung zu konstruieren.

Diese konstruktive Logik, die sich in der Zukunft vermutlich generell verbreiten wird, bietet zahlreiche Vorteile: indem sie das Vorhandensein von Luft innerhalb des Daches sowie die Bewegungen feuchter Luft auf der Unterseite der Abdeckung – Luft, die von außen eindringt oder von innen hinausdringt – verringert, schränkt sie die Bildung von Kondenswasser unter den Metallen ein, und indem sie zudem die Zirkulation von Luft um die thermische Dämmschicht begrenzt, erhöht sie gleichermaßen die Energieleistung der Wand.

BESEITIGUNG DES KONDENSWASSERS UND BEDEUTUNG DER NEIGUNG

Unter jeder Metallabdeckung befindet sich Luft, die kontinuierlich über die aufrechten Fugen, die Anschlüsse mit den anderen Elementen der Gebäudehülle und freilich im Fall von auf der Unterseite ventilerten Abdeckungen durch spezifische Öffnungen ausgetauscht wird, die hierfür vorgesehen sind. Diese Lufterneuerung wird entweder durch die Wirkung von Winden und/oder die Temperatur hervorgerufen. Luft enthält aber stets Feuchtigkeit und es kann geschehen, dass diese auf der Unterseite der Abdeckung kondensiert, wenn die Temperatur des Metallbleches den Taupunkt der Luft unterschreitet (z.B. infolge einer Abkühlung durch Wärmeabgabe in Richtung Himmel).

Es ist nicht leicht, die Menge des sich möglicherweise bildenden Kondenswassers einzuschätzen, aber sie kann beträchtlich sein. Sie kann noch größer ausfallen, wenn der Dachkomplex über einen Luftzwischenraum ver-

fügt, der beliebig durch die Außenluft belüftet wird oder wenn auf der Innenseite des Daches die Dampfsperre nicht auf einem kontinuierlichen Träger aufgebracht werden kann. Diese Kondensate müssen sodann unverzüglich beseitigt werden, um die Beschädigung des Dachkomplexes zu vermeiden.

Hiermit ergibt sich die Notwendigkeit, die allgemeinen Grundsätze für Dachaufbauten mit Metallabdeckung je nach Dachneigung zu unterscheiden:

- im Fall geneigter Dächer ($> 10^\circ$) ist die Neigung ausreichend und sie ermöglicht, mittels eines Unterdachs die eventuellen Kondensate zu beseitigen, die sich auf der Unterseite der Abdeckung ansammeln. Hierbei sind ebenso freiwillig ventilerte als auch nicht-belüftete Abdeckungen in Betracht zu ziehen
- im Fall schwacher Neigungen (1 bis 10°) wird wegen der unzureichenden Neigung der Abdeckung, die ein wirksames Abfließen des Kondenswassers in Richtung des Ablaufs nicht ermöglicht, geraten, ein ‚warmes‘ Dach zu wählen (ohne spezifische Belüftung auf der Unterseite der Abdeckung).

Im zweiten Fall ist die Dampfsperre unbedingt auf einem kontinuierlichen Träger über dem Tragwerk aufzubringen. Generell ist diese Vorsichtsmaßnahme aber für alle Neigungen zu empfehlen, insoweit es erforderlich ist, Dachkomplexe in höherem Maße luftdicht zu gestalten, um Energieverluste aufgrund von Luftbewegungen (Luftauslässe) zu verringern. ■

✍ *D. Langendries, Ir., Stellvertretender Leiter des Laboratoriums ‚Energiemerkmale‘, WTB*
K. de Cuyper, Ir., Koordinator der technischen Komitees, WTB



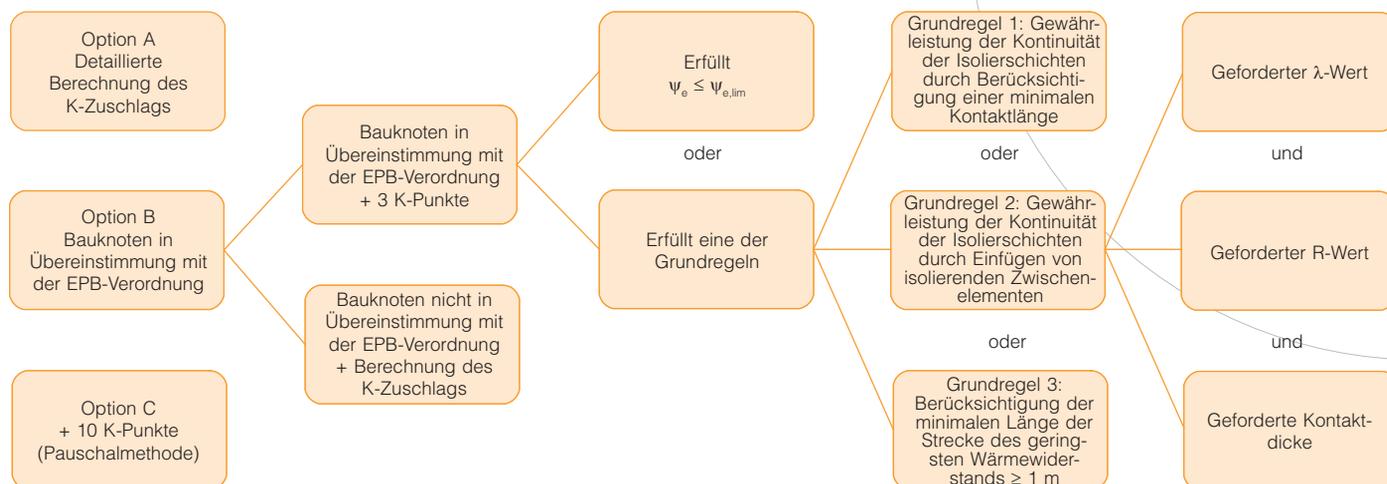
www.wtb.be

CSTC-DIGEST Nr. 11

Das WTB wird in Kürze ein Digest veröffentlichen, in dem 18 verschiedene Dachaufbauten vorgestellt werden (eingestuft nach ihrer Neigung und der Art der Belüftung auf der Unterseite der Abdeckung).

In dem Artikel ‚Bauknoten und K-Niveau‘, der in [WTB-Kontakt 2010/3](#) erschienen ist, haben wir Ihnen den Begriff ‚Bauknoten‘ sowie das Verfahren vorgestellt, um hierbei die EPB-Verordnung einzuhalten. In Flandern ist diese seit dem 1. Januar 2011 obligatorisch vorgeschrieben, und es ist zu erwarten, dass auch die übrigen Regionen sie in naher Zukunft übernehmen. Dieser Artikel behandelt insbesondere Bauknoten in Verbindung mit Flachdächern.

Bauknoten in Flachdächern



Die eindimensionale Berechnung thermischer Verluste (U- und K-Werte) erfordert die Berücksichtigung der in den Wänden der Gebäudehülle anwesenden Bauknoten. Dieser Wärmeverlust ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Dämmschicht der Wände in ihrer gesamten Dicke von einem Material unterbrochen wird, dessen thermische Leitfähigkeit über der des Dämmstoffes liegt. Um diese Bauknoten zu berücksichtigen, bieten sich dem Projektleiter verschiedene Optionen (siehe Schema).

Nehmen wir Bezug auf die Detaillierung des Dachrands eines Flachdaches. Dieser Übergang zwischen der Außenmauer und dem Flachdach muss gemäß der EPB-Verordnung in Form eines Bauknotens integriert werden. Denn die Kontinuität der thermischen Isolierung kann an dieser Stelle unterbrochen werden (siehe thermische Unterbrechung, dargestellt durch die gepunktete Linie in den Abbildungen 1 und 2).

Im Fall von Flachdächern gewährleistet man generell die Kontinuität der Isolierschichten in Höhe der Bauknoten mithilfe von isolierenden Zwischenelementen (Grundregel 2). Diese Elemente müssen übrigens gleichzeitig drei Bedingungen erfüllen (siehe Tabelle). Die jeweiligen Dachdetails werden in der Revision der [Technischen Information Nr. 191](#) berücksichtigt. ■

Bedingungen für die Grundregel 2, angewendet an einem Beispiel.

Anforderung	Verwendung eines thermisch isolierenden Baublocks (siehe Abbildung 1)	Wärmeisolierung der Dachaufkantung (siehe Abbildung 2)
λ-Wert	λ-Wert des Baublocks $0,2 \leq W/mK$ (z.B. Isoliermauerwerk, Dämmstoff oder druckfestes Holz)	Diese Bedingung ist generell erfüllt
R-Wert	Der R-Wert (d_{isol}/λ_{isol}) des Dämmelements muss über der Hälfte des schwächsten R-Wertes der Hohlmauer oder der Dämmschicht des Daches liegen (mit einem Maximum von $2 \text{ m}^2K/W$), woraus folgt: $R_{isol} \geq \min [1/2 R_{isolWand}, 1/2 R_{isolDach}, 2]$	Die Dicke der Dämmschicht entlang der Dachaufkantung und über dieser (d_2 und d_3 in der Abbildung 2) muss so gewählt werden, dass der R-Wert über der Hälfte des schwächsten R-Wertes der Hohlmauer oder der Dämmschicht des Daches liegt (mit einem Maximum von $2 \text{ m}^2K/W$): $d_2 \geq \lambda_2 \cdot \min [1/2 R_{isolWand}, 1/2 R_{isolDach}, 2]$ $d_3 \geq \lambda_3 \cdot \min [1/2 R_{isolWand}, 1/2 R_{isolDach}, 2]$
Geforderte Kontaktdicke	Der Baublock überlappt mindestens die Hälfte der Dicke der Dämmschicht des Daches, so dass $d_{Kontakt,1} \geq d_x/2$	Diese Bedingung ist generell erfüllt

Abb. 1 Verlegung eines isolierenden Zwischenelements.

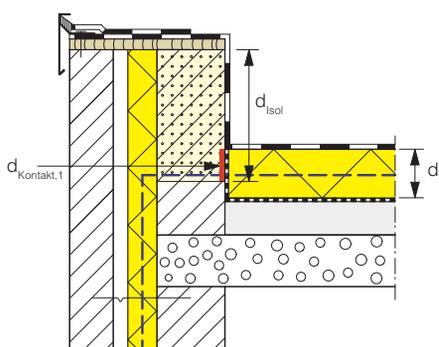
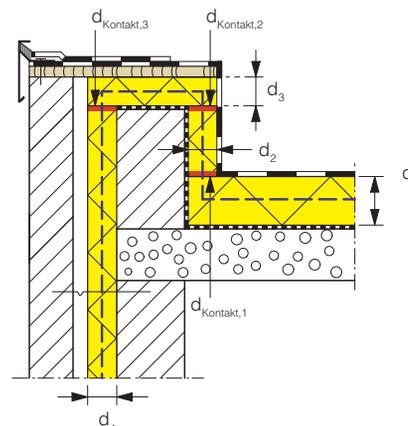


Abb. 2 Wärmeisolierung der Dachaufkantung.



➤ E. Mahieu, Ing., Hauptberater, Abteilung ‚Technische Gutachten‘, WTB



Um die angegebene Feuerfestigkeit einer Tür zu garantieren, ist es unerlässlich, dass sie mit Sorgfalt und gemäß den Regeln des Handwerks installiert wird. Diese Anbringung in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers obliegt dem Unternehmen, das mit der Einsetzung der Tür beauftragt ist. Gleichwohl gilt es immer, ihm die Möglichkeit zu verschaffen, seine Arbeit korrekt zu erledigen! In der Praxis sind in der Tat zahlreiche Mängel noch vor der Anbringung zu beklagen, welche die Arbeit des Schreiners ohne bedeutende vorhergehende Anpassungen unmöglich machen.

Vorschriften vor der Anbringung von Brandschutztüren

↳ Y. Martin, Ir., Leiter der Abteilung ‚Gebäudehülle und Schreinerarbeiten‘, WTB

MÄNGEL IN DER EBENHEIT UND HORIZONTALITÄT DES BODENS: URSACHEN UND KONSEQUENZEN

Ein Mangel in der Ebenheit und Horizontalität des Bodens im Bereich des Drehradius des Türflügels hat zwei unmittelbare Konsequenzen:

- in geschlossener Position lässt die Tür dem Schreiner keine Möglichkeit, den maximal zulässigen Spielraum zwischen Flügel und Boden zu beachten. Bei Holztüren beträgt dieser Höchstabstand gewöhnlich 4 mm. Dabei ist anzumerken, dass bestimmte Brandschutztüren einen noch höheren Spielraum zulassen. In diesem Fall beziehe man sich auf die BENOR-ATG-Zulassung der Tür
- im Radiusbereich führt er zu einem Schleifen der Tür, die möglicherweise aufgrund dessen beschädigt wird, oder vom Nutzer abgeholt wird, um das Problem zu beseitigen (*).

Am Ende, wie Abbildung 1 illustriert, ist die Feuerfestigkeit der Tür *in situ* nicht garantiert.

EMPFEHLUNGEN ZUR VORBEUGUNG

Es ist wichtig, dass sich der Planer oder der Auftraggeber für angemessene Bodenbeläge entscheidet und angemessene Toleranzen des Trägers (Estrich, ...) und des Belags (Fliesen, ...) bezüglich Ebenheit und Horizontalität vorschreibt. Das Unternehmen, das mit der Ausführung des Trägers und des Bodenbelags beauftragt ist, muss diese Toleranzen einhalten. Die letzteren sind in den TI *ad hoc* enthalten, sowie unter § 7.3.2 der TI 234 ‚Placement des portes résistant au feu‘ aufgeführt. Um außerdem zu vermeiden, dass die Tür schleift, darf der Boden im Radiusbereich nicht unbegrenzt ansteigen (Spielraum im geschlossenen Zustand: 2 mm Reserve).

Wir merken trotzdem an, dass in bestimmten Fällen die generell zulässigen Toleranzen bezüglich des Trägers oder des Bodenbelags (beispielsweise bei Industrieböden) nach wie vor unzureichend sind, um dem Anbringer der Tür die Möglichkeit zu verschaffen, die maximal tolerierten Spielräume einzuhalten. In diesen Fällen wird nachhaltig empfohlen, dass der Planer oder Auftraggeber die Anbrin-



Abb. 2 Beispiel für die Anbringung einer Türschwelle.

gung einer Schwelle für die Tür vorsieht. Eine andere Lösung besteht darin, in Höhe der Tür eine strengere Toleranzklasse vorzuschreiben und/oder dem Anbringer vor der Einreichung seines Angebots präzisiertere Angaben bezüglich der Ebenheitsmängel mitzuteilen, die für den Bodenbelag zulässig sind, der sich auf der Öffnungsseite der Tür befindet.

HILFSMITTEL IM FALL VON MÄNGELN

Das mit der Anbringung der Tür beauftragte Unternehmen informiert den Auftraggeber über Probleme bezüglich Mängel in der Ebenheit und/oder Horizontalität. Es kann die Anbringung einer erhöhten Türschwelle (aus Stein, siehe Abbildung 2, oder aus Holz in identischer Qualität des Türflügels) vorschlagen sowie eine Schätzung der Kosten vornehmen. Diese Korrektur kann dazu führen, dass die Bestellung eines in seinen Abmessungen nicht-standardmäßigen Türflügels erforderlich ist. ■



Abb. 1 Mängel in der Ebenheit und/oder Horizontalität des Bodens im Bereich der Brandschutztür in geschlossener Position und Durchschlag von Flammen.

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC NR. 2011/3.7

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden. Er wird die Aufmerksamkeit auf andere Punkte lenken, insbesondere darauf, Brandschutztüren regelmäßig zu warten.

(*) Eine bei Brandschutztüren absolut verbotene Maßnahme, da sie das Risiko einer völligen Annullierung des Brandschutzes mit sich führt.

Natürliche, grüne oder ökologische Anstriche, europäische Richtlinien, Kennzeichnungen: die umwelttechnischen Ansätze haben sich in der letzten Zeit im Bereich der Endbearbeitung vervielfältigt. Was aber bedeuten sie wirklich für den Schreiner und den Maler? Welche Garantien werden von dieser Kennzeichnung oder jener Gesetzgebung angeboten? Dieser Artikel versucht, die verschiedenen umwelttechnischen Ansätze bezüglich der Endbearbeitungen von Holz auf den Punkt zu bringen.

Ökologische Endbearbeitung von Holz

↳ E. Cailleux, Dr., Projektleiter, Laboratorium ‚Betontechnologie‘, WTB (*)
S. Charron, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums ‚Gebäudehülle und Schreinerarbeiten‘, WTB

RICHTLINIEN UND VERORDNUNGEN

Die Verordnung REACH und die europäischen Richtlinien 1999/13/EG und 2004/42/EG wurden kürzlich umgesetzt, um den Schutz von Gesundheit und Umwelt zu verbessern.

REACH (*Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*) basiert auf der Registrierung und Beurteilung aller chemischen Produkte, die in der Europäischen Union in Mengen oberhalb einer Tonne verwendet werden. Hierbei ist es möglich, dass die gefährlichsten den Gegenstand von Einschränkungen oder Verboten bilden. Für den Schreiner und den Maler hat diese Gesetzgebung nur einen begrenzten Einfluss: sie impliziert in der Hauptsache, die Produkte, die einer Verordnung unterliegen, ausfindig zu machen, über die Sicherheitsblätter bezüglich der Produkte zu verfügen und die Arbeiter zu informieren.

Die **Richtlinien 1999/13/EG** und **2004/42/EG** wurden infolge des Kyoto-Protokolls umgesetzt. Sie zielen beide auf eine Verringerung des FOK-Ausstoßes ab (flüchtige organische Komponenten). Sie sind das Ergebnis des gewachsenen Bewusstseins über ihre Negativwirkung auf die Gesundheit und die Ozonschicht sowie die Notwendigkeit, die Emission von Treibgasen zu reduzieren. Die Richtlinie 1999/13/EG betrifft die Anwendungen in der Werkstatt. Sie legt die maximalen FOK-Emissionswerte für zwanzig industrielle Tätigkeiten fest, darunter die Holzverkleidung und Imprägnierung. Bei den zuletzt Genannten ist die Richtlinie ab einem Verbrauch von 15 Tonnen pro Jahr an Lösungsmitteln gültig. Dieser Wert ist ziemlich hoch angesetzt, so dass nur eine sehr beschränkte Anzahl von Unternehmen betroffen sein dürfte. Bei einer Anwendung vor Ort ist es nicht mehr möglich, die FOK-Emissionen einzufangen. Aus diesem Grund betrifft die Richtlinie 2004/42/EG direkt die Zusammensetzung der Anstrichfarben, indem sie den Gehalt an FOK einschränkt. Zwölf Arten von Farben und Lacken sind betroffen, wovon sieben auf Hölzer anzuwenden sind. Gleichermaßen ist eine obligatorische Kennzeichnung

auf den Verpackungen anzubringen, welche die Produktkategorie und den Maximalgehalt an FOK spezifiziert. Diese Richtlinie ist nicht auf Farben anzuwenden, die ausschließlich in der Werkstatt verwendet werden und in den Geltungsbereich der Richtlinie 1999/13/EG fallen. Bei den Hölzern haben diese Richtlinien zur Entwicklung neuer Endbearbeitungen und Anwendungstechniken geführt, welche die FOK-Emission einschränken (festkörperreiche Beschichtungen, wasserlösliche Farben, Alkyddispersionsfarbe, Pulverlack, ...).

KENNZEICHNUNGEN

Die Richtlinien 1999/13/EG und 2004/42/EG beziehen sich ausschließlich auf die FOK. Die ökologischen Kennzeichnungen versuchen einen Schritt weiter zu gehen und der wachsenden Nachfrage nach ökologisch vertretbaren Materialien als Ergänzung entgegenzukommen. Natureplus, das europäische Ecolabel, Der Blaue Engel, ... im Augenblick existiert eine große Anzahl an nationalen und internationalen Kennzeichnungen. Da diese Kennzeichnungen generell im Rahmen eines freiwilligen Ansatzes vergeben werden, haben sie sehr unterschiedliche Anforderungen und Auflagen.

In Belgien ist das Ecolabel die einzige offiziell anerkannte Kennzeichnung (www.ecolabel.be). Die mit der Kennzeichnung verbundenen ökologischen Anforderungen berühren verschiedene Lebensphasen des Produkts wie die Herstellung, Anwendung und schließlich die Entsorgung. Bei Farben und Lacken beinhaltet das Label insbesondere Auflagen im Hinblick auf einen eingeschränkten Gehalt an Dioxidtitant in weißen Pigmenten, an FOK und an aromatischen Hydrokarbonaten. Die Schwermetalle sowie alle Komponenten, die als umweltgefährdend eingestuft werden, sind ebenfalls untersagt. Insbesondere in Anbetracht der FOK sind die berücksichtigten Grenzwerte erheblich strenger als die im Rahmen der Richtlinie 2004/42/EG zugelassenen. Die Endbearbeitungen für Hölzer sind hiervon besonders betroffen. Parallel zu den ökologischen Kriterien verlangt das Ecolabel die Beachtung der Leistungsparameter bezüglich Haftung, Haltbarkeit und Deckvermögen. Diese Anforderungen zielen auf die Gewährleistung ab, dass die Produkte in Reaktion auf die Umweltherausforderungen reelle technische Leistungen konservieren.

Die vom Ecolabel betroffenen Endbearbeitungen für Hölzer umfassen Farben, Lacke und

Lasuren für Innenbereiche (Grundierungen, Zwischenschichten, Endbearbeitungen). Weder Schutzprodukte für Holz noch Farben und Lasuren für Außen sind gegenwärtig im Bereich der Anwendung von Kennzeichnungen enthalten.

NATÜRLICHE ODER ÖKOLOGISCHE FARBEN

Seit kurzer Zeit kommen sogenannte ‚natürliche‘, ‚ökologische‘ oder ‚grüne‘ Endbearbeitungen oder Behandlungen auf den Markt. Bezüglich Holz kann es sich um Behandlungen gegen Insekten, Endbearbeitungsprodukte für Innen und Außen (Farben, Lacke, Lasuren, ...), Grundierungen oder auch Parkettfarben handeln. Diese ‚natürlichen‘ Endbearbeitungsprodukte sind generell zurückzuführen auf Methylzellulose, Ton, Öl (Leinöl, ...), Kasein oder Harz (Pinie, ...).

Die Benennungen sind nicht reglementiert. Sie entsprechen keinem offiziellen Kriterium und unterliegen der alleinigen Verantwortlichkeit des Herstellers. Den Aussagen der letzteren zufolge versuchen die ‚natürlichen‘ Farben die Zusammensetzung aus synthetischen Komponenten zu vermeiden. Wir möchten aber betonen, dass die Definition des Ausdrucks ‚natürlich‘ von Hersteller zu Hersteller abweichen kann. Außerdem bedeutet ‚natürlich‘ nicht unbedingt ‚nicht-toxisch‘. Denn bestimmte Farben auf Ölbasis können toxische Trockenmittel enthalten (z.B. Oxide aus Zirkonium oder Kobalt), um den Trocknungsprozess zu beschleunigen. Andere Farben können Terpene enthalten. Diese Komponenten sind Bestandteil der FOK und können Allergien und Störungen der Atemwege und der Haut verursachen. Andere ‚natürliche‘ Farben verwenden Isoaliphate als Ersatz für Terebenthinessenz. Diese Komponente wäre weniger toxisch, aber sie entstammt der Petrochemie! Schließlich sind diese Produkte auch an kein Leistungskriterium gebunden. Wenn daher bestimmte Produkte unter diesen Endbearbeitungen einem unbestreitbaren ökologischen Interesse entgegenkommen, so verdienen sie dennoch eine besondere Aufmerksamkeit seitens des Nutzers (ihre Zusammensetzung ist generell angegeben). ■

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.8

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.

(*) TB ‚REVORGAN – Revêtements organiques‘, bezuschusst von der wallonischen Region.

Wenn heutzutage von Farben die Rede ist, ist es unmöglich, nicht zugleich an flüchtige organische Komponenten (FOK) zu denken. Einerseits, weil man seit dem Kyoto-Protokoll aus dem Jahr 1997 weiß, dass diese Komponenten nachhaltig die Ozonschicht beeinträchtigen und negative Auswirkungen auf die Umwelt mit sich führen, andererseits aufgrund der Tatsache, dass die FOK einen beträchtlichen Einfluss auf die Gesundheit ausüben.

Farben und FOK: vom schwachen Gehalt bis zur schwachen Emission

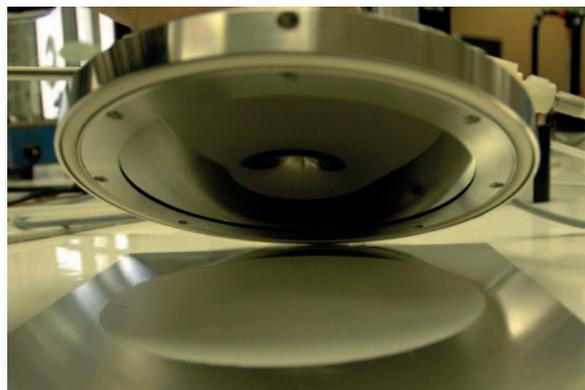
Als Reaktion auf diese Problematik hat die europäische Richtlinie 2004/42/EG für nicht weniger als 12 verschiedene Farbtypen und Lacke die maximalen Gehalte an FOK festgelegt. Inzwischen haben sie zahlreiche Hersteller für die Rezeptur ihrer Produkte übernommen.

Im Bewusstsein dieser Problematik wurde ebenso in unserem Land das *Coatings Research Institute* (CoRI) zugelassen, um den Gehalt an FOK in Farben gemäß den Normen ISO 11890-2 und ASTM D 2369 zu definieren. Das WTB verfügt selbst über die erforderlichen technischen Einrichtungen, um die Emissionsrate von Farben (sowohl vor Ort als auch im Laboratorium) zu messen und deren Auswirkung auf die Qualität der Innenluft vorherzusagen.

FOK: GEHALT ODER EMISSION

Der Gehalt an FOK (ausgedrückt in g/l Farbe) ist die Menge an flüchtigen organischen Substanzen, die in der Rezeptur der Farbe anzutreffen sind. Die europäische Richtlinie 2004/42/EG hat diesbezüglich eine Reihe von maximalen Werten festgelegt, die seit 2010 unbedingt eingehalten werden müssen.

Die Emission von FOK (ausgedrückt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft) ist die Rate flüchtiger organischer Substanzen, die nach dem Auftrag und Trocknung der Farbe in der Innenluft vorhanden sind.



Messung der FOK-Emission einer Farbe im Laboratorium gemäß der Norm NBN EN ISO 16000-10.

Es ist unbedingt erforderlich, diese beiden Begriffe nicht miteinander zu verwechseln. Tatsächlich ist es nicht der Gehalt an FOK, sondern die Emission an FOK, welche die Menge an Komponenten, die in die Innenluft freigegeben werden, festlegt.

Nichtsdestotrotz ist es wahr, dass in früheren Zeiten der Gehalt an FOK als traditionelles Bewertungskriterium im Kontext der belgischen Gesetzgebung bezüglich der Qualität der Außenluft verwendet wurde, und in bestimmten Fällen auch als Referenz für die Einschätzung der Emission von FOK in der Innenluft angewandt wurde.

Inzwischen haben zahlreiche experimentelle Ergebnisse nachgewiesen, dass Farben mit einem nur schwachen FOK-Gehalt dennoch die Quelle nachhaltiger Emissionen sein können. Seitdem wurden zahlreiche Initiativen ergriffen, darunter die Förderung der Verwendung von schwach emittierenden Farben, und neue Gesetzgebungen wurden erlassen.

ANFORDERUNGEN UND KENNZEICHNUNGEN

In Anbetracht der Emission von FOK durch Farben existiert in Flandern seit 2004 eine Verordnung bezüglich der Qualität der Innenluft, welche die Emission einer bestimmten Anzahl von chemischen Substanzen (insbesondere Acetaldehyd und Formaldehyd) einschränkt, indem sie deren obere Richtwerte und Interventionswerte zum Ausdruck gibt.

Die wachsende Nachfrage des Marktes nach Materialien (darunter Farben) mit schwacher FOK-Emission geht mit einem bedeutenden Zuwachs der Anzahl (freiwilliger) Kennzeichnungen bezüglich dieser Produkte Hand in Hand (Natureplus, Indoor Air Comfort, NF Environnement, Der Blaue Engel, ...).

In Belgien verwendet man generell die offiziell in Euro-

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.9

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.

pa anerkannte Kennzeichnung ‚Ecolabel‘, die gegenwärtig auf dem FOK-Gehalt basiert. Die Anforderungen dieser Kennzeichnung sind strenger als diejenigen der europäischen Richtlinie 2004/42/EG. Darüber hinaus berücksichtigt sie eine Anzahl ökologischer Aspekte wie die wirksame Verwendung des Produkts, die Reduzierung von Abfällen, ... und sie fixiert die Minimalanforderungen bezüglich der Gebrauchstauglichkeit (Fließfähigkeit, Haftung, ...).

NATÜRLICHE FARBEN UND ÖKOLOGISCHE FARBEN

Die Ausdrücke ‚natürliche Farben‘ und ‚ökologische Farben‘ tauchen oft im Kontext von Farben mit schwacher FOK-Emission auf. Trotz der Tatsache, dass eine offizielle Definition für diese Ausdrücke nicht existiert und ihre Anerkennung auf der Eigenerklärung des Herstellers der Farbe basiert, möchten wir feststellen, dass es sich bei den meisten Herstellern um Farben handelt, die in der Hauptsache auf natürlichen Ausgangsstoffen beruhen. Gleichgültig ob es sich um eine ‚natürliche‘ oder ‚ökologische‘ Farbe handelt, in jedem Fall sind Testversuche im Laboratorium unerlässlich, um den effektiven Nachweis einer schwachen FOK-Emission zu erbringen. Wenn auch in der Tat eine ganze Reihe erster Emissionsversuche an einer beschränkten Anzahl natürlicher Farben gute Ergebnisse gezeigt hat, so geht die Verwendung natürlicher Ausgangsstoffe nicht obligatorisch mit dem Begriff einer schwachen FOK-Emission einher. ■

✍ M. Lor, Dr., K. Vause, Lic., E. Cailleux, Dr., und V. Pollet, Ir., Abteilung ‚Matériaux, Technologie und Hülle‘, WTB

Die Norm NBN S 01-400-1, welche die akustischen Kriterien festlegt, die für Wohnungsimmobilien zu berücksichtigen sind, definiert insbesondere die Kriterien bezüglich der Fassaden. Es sind generell die Fenster und besonders die Verglasungen, die für die Festlegung der Schalldämmung gegenüber den Außengeräuschen entscheidend sind, auch wenn sie über keine außergewöhnlichen akustischen Eigenschaften verfügen. Dieser Artikel klassifiziert die Verglasungen im Hinblick auf ihre akustischen Leistungen, und er ermöglicht, die am meisten geeigneten auszuwählen, wenn es gilt, der Norm in Situationen gerecht zu werden, in denen keine Lüftungsöffnungen in der Fassade vorhanden sind.

Welche akustischen Kriterien für die Verglasungen?

✎ M. Van Damme, Ing., Leiter des Laboratoriums ‚Akustik‘, WTB

Die Kriterien der Norm NBN S 01-400-1 erstrecken sich nicht auf die individuellen Leistungen der eingesetzten Materialien, sondern vielmehr auf das Endergebnis, welches die Gesamtfassade einbringt, d.h. auf die tatsächlich vor Ort erzielte Schalldämmung, ausgedrückt in der gewichteten standardisierten Schalldämmung D_{Atr} , korrigiert um den Straßenlärm.

Die in der Norm verlangte Schalldämmung hängt von dem Außenschalldruckpegel ab, dem ein Gebäude unterliegt. Der Außenschalldruckpegel, der durch den Parameter L_{Aref} bezüglich der am meisten belasteten Fassade definiert wird, kann mithilfe der Messung eines Schallmessgeräts ermittelt werden oder auf einer Schätzung beruhen, die sich auf eine Standardbeschreibung wie in der Norm vorgeschlagen stützt. Diese allgemeinen Beschreibungen werden in der langen Version dieses Artikels aufgegriffen.

So gilt für den Normalverkehr in einer Stadt bei einer asphaltierten Straße mit einem Fahrstreifen in jede Richtung, dass der Außenschalldruckpegel der vorderen Fassade im Bereich von 65 dB(A) liegt (= L_{Aref}). Bei den anderen Fassadenflächen verkörpert das Gebäude eine Art von Schirm, und der oben festgelegte

Schalldruckpegel L_{Aref} ist nicht unbedingt für den Geräuschpegel repräsentativ, dem diese in Realität ausgesetzt sind. Die Norm NBN S 01-400-1 schlägt daher ein Verfahren vor, das auf einer Reihe von Schemata beruht, um ausgehend vom Schalldruckpegel L_{Aref} der am meisten belasteten Fassade den Schalldruckpegel L_A festzulegen, dem die anderen Fassadenflächen unterworfen sind. Beispielsweise gilt für ein freistehendes Gebäude, dass sich der Schalldruckpegel an der hinteren Fassade generell um 13 dB gegenüber dem Pegel abschwächt, der an der vorderen Fassade gemessen oder geschätzt wird. Die für die hintere Fassade geforderte Schalldämmung D_{Atr} liegt daher unter derjenigen, die für die vordere Fassade erforderlich ist.

Sobald der Schalldruckpegel L_A für jede Fassade des Gebäudes ermittelt wurde, legt die Norm die erforderliche Schalldämmung D_{Atr} fest, die einzuhalten ist, um einen normalen akustischen Komfort zu erzielen (siehe Tabelle 1). Es bleibt daher die Aufgabe, sie mit der Leistung der Einzelelemente zu verbinden, aus denen sich die Fassade zusammensetzt (Außenschreinerarbeiten), ausgedrückt im gewichteten akustischen Abschwächungsindex R_{Atr} und korrigiert um den im Laboratorium gemessenen Straßenlärm.

Wenn man die akustischen Leistungen prüft, die jedem einzelnen Fassadenelement zukommen, stellt man fest, dass der akustische Abschwä-

chungsindex R_{Atr} generell bei opaken Flächen, i.e. Mauern, sehr viel höher ist als bei der Außenschreinerarbeiten. Der R_{Atr} -Wert liegt bei einer traditionellen Mauerfassade bei 50 dB, während er für eine symmetrische Doppelverglasung 4-15-4 nur 25 dB beträgt. Wenn man weiß, dass bei einer akustischen Doppelverglasung aus Verbundglas 66.2A-20-44.2A der R_{Atr} -Wert 42 dB beträgt und dass sich im Rahmen der klassischen Schreinerarbeiten keine bessere Verglasung erzielen lässt, trägt man der Tatsache Rechnung, dass in den meisten Fällen – außer den Lüftungsöffnungen – insbesondere die Außenschreinerarbeiten für die Schalldämmung einer Fassade entscheidend sind.

In der Tabelle 2 werden die akustischen Leistungen R_{Atr} der gewöhnlichen Fenster aufgeführt (S. 11). Die Verglasung mit der geringsten Schalldämmung ist die symmetrische Doppelverglasung 4-15-4 mit einem korrigierten Abschwächungsindex R_{Atr} von 25 dB. Dieser Wert liegt unter dem einer Einfachverglasung von 4 mm (R_{Atr} von 30 dB) wegen eines eigentümlichen Phänomens von Doppelwänden: der Abfall der Schalldämmung gegenüber der Resonanzfrequenz. Die einzige Weise, dies einzugrenzen, besteht darin, die Verglasungen zu beschweren und die Dicke des Luftzwischenraums zu vermehren. Eine Verglasung 6-16-6 ermöglicht daher, den R_{Atr} -Wert auf 29 dB zu erhöhen.

Tabelle 1 Erforderliche Minimalleistungen R_{Atr} für Fenster (bei Fassadenflächen ohne Lüftungsöffnungen).

L_A ⁽¹⁾ [dB]	D_{Atr} ⁽²⁾ [dB]	Erforderliche Minimalleistungen R_{Atr} für Fenster [dB]														
		100 % ⁽³⁾			80 % ⁽³⁾			60 % ⁽³⁾			40 % ⁽³⁾			20 % ⁽³⁾		
		2m ⁽⁴⁾	5m ⁽⁴⁾	10m ⁽⁴⁾	2m ⁽⁴⁾	5m ⁽⁴⁾	10m ⁽⁴⁾	2m ⁽⁴⁾	5m ⁽⁴⁾	10m ⁽⁴⁾	2m ⁽⁴⁾	5m ⁽⁴⁾	10m ⁽⁴⁾	2m ⁽⁴⁾	5m ⁽⁴⁾	10m ⁽⁴⁾
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	32	28	25	29	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	–	42	39	–	41	38	–	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	–	–	–	–	–	–	–	–	42	–	–	40	–	41	37

⁽¹⁾ L_A : der gewichtete Außenschallpegel A (in Dezibel) vor der Fassadenfläche des untersuchten Raums.

⁽²⁾ D_{Atr} : erforderliche gewichtete standardisierte Schalldämmung (in Dezibel), berechnet auf der Basis der Tabelle 3 im Rahmen der Norm NBN S 01-400-1.

⁽³⁾ Prozentsatz der verglasten Oberfläche der Schreinerarbeiten im Verhältnis zur Gesamtfassadenfläche, veranschlagt von innerhalb des untersuchten Raums.

⁽⁴⁾ Tiefe des untersuchten Raums in Metern (oder Verhältnis zwischen dem Volumen des Raums und der Fassadenfläche, veranschlagt von innerhalb des Raums).

– Unmöglich mit einem klassischen Fensterkonzept zu erzielen.

Tabelle 2 Akustische Leistungen R_{Atr} für gewöhnliche Fenster.

Typ der Verglasung	Zusammensetzung	R_w (C;C _{tr})	R_{Atr} oder $R_w + C_{tr}$
Einfachverglasung	4	32(-1;-2) dB	30 dB
	8	35(-1;-3) dB	32 dB
Verbundglas (nicht akustisch)	44.2	35(-1;-3) dB	32 dB
Verbundglas (akustisch)	44.2A	37(0;-2) dB	35 dB
Doppelverglasung (symmetrisch)	4-15-4	29(-1;-4) dB	25 dB
	6-16-6	33(-1;-4) dB	29 dB
Doppelverglasung (asymmetrisch)	6-15-4	34(-1;-4) dB	30 dB
	6-15-10	38(-1;-4) dB	34 dB
Doppelverglasung aus Verbundglas auf einer Seite	6-15-55.2	39(-1;-4) dB	35 dB
Doppelverglasung aus Verbundglas (akustisch)	8-15-66.2A	43(-2;-4) dB	39 dB
	10-20-44.2A	45(-1;-4) dB	41 dB
Doppelverglasung aus Verbundglas auf zwei Seiten (akustisch)	66.2A-20-44.2A	50(-2;-8) dB	42 dB
	66.2A-15-88.2A	51(-1;-4) dB	47 dB
Dreifachverglasung	4-16-4-16-4	32(-2;-5) dB	27 dB
Dreifachverglasung aus Verbundglas (akustisch)	6-12-4-12-44.1A	42(-1;-5) dB	37 dB
Dreifachverglasung aus Verbundglas auf zwei Seiten (akustisch)	44.1A-12-4-12-44.1A	47(-2;-6) dB	41 dB
	66.1A-12-6-12-44.1A	50(-2;-6) dB	44 dB

einer akustischen Doppelverglasung aus Verbundglas auf einer Seite. Die beste, mit einer Verglasung zu erzielende akustische Leistung besteht in einer Zusammensetzung auf der Basis schwerer asymmetrischer akustischer Verglasungen aus Verbundglas, getrennt durch einen möglichst großen Luftzwischenraum. Der am häufigsten verwendete Typ ist daher eine 66.2A-20-44.2A-Verglasung, dessen R_{Atr} einen Wert von 42 dB erreicht. Wenn man diesen Wert noch überschreiten möchte, ist es am einfachsten, mit einem Doppelfenster zu arbeiten (siehe Abbildung).

Dessen ungeachtet, hat freilich auch das Profil des Fensterrahmens, in das die Verglasung eingebaut wird, einen Einfluss auf die akustische Leistung des Gesamtfensters. In allgemeiner Form gilt, dass bei traditionellen neuen Fenstern der Abschwächungsindex des Gesamtfensters R_{Atr} gleich oder über der Einfachverglasung liegt, bis zu einem R_{Atr} -Wert von ungefähr 33 dB bei Einfachverglasung. Jenseits dieses Wertes kann der Rahmen den akustischen Abschwächungsindex des Fensters verschlechtern, und der sich ergebende Wert des Gesamtfensters kann unter der Einfachverglasung liegen. Jenseits dieses Wertes muss daher sicher sein, dass der Fensterrahmen imstande ist, die akustische Leistung der Verglasung einzuhalten, worüber man sich insbesondere durch einen akustischen Testbericht im Laboratorium versichern kann, der den R_{Atr} -Wert des Gesamtfensters aufführt.

Die Schalldämmung D_{Atr} der Fassade beruht gleichfalls auf dem Verhältnis der verglasten Oberfläche der Außenschreinerarbeiten zur Gesamtfassadenfläche, veranschlagt von innerhalb des untersuchten Raums. Die Unterschiede können beträchtlich sein: um die Norm einzuhalten, benötigt man beispielsweise bei einer voll verglasten Fassade einer Verglasung mit einem R_{Atr} -Wert der 7 dB über demjenigen liegt, wenn die Verglasung nur 20 % der Fassadenfläche von innen gesehen einnimmt, was in der Praxis darauf hinausläuft, von dem Maß 4-15-4 auf eine asymmetrische, schwere Doppelverglasung gemäß 6-15-55-2 überzugehen.

Die Schalldämmung eines Raums ist vor Ort außerdem von seiner Tiefe abhängig. Je tiefer der Raum, umso höher fällt die gemessene Schalldämmung D_{Atr} aus. Die Tabelle 1 (S. 10) fasst die erforderlichen Minimalleistungen R_{Atr} für Fenster (ohne Lüftungsöffnungen) zusammen, bezogen auf den Außenschallpegel an der Fassade, den Prozentsatz der verglasten Fläche und die Tiefe des untersuchten Raums. ■

Ein weiteres Problem, das bei Verglasungen auftritt, betrifft den Abfall der Schalldämmung, der bei der sogenannten kritischen Frequenz der Glasscheibe zu beobachten ist. Da die Lage der kritischen Frequenz eine Funktion der Glasdicke darstellt, besteht die Lösung dieser Unannehmlichkeit darin, bei Doppelverglasungen verschiedene Dicken auf jeder Seite des Luftzwischenraums zu verwenden. Beim Übergang von einem Maß 4-16-4 auf 6-16-4 gewinnt man beim R_{Atr} -Wert 3 dB, der damit von 27 auf 30 dB erhöht. Wenn man

noch mehr erzielen will, kann man den Abfall der Schalldämmung gegenüber der kritischen Frequenz noch stärker einschränken, indem akustisches Verbundglas verwendet wird. Eine Zusammensetzung gemäß Typ 8-15-44.2A ermöglicht, den R_{Atr} -Wert auf 35 dB zu steigern. Die akustischen Leistungen einer Dreifachverglasung 4-16-4-16-4 sind ziemlich schwach und identisch mit einer Verglasung 4-16-4 (R_{Atr} von etwa 27 dB). Demgegenüber erlaubt eine Zusammensetzung 6-12-4-12-44.1A eine Steigerung auf 37 dB, gleichwertig mit



Doppelfenster ermöglichen, einen sehr hohen akustischen Abschwächungsindex zu erzielen ($R_{Atr} > 50$ dB), der mit opaken Teilen der Fassade vergleichbar ist.

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC NR. 2011/3.10

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.

Selbst wenn die Anzahl der Problemfälle als gering eingestuft wird, kontaktieren uns regelmäßig Verfüguungsunternehmen mit Fragen bezüglich des Fugenmörtels, insbesondere was die Härte der Fugen oder deren mangelhafte Dauerhaftigkeit betrifft. Dieser Artikel versucht diesen Problematiken ein Ende zu bereiten.

Verfugungen: Härte und Dauerhaftigkeit

MESSUNG DER LEISTUNGEN

Die Härte der Fugen wird im Allgemeinen mittels eines Sklerometers gemessen (siehe Abbildung 1). Diese Technik basiert auf der Messung des ‚Rückpralls‘ einer Vorrichtung, die mit einem Kugelkopf ausgestattet ist und mit einer bestimmten Energie auf eine Fuge gerichtet wird. Dieses Verfahren, das in den Niederlanden entwickelt wurde, ist bislang noch nicht standardisiert, es wird aber im Rahmen der Zertifizierung von industriellen Mörteln gemäß BENOR eingesetzt. Die Druckfestigkeit des Mörtels wird im Laboratorium mithilfe von Prismen gemäß der Norm NBN EN 1015-11 gemessen. Es handelt sich daher nicht um einen Wert der vor Ort gemessenen Druckfestigkeit.

Ungeachtet, ob es sich um einen Verlege- oder Fugenmörtel handelt, kann sich die Festlegung der Dauerhaftigkeit, insbesondere hinsichtlich der Frost- und Tauzyklen, zum gegenwärtigen Zeitpunkt auf kein anerkanntes Verfahren in Belgien oder in Europa berufen.

SPEZIFIKATIONEN UND EMPFEHLUNGEN

Die **TI 208** (1998) ist ein Referenzdokument für die Verfüguungsunternehmen. Mangels anerkannter Methode, die gestattet, die Dauerhaftigkeit von Mörteln im Laboratorium nach einer direkten Methode zu bewerten, beschränkt sich diese TI auf einige Ratschläge bezüglich der Auswahl des Mörtels, basierend auf der Druckfestigkeit (in Korrelation mit der Zusammensetzung bei Rezeptmörteln) und seiner Härte gemäß der Expositionsklasse (Innenklima, normales Außenklima, strenges Außenklima, ...), insgesamt mit einem bestimmten ‚Vorbehalt‘. Dieser Vorbehalt ist auf das Nichtvorhandensein einer strengen Korrelation zwischen der mechanischen Leistung und der Dauerhaftigkeit zurückzuführen, insbesondere bei kalkhaltigen Mörteln.



Abb. 1 Messung der Härte mittels eines Sklerometers.

Eine ganze Reihe von Parametern beeinflusst diese Leistungen auf dem Niveau des Materials (Dosierung und Art der Komponenten – Bindemittel, Sand, Wasser –, Kornverteilung des Sands, Anmachrate), des Trägers (Saugwirkung, eventuelle Befeuchtung), der Verfugungstechnik (Kompaktierung) und der klimatischen Bedingungen während der Abbindung.

Die europäische Standardisierung hat nach dem Erscheinen der TI die Veröffentlichung von Produktnormen, Testverfahren und Anleitungen angeregt. Obgleich das Grundprinzip dasselbe bleibt, d.h. eine Verbindung der Expositionsklassen mit den Minimalleistungen im Hinblick auf Dauerhaftigkeit, sind keine Empfehlungen vorhanden, welche die Wahl eines Mörtels ermöglichen, der eine hinreichende Dauerhaftigkeit garantiert. In dieser Hinsicht wird vielmehr auf die nationalen Praktiken oder die Empfehlungen der industriellen Mörtelhersteller verwiesen. Die Verknüpfung der Expositionsklassen mit den mechanischen Leistungen (Härte, Druckfestigkeit) ist hier im Gegenzug aber gar nicht vorgesehen.

Auf europäischem Niveau begründet die harmonisierte Produktnorm NBN EN 998-2 (die sich auf Montagemörtel einschließlich industriell hergestellter Fugenmörtel bezieht) keine Spezifikationen bezüglich der Dauerhaftigkeit (Frost-/Taufestigkeit). In der Erwartung, dass eine europäische standardisierte Testmethode verfügbar sein wird, muss die Frost-/Taufestigkeit gemäß den gültigen Bestimmungen für den Ort der Aufbringung des Mörtels geprüft und deklariert werden. Hierbei sind drei Leistungsklassen definiert: ‚P‘ für eine passive Beanspruchung, ‚M‘ für eine mäßige Beanspruchung und ‚S‘ für eine schwere Beanspruchung. Diese Klassen sind im Teil ‚Ausführung‘ von Eurocode 6 (NBN EN 1996-2) mit den Mikro-Expositionsklassen verknüpft, gekennzeichnet mit ‚MX‘.

IM WTB DURCHFÜHRTE FORSCHUNGEN

Mangels Spezifikationen, welche die Dauerhaftigkeit von Mörteln mittels der Leistungen ‚P‘, ‚M‘ und ‚S‘ experimentell charakterisieren, werden diese Informationen derzeit nur selten verwendet. In dieser Hinsicht prüft und optimiert das WTB die Testverfahren bezüglich Frost- und Tauverhalten im Laboratorium, um beispielsweise die Zusammensetzung des Mörtels mit den Leistungen ‚P‘, ‚M‘ und ‚S‘ zu verknüpfen und zu besseren Empfehlungen zu gelangen (siehe Abbildung 2).



Abb. 2 Beurteilung des Frost- und Tauverhaltens.

Die ersten Schlussfolgerungen sind die folgenden:

- die auf Sockel angewendeten Methoden sind deutlich im Hinblick auf prisma-basierte Verfahren zu privilegieren, da ein getestetes Mörtelprisma in seinen Eigenschaften und Leistungen nicht für die Praxis repräsentativ ist
- die Versuche haben bestätigt, dass für die Dauerhaftigkeit und die mechanische Leistung keine systematische Korrelation vorhanden ist, gleichgültig ob es sich hier um die Härte oder die Druckfestigkeit handelt.

SCHLUSSFOLGERUNG

In Erwartung einer klaren und präzisen Standardisierung sind wir der Ansicht erklären zu können, dass die TI 208 weiterhin Anwendung findet, indem wir jedoch anfügen möchten, dass schwache mechanische Leistungen (Härte, Druckfestigkeit, ...) nicht unbedingt eine mangelnde Haltbarkeit einschließen. Falls eine größere Härte wegen einer Beanspruchung durch ungünstige mechanische Anforderungen erforderlich ist, kann man sich auf die Angaben des Herstellers, die Ratschläge der TI 208 – inklusive seiner Vorbehalte – oder auf vorhergehende Versuche beziehen. Wir möchten noch hinzufügen, dass sich eine Gewährleistung sehr hoher Härtegrade (über 35) nur durch Verfugungstechniken erzielen lässt, die sich auf eine mechanische Verdichtung berufen, welche wenig, i.e. in Belgien überhaupt keine Anwendung finden.

Die Entwicklung von Testverfahren für die Beurteilung der Haltbarkeit von gleichermaßen industriell gefertigten als vor Ort dosierten Mörteln, womit eine Optimierung der Zusammensetzung des Mörtels möglich wird, muss weiter verfolgt werden. Die gegenwärtig am WTB durchgeführten Forschungen leisten hierzu einen Beitrag. ■

✍ Y. Grégoire, Ir., Leiter der Abteilung ‚Materialien‘, WTB

Seit Jahrzehnten verzeichnet der Markt für Renovierung, Restauration und Gebäudeinstandhaltung einen ungeheuren Boom. Derzeit muß man sogar feststellen, daß dieser Bereich mehr als die Hälfte des totalen Umsatzes im Bausektor ausmacht.

Renovierung und Behandlung von Natursteinmaterialien

Dieses Wachstum und die entsprechende Nachfrage begünstigen eine rasche Vervielfältigung der Produkte und der Behandlungsarten, die sich zur selben Zeit weiterentwickeln müssen, um auf immer strengere Umweltauflagen zu reagieren. Die Situation übt auf die Unternehmen, die sich auf den Markt spezialisiert haben, viel Druck aus, indem sie nicht nur die technologischen Entwicklungen verfolgen, sondern auch imstande sein müssen, die Leistungen und eventuellen Nebenwirkungen der neuen Techniken vor Gebrauch zu beurteilen. Außerdem ist wichtig, dass sie in der Lage sind, Rechenschaft darüber abzulegen, ob diese Techniken für Besonderheiten der Gebäude und der Materialien, ihre Verwitterung sowie eventuell vorhandene Schädigungen angemessen sind.

Um den betroffenen Unternehmen zu helfen, fasst die lange Version dieses Artikels die Informationen zahlreicher Forschungsjahre und Baustellenbeobachtungen zusammen. Um weitere Informationen zu erhalten, nutzen Sie die Veröffentlichungen des WTB, darunter:

- die [TI 197](#) und [224](#) betreffs der Reinigung und Hydrophobierung von Fassaden
- die [WTB-Zeitschriften 1993/1, 1993/2, 1995/1](#) und [1999/3](#), die insbesondere die Konsolidierung, Nachbearbeitung der Steinmaterialien und Antigravittbehandlungen beinhalten
- die [WTB-Zeitschrift 1985/2](#) betreffs struktureller Injektionen in das Mauerwerk
- die [TI 210](#) betreffs Feuchtigkeit im Allgemeinen und die aufsteigende Feuchtigkeit im Besonderen
- den [Guide pour la restauration des maçonneries](#), der in allgemeiner Form alle Renovierungseingriffe behandelt.

In dieser Hinsicht präsentieren wir Ihnen nachfolgend einige musterartig zusammengestellte Trends und neuartige Entwicklungen im Bereich der Behandlung von Natursteinmaterialien.

FASSADENREINIGUNG

In den letzten Jahren sind auf dem Markt neue expandierte Weichgranulate erschienen, welche die Möglichkeit der Reinigung harter Flächen ohne Abrieb verschaffen, wobei ein Schutz der Fenster zugleich überflüssig ist.

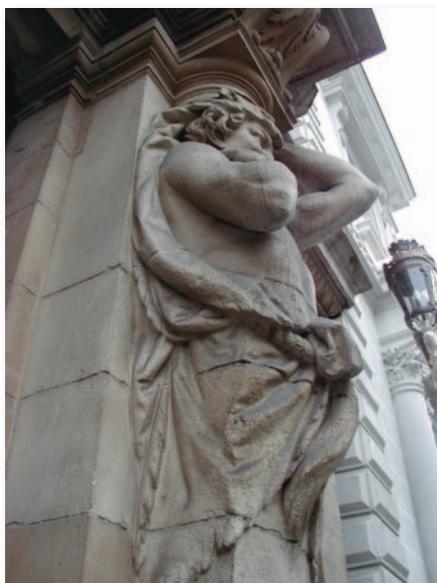
Innen ermöglicht die Verwendung von Latexpasten eine Reinigung ohne Wasser und Staub, die insbesondere auch auf die Patina der Materialien Rücksicht nimmt.

Zuletzt sei auch die Verwendung von Lasern erwähnt, die jedoch wegen Kosten und Zeitaufwand auf die Reinigung eingeschränkter Flächen und Materialien mit einer klaren Färbung beschränkt bleibt.

HYDROPHOBIERTE PRODUKTE FÜR FASSADEN ODER FÜR DIE BEHANDLUNG DER AUFSTIEGENDEN FEUCHTIGKEIT

Für diese Anwendungen repräsentieren die Siloxanprodukte, die in organischen Lösungsmitteln aufgelöst werden, bis zum heutigen Tag den dominierenden Marktanteil, was auf ihre bewährte Effizienz zurückzuführen ist. Angesichts neuer umweltgesetzlicher Einschränkungen werden diese Produkte mehr und mehr zugunsten wasserhaltiger Lösungen oder hochkonzentrierter Gele verdrängt. Der umwelttechnische Gewinn ist sicher, aber die Wirksamkeit ist nicht ebenso durchgehend gewährt.

Für den Nutzer stellt die Prüfung der Leistungen, der standardisierten vergleichenden Berichte des WTB und der technischen Zulassungen mehr denn je eine Vorbedingung dar, um eine gerechtfertigte Auswahl unter den Produkten zu treffen.



ANTIGRAFFITIBEHANDLUNGEN

Im Hinblick auf Vorbeugebehandlungen ist die Problematik organischer Lösungen noch komplexer. Die organischen Lösungsmittel sind nicht nur in den Schutzprodukten enthalten, sondern sie bedeuten bei zahlreichen Systemen zugleich die Grundlage der Ablöseprodukte. Der Trend in diesem Sektor orientiert sich daher an vorübergehenden Schutzsystemen auf wasserhaltiger Grundlage, die zur gleichen Zeit als die Graffitiabmalungen mithilfe von warmem Wasser oder Dampf beseitigt werden. In dem Maße, in dem die Vorschriften die Nutzung permanenter Schutzsysteme implizieren, werden die Ablöseprodukte auf der Grundlage ‚aggressiver‘ Lösungsmittel zunehmend durch weniger schädliche und ökologischere Produkte wie Essenzen aus Zitrusfrucht ersetzt.

KONSOLIDIERUNG VON OBERFLÄCHEN, NACHBEARBEITUNGEN, INJEKTIONEN IN DIE BAUSTRUKTUR

Diese sehr pointierten Eingriffe erfordern glücklicherweise nur selten in organischen Lösemitteln aufgelöste Produkte. Die umweltgesetzlichen Entwicklungen sind daher weniger einschränkend und in den meisten Fällen ist es ausreichend, gleichwertige Produkte ohne Lösungsmittel zu verwenden, um die Emission flüchtiger organischer Substanzen einzuschränken. Beispielsweise sind zahlreiche Konsolidierungsprodukte auf der Basis von Ethylsilikat von 75 % auf 100 % Aktivstoffe übergegangen. Um die Durchdringung der strukturellen Injektionsprodukte zu begünstigen, wird gleichermaßen inzwischen Flüssigharzen gegenüber der Zugabe von organischen Lösungsmitteln der Vorzug gewährt. ■

✍ A. Pien, Ing., Leiter des Laboratoriums ‚Renovierung‘, WTB

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.12

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.



In den letzten Jahren sind uns häufiger Beschädigungen der Oberfläche von Keramikfliesen, ausgestattet mit einer dekorativen Endbearbeitung, begegnet (*). Die Mehrzahl unter ihnen hat aber die Abnutzungsversuche gemäß europäischer Norm bestanden. Wir behandeln nachfolgend diese Problematik und schlagen eine Bewertungsmethode vor, die an die Beanspruchungen, denen der Fliesenbelag ausgesetzt ist, besser angepasst ist.

Kratzer und vorzeitige Abnutzung bei Keramikfliesen

Die kommerziellen Benennungen für die Deckschicht von Keramikfliesen sind besonders zahlreich (poliert, emailliert, *lappato*, semi-poliert, leuchtend, Salz und Pfeffer, *granigliati*, ...) und bezeugen eine überfließende Kreativität der Hersteller. Nur drei darunter sind in der Produktnorm NBN EN 14411 enthalten, eingeführt im Jahr 2007: emailliert, engobiert und poliert. Sie sind zugleich nicht auf einstimmige Weise definiert.

Es ist nicht immer leicht, den Anblick der Oberfläche der Keramikfliesen mit einer dieser standardisierten Benennungen in Einklang zu bringen. Außerdem sind die emaillierten und nicht-emaillierten Keramikfliesen oft schwierig zu unterscheiden. Daher kommt die Unterscheidung einer emaillierten Fliese allein durch Beobachtung von einer Fliese, die mit einer dekorativen Endbearbeitung ausgestattet ist und gemäß Produktnorm der Definition einer emaillierten Fliese nicht entspricht, einer Herausforderung gleich. Die CE-Kennzeichnung sowie das technische Merkblatt einer Keramikfliese müssen daher klar angeben, ob sie emailliert ist oder nicht (GL oder UGL).

ABNUTZUNGSTEST

Die Produktnorm NBN EN 14411 enthält den Abnutzungstest, der für emaillierte Fliesen (PEI-Test) und nicht-emaillierte Fliesen durchzuführen ist (Capon-Test). Das [Heft Nr. 5 der Dossiers du CSTC 2004/3](#) liefert zusätzliche Informationen zu beiden Testversuchen. Die dekorativen Fliesen, deren Oberfläche der Bezeichnung ‚emailliert‘ nicht entspricht, sind keinem besonderen Testverfahren unterworfen, sondern als nicht-emailliert anzusehen und daher wie diese zu testen (i.e. mittels eines Capon-Tests).

Wegen der Art des Materials (oft trocken gepresst und von sehr schwacher Porosität) wird eine Fliese, die mit einer dekorativen Oberfläche ausgestattet ist, dem Capon-Test norma-

lerweise erfolgreich überstehen. Das Überstehen eines Capon-Tests garantiert aber nicht in jedem Fall, dass die geprüfte Fliese den Nutzungsanforderungen entspricht, die auf Keramikfliesen anwendbar sind (vorzeitige Abnutzung und Kratzer). Der Rückgriff auf einen PEI-Test (nach Mohs) zwecks Festlegung des Abnutzungswiderstands und des Widerstands gegen Kratzer auf der Oberflächenschicht (emailliert oder dekoriert) bietet nach unserer Ansicht daher eine bessere Garantie.

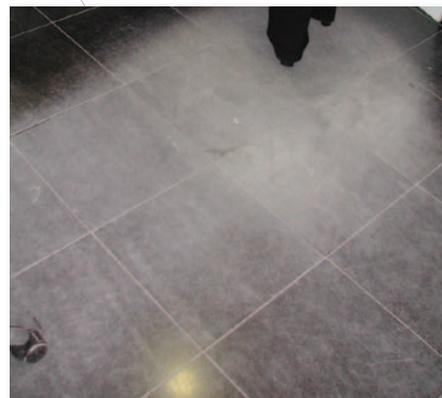
SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNGEN

Die Abnutzung von Fliesen kann auf eine zu starke Beanspruchung der Fliesenbeläge oder einen unzureichenden Widerstand gegen Abnutzung zurückzuführen sein. Die Auswahl der Keramikfliesen erfordert eine Berücksichtigung der Nutzungsintensität der Räume, des eventuellen Vorhandenseins von Staub und Sand, des Vorhandenseins von Matten und der Eigenschaften der Keramikfliesen (Typ, Oberflächenverarbeitung, Abnutzungswiderstand). Dies gilt gleichermaßen für Kratzer.

Wenn die Räume sehr intensiven Beanspruchungen ausgesetzt sind, ist es unmöglich, die Abnutzung und das Auftreten von Kratzern zu vermeiden. Beispielsweise kann Sand mit dem Härtegrad 7 (nach Mohs) einen Oberflächenbelag verkratzen, dessen Härtegrad geringer ist (frühere Referenzdokumente empfehlen eine Minimalfestigkeit von 5 bei emaillierten Fliesen). Sandkörner, die an den Sohlen haften (wegen des Nichtvorhandenseins einer Fußmatte oder ihrer mangelnden Wirkungsfähigkeit) oder Stuhlbeine mit geringer Kontaktfläche (die deshalb einen beträchtlichen Druck ausüben) sind oft die Ursache für vorzeitige Abnutzung und das Auftreten von Kratzern.

Die in dem technischen Merkblatt aufgeführten Daten gewähren die Möglichkeit, sich eine Vorstellung über die Abnutzungsfestigkeit der

Abnutzung eines Fliesenbelags.



gewählten Keramikfliese zu verschaffen, sie bedeuten aber keine unbedingte Garantie.

Bei Anwendung von nicht-emaillierten Fliesen mit einer Oberflächenendbearbeitung empfiehlt das WTB die Verwendung des PEI-Verfahrens (und nicht des Capon-Tests), um ein gutes Verhalten bei Nutzung zu gewährleisten. Diese Information kann auch mit der Festigkeit gegenüber Kratzern (nach Mohs) ergänzt werden. ■

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC NR. 2011/3.13

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.

✉ T. Vangheel, Ir., Projektleiter im Laboratorium ‚Materialien für Rohbau und Ausbau‘, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Aktivitäten der Normen-Außenstelle ‚Parachèvement‘ mit finanzieller Unterstützung des FÖD Wirtschaft verfasst.

(*) Der in diesem Artikel benutzte Ausdruck ‚Oberflächenendbearbeitung‘ bezeichnet die Endbearbeitung, die bei einer Keramikfliese Anwendung findet: Emaillierschichten oder nicht als emailliert definierte dekorative Endbearbeitungen (Linien, Formen und Motive), die durch Vergießen auf eine Emaillierschichtung aufgetragen werden, Beschichtung per Rolle, Einspritzung, Serigrafie, ... In diesem Artikel wird die Politur nicht als eine Endbearbeitung angesehen.



Seit Februar 2011 bietet die Website <http://energie.cstc.be> außer den EPB-Infomerklärungen über Ventilationssysteme auch Infomerklärungen zu Klimainstallationen. Diese stellen eine wichtige Anleitung für die Planer und die Bauunternehmer im Hinblick auf die Verbesserung der Energieleistungen von Gebäuden und die Einhaltung der EPB-Anforderungen dar, wobei sie gegenwärtig nur für die Region Brüssel-Hauptstadt Gültigkeit haben, sich jedoch auch für die anderen Regionen in Vorbereitung befinden.

Die EPB-Infomerklärungen bezüglich der technischen Installationen (siehe Tabelle) geben die Art und Weise an, auf welche eine besondere technische Einrichtung im Rahmen der EPB zu bewerten ist, und den relativen Einfluss auf das berechnete Energieniveau des Gebäudes. Außer den präzisen Angaben hinsichtlich der Rolle des Planers und des beauftragten Bauunternehmers formulieren die Infomerklärungen Empfehlungen, die auf eine Verbesserung des globalen Wirkungsgrads der Installation und der energetischen Leistungen abzielen.

AUFGABE DES PLANERS/UNTERNEHMERS

Die EPB-Verordnung verlangt eine optimale Koordination und Informationsaustausch zwischen den Teilnehmern an der Bauakte. Der Planer und der Unternehmer sind generell mit der technischen Konzeption, der Dimensionierung und der Verortung der Installationen beauftragt. Sie können keine der EPB zuwiderlaufenden Entscheidung treffen, jedoch in Abstimmung mit allen Verantwortlichen abweichende Techniken oder Systeme vorschlagen, falls diese von derselben Qualität sind und gleichwertige oder höhere energetische Leistungen erbringen.

MASSNAHMEN DER ENERGIESPARSAMKEIT

Das [Infomerklärungsblatt 48.1](#) gibt die allgemeinen Grundsätze für die Berechnung des E-Niveaus an (diese Aufgabe obliegt nicht dem Installateur), auf deren Grundlage die Festlegung des Primärenergieverbrauchs für Heizung und Kühlung des Gebäudes sowie für andere Bedarfzwecke möglich ist (z.B. Stromerzeugung). Obgleich das Berechnungsverfahren für Wohnbauten und Nutzbauten ähnlich ausfällt, ist der Energieverbrauch bestimmter Installationen oder Installationskomponenten abweichend einzurichten oder eventuell gar nicht zu berücksichtigen.

Die Berechnung des Energieverbrauchs für Emissionssysteme, die Speicherung, Verteilung und Wärmeregulierung wird in [Infomerklärungsblatt 48.2](#) behandelt. Dieses enthält zahlreiche Maßnahmen zur Energieeinsparung, die man bei Verlegung der Leitungen im geschützten Bauvolumen, bei Auslegung der Dimensionen und der Verwirklichung der Heizkörper übernehmen kann. Es behandelt außerdem die Nützlichkeit von Pumpen, die mit einem Frequenzregler oder einem Pumpenunterbrecher bei nicht vorhandener Nachfrage nach Wärme ausgestattet sind.

Das [Infomerklärungsblatt 48.3](#) beschreibt die Parameter, die für den Wirkungsgrad des Heizkessels

EPB-Infomerklärungen: Installationen und Systeme

Übersicht der Infomerklärungen, verfügbar auf <http://energie.cstc.be>.

Infomerklärungsblatt	Gegenstand	Wohnungsbau	Nicht-Wohnungsbau
48.1	Installationen und Systeme: allgemeine Grundsätze	Allgemeine Anwendung	
48.2	Heizung: Emission, Verteilung, Lagerung und Steuerung	Wohnungsbau	Nicht-Wohnungsbau
48.3	Wasserkessel für Zentralheizungen	Allgemeine Anwendung	
48.4	Heizung durch Wärmepumpe	Allgemeine Anwendung	
48.5	Dezentrale Heizung: Raumheizung für Anwendungen im Wohnungsbau	Wohnungsbau	Nicht zutreffend
48.6	Erzeugung von sanitärem Warmwasser	Wohnungsbau	Nicht zutreffend
48.7	Photovoltaische Systeme	Allgemeine Anwendung	
48.8	Aktive Kühlsysteme	Allgemeine Anwendung	
48.9	Beleuchtung in Tertiärbauten	Nicht zutreffend	Nicht-Wohnungsbau

einer Zentralheizung (auf Wasserbasis) verantwortlich sind. [Infomerklärungsblatt 48.4](#) definiert dieselben für Wärmepumpen. Bei Heizkesseln gilt es, auf einen gleitenden Temperaturregler (Niedrigtemperaturheizung) und bei Brennwertkesseln auf das potentiell kälteste Rücklaufwasser zurückzugreifen. Im Fall von Wärmepumpen ist der Leistungsfaktor gemäß Jahreszeit (FPS-Wert) ausschlaggebend (Wahl der geeignetsten Wärmepumpe und korrekte Dimensionierung im Hinblick auf den Wärmebedarf).

Das [Infomerklärungsblatt 48.5](#) behandelt die dezentrale Heizung. Es enthält die Pauschalwirkungsgrade der verschiedenen Brennöfen (auf Flüssig-, Gas- oder Festkörperbasis) und Elektroheizungen (direkt oder speichernd). Von letzteren wird abgeraten, da sie das E-Niveau eines Gebäudes wegen der Übertragung auf die Primärenergie nachhaltig anheben können.

Das [Infomerklärungsblatt 48.6](#) konzentriert sich auf die Systeme zur Produktion von sanitärem Warmwasser und beschreibt eine Reihe von spezifischen Parametern wie den standardisierten Verbrauch von sanitärem Warmwasser, den Verbrauch der Zündbrenner, die Länge des Verteilungsnetzes, ... Für diese Systeme ist es angemessen, den eventuell positiven Beitrag einer thermischen Solaranlage zwecks Vorwärmen des sanitären Warmwassers einzubeziehen, sowie die Wärme, die sich aus dem Dusch- und Badewasser wiedergewinnen lässt.

Das [Infomerklärungsblatt 48.7](#) bietet Empfehlungen bezüglich einer Maximierung des Beitrags von photovoltaischen Systemen. Die Paneele müssen soweit wie möglich auf der freien Seite installiert werden, mit Orientierung nach Süden in einem Neigungswinkel von circa 30°. Diese Installationen sind sehr empfindlich gegenüber Schatten, da letztere die Stromerzeugung reduzieren kann. Es ist daher unabdingbar, diesen Faktor genau zu prüfen.

Das [Infomerklärungsblatt 48.8](#) präsentiert aktive Kühlsysteme, die hauptsächlich Strom als Energiequelle verwenden. Es ist jedoch möglich, den Rückgriff auf diese Anlagen zu vermeiden, indem der Kühlungsbedarf des Gebäudes gesenkt wird, z.B. durch Vermeidung großflächiger oder schlecht orientierter Verglasungen, durch Anbringung von Sonnenschutz oder durch Verwendung einer intensiven Nachtventilation (natürlich oder mechanisch). Eine andere Strategie besteht darin, die internen Wärmezuwächse einzuschränken, die beispielsweise auf Beleuchtung oder andere Geräte zurückzuführen sind.

Schließlich behandelt das [Infomerklärungsblatt 48.9](#) die künstliche Beleuchtung in Nicht-Wohnungsgebäuden, und es beschreibt die verschiedenen Optionen, welche eine Reduzierung der installierten Leistung erlauben. ■

✍ J. Schietecat, Ing., Leiter des Laboratoriums 'Heizung', WTB

D Der Bau quasi-autonomer Energiegebäude soll einen großen Beitrag leisten, um den energetischen Herausforderungen zu begegnen, denen unser Planet heute insgesamt ausgesetzt ist: Erschöpfung der traditionellen Energiequellen (fossile Brennstoffe und Nuklearbrennstoffe), negativer Einfluss der letzteren auf die Gesundheit und Umwelt, Verpflichtung sie importieren zu müssen, ... Im Verlauf der letzten Jahre haben unsere drei Regionen daher die EPB-Verordnungen eingeführt, welche dem Bauen und Renovieren eine zunehmende Sparsamkeit in der Energie auferlegen.

Der Niedrigenergiebau: 10 Jahre für eine tiefgreifende Revolution

Im europäischen Rahmen wurde inzwischen ein Konsensus erzielt, damit diese Politik in allen Ländern der Union wirksam in systematischer Form umgesetzt wird. Die Revision der EPB-Verordnung verlangt, dass bis 2021 alle Neubauten über einen Energieverbrauch quasi Null verfügen, selbst wenn das Konzept bislang noch nicht klar definiert wurde.

KONSEQUENZEN FÜR DEN SEKTOR

Obleich es noch unmöglich ist, mit Präzision vorherzusagen was die Zukunft uns vorbehält, ist es evident, dass der Trend zu sehr energiesparenden Gebäuden einen nicht selten beträchtlichen Einfluss auf die **gegenwärtigen Verfahren am Bau** ausübt. Wahrscheinlich werden fast alle mit dem Bausektor verknüpften Berufszweige auf direkte oder indirekte Weise betroffen sein, und dementsprechend entwickeln sich im Segment neue Aktivitäten, insbesondere in Bereich der systematischen Wartung in der Nutzungsphase.

Um nur ein Beispiel anzuführen, möchten wir den Dachbau erwähnen. Das erforderliche Niveau der Isolierung hat in den letzten Jahren nicht aufgehört, beständig anzuwachsen, mit

der Konsequenz, dass die Dicke der Dämmschicht immer bedeutender wurde (siehe Tabelle unten). Auf Zeit gesehen könnte dieser Trend wichtige Folgen haben für den strukturellen Entwurf des Daches.

Außerdem ist es nötig, sich auf den **Bauprozess in seiner Gesamtheit** zu konzentrieren. So reicht es im Stadium des Entwurfs nicht aus, die im Hinblick auf Energie sparsamste Gebäudehülle und Struktur zu konzipieren, es ist ebenso erforderlich, dass sich dem alle technischen Installationen anpassen. Die mit der Energie verknüpften Aspekte müssen daher in den Lastenheften und in den Angeboten eine besondere Sorgfalt erfahren. Auf der Baustelle ist es noch wichtiger, eine gute Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Gewerken herzustellen, um beispielsweise eine generelle Luftdichtigkeit der Gebäudehülle zu gewährleisten.

Eventuelle Änderungen an den originalen Bauplänen müssen reflektiert und diskutiert werden, damit den Anforderungen Genüge geleistet wird. Ferner müssen sie ordnungsgemäß dokumentiert werden, um danach den korrekten Energienachweis (EPB) einrichten zu können.

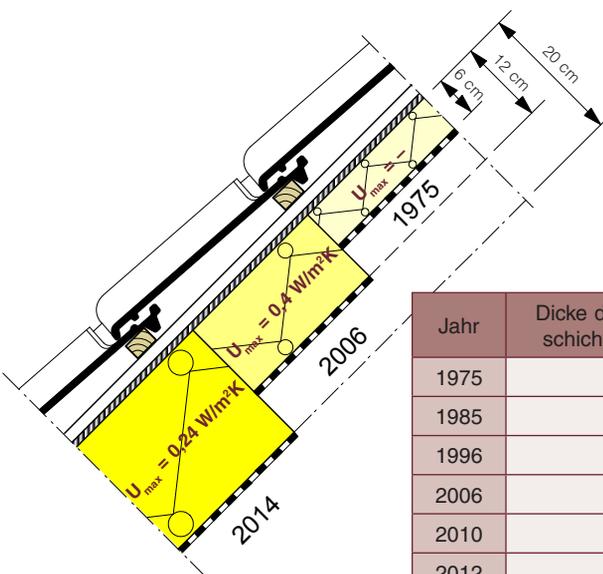
Die energiesparenden Gebäude stellen sowohl für den Nutzer als auch für den Bausektor einen Mehrwert dar. Denn die Anwendung von Techniken, welche die Einsparung von Energie ermöglichen, kann sich für den Nutzer als finanziell neutral herausstellen: die im Rahmen der Konstruktion einberaumte Investitionssumme kann dank einer Reduzierung der Energierechnung am Ende wieder hereingeholt werden.

SCHLUSSENFOLGERUNG

Auch wenn die Konstruktion von Gebäuden mit schwachem Energieverbrauch interessante Perspektiven in ökonomischer Hinsicht bietet, ist sie ebenso ein Synonym für Anpassungen zahlreicher Teilnehmer des Sektors, sei es im großen Maßstab oder nicht. Jeder Unternehmensleiter hat daher Interesse daran, eventuelle Änderungen vorwegzunehmen, die in seiner Branche auftauchen können, indem er die Arbeitsmethoden anpasst, für Aus- und Nachbildung sorgt, Investitionen in neue Ausrüstungen vorausplant, ...

Die lange Version dieses Artikels behandelt darüber hinaus die Energieproblematik und den rechtlichen Regelungskontext mit Bezug auf Neubauten mit niedrigem Energieverbrauch. Die Frage einer eventuellen Verstärkung der Anforderungen aus technischer Sicht wird hier auch behandelt. Schließlich lenkt sie den Fokus auf eine bestimmte Anzahl potentieller technischer Änderungen und sie behandelt in Kürze die Wichtigkeit der Renovierung unter dem Energieaspekt. ■

✉ D. Van Orshoven, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung ‚Klima, Anlagen und Energieleistung‘, WTB
P. D’Herdt, Ir., Projektleiter, Laboratorium ‚Licht und Gebäude‘, WTB



Entwicklung der Dicke der Isolierschicht bei Schrägdächern.

Jahr	Dicke der Dämmschicht d _{isol} [cm]	U _{max} [W/m²K]
1975	6	–
1985	8	0,6
1996	10	0,4
2006	12	0,4 (+, Holz-Anteil)
2010	15	0,3
2012	17	0,27
2014	20	0,24

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.15

Die lange Version des Artikels kann in Kürze auf unserer Website heruntergeladen werden.

Dieser Artikel bietet eine Übersicht über die Ergebnisse einer Studie, die vom WTB mit dem Zweck durchgeführt wurde, das Risiko von Kondenswasser an Abwasserleitungen zu prüfen, die mit der (kalten) Außenluft in Berührung stehen. Im Rahmen dieser Untersuchung haben wir auch versucht, konkrete Empfehlungen zu formulieren, um eventuelle Probleme bezüglich eines Auslaufens von Kondenswasser zu vermeiden.



Risiken von Kondenswasserbildung auf Abflussleitungen im Inneren von Gebäuden

✎ B. Bleys, Ir., Projektleiter des Laboratoriums 'Nachhaltige Energie und Wassertechnologie', WTB

Im Rahmen des geschützten und isolierten Gebäudevolumens existiert ein Risiko der Kondensbildung an Abwasserleitungen, wenn diese mit der (kalten) Außenluft in Berührung geraten. Die primären und sekundären Lüftungsleitungen der Leitungssysteme für Abwasser und Regenwasser (mit Gefälle und Unterdruck, siehe Abbildung 1 und 2) sind Beispiele für diese Leitungen. Die Abbil-

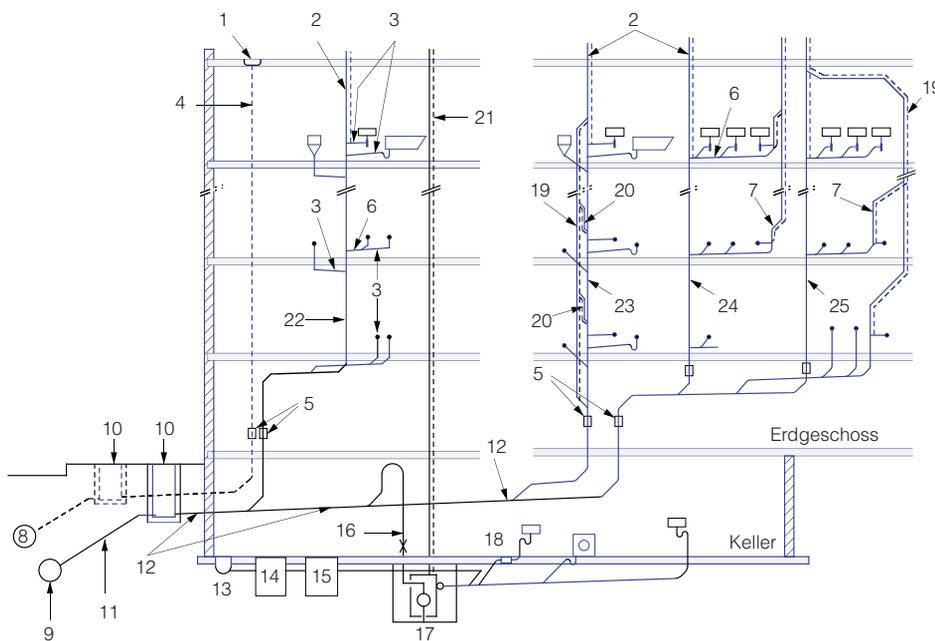
dung 3 zeigt die Bildung von Kondenswasser auf einer Regenabwasserleitung.

Im Fall von **Lüftungsleitungen** führt die Abführung des Wassers über die vertikale Leitung zu einer Anziehung der Außenluft. Diese kalte Luft kühlt die Wände der Leitung, oft an deren Spitze. Sobald das Wasser abgefließen ist, dringt die frische Luft nicht mehr in die Leitung ein, und ihre Wände erwärmen sich erneut in Berührung mit der wärmeren Umgebungsluft. Außerdem wird die noch in der Leitung befindliche frische Luft von der wärme-

ren Luft, die von den Abzugskanälen herrührt, nach außen getrieben (Abzugswirkung). Das Risiko einer lang andauernden Kondenswasserbildung auf den Lüftungsleitungen scheint daher begrenzt.

In Anbetracht von **Abwasserleitungen für Regenwasser** bringt das Abfließen des Regenwassers oder des Schmelzwassers entlang der Innenwände der Leitung deren nachhaltige Abkühlung mit sich.

Einerseits führt der Wärmeverlust aufgrund



- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. Regenwasserspeicher | 14. Schmutzabscheider |
| 2. Primäre Lüftungsleitung | 15. Kohlenwasserstoffabscheider |
| 3. Anschlussleitung | 16. Förderleitung |
| 4. Regenwasserablauf | 17. Senkgrube |
| 5. Inspektionsöffnung | 18. Wasserspeicher |
| 6. Sammelableitung | 19. Sekundäre Lüftungssäule |
| 7. Abschlusslüftungsleitung | 20. Direkte sekundäre Lüftungsleitung |
| 8. Regenwasserabzugskanal | 21. Lüftungsleitung |
| 9. Brauchwasserabzugskanal | 22. Gemischte Abwassersäule (nur Primärlüftung) |
| 10. Sichtfenster | 23. Gemischte Abwassersäule (direkte Sekundärlüftung) |
| 11. Privatabzweigung | 24. Säule für häusliches Brauchwasser (nur Primärlüftung) |
| 12. Privatabzugskanal | 25. Säule für häusliches Brauchwasser (mit sekundärer Abschlusslüftung) |
| 13. Speicher ohne Geruchsverschluss | |

Abb. 1 Abwasserleitung für Regenwasser mit Gefälle und Lüftungsleitung im Rahmen des geschützten Gebäudevolumens.

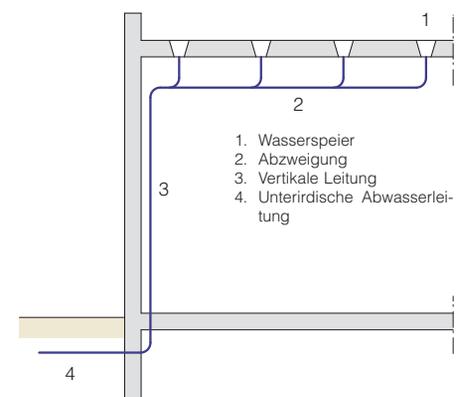
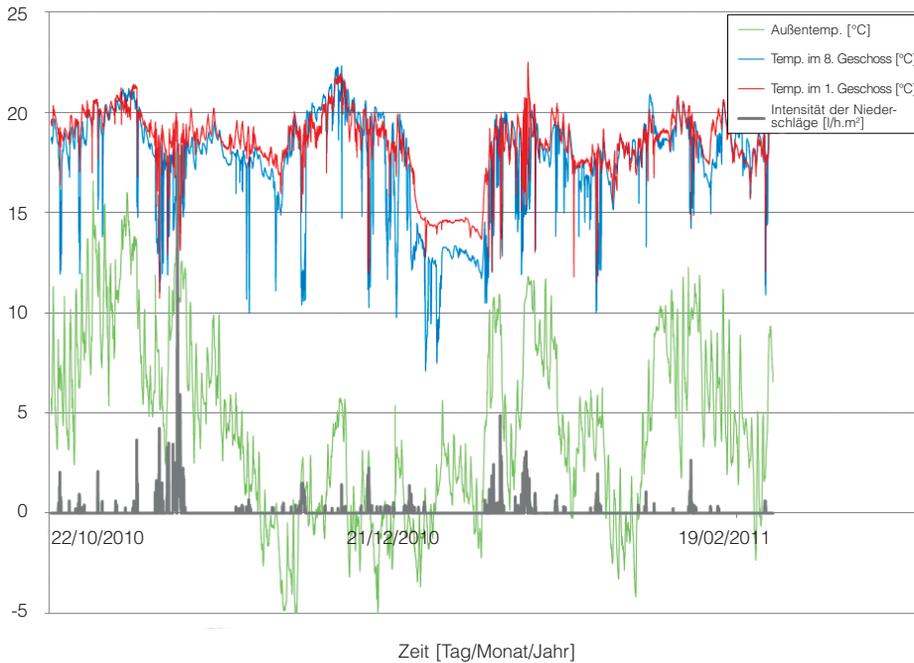


Abb. 2 Abführung des Regenwassers mit Unterdruck im geschützten Gebäudevolumen.



Abb. 3 Bildung von Kondenswasser auf einer Regenabwasserleitung.

Abb. 4 Temperaturentwicklung der Außenwand einer Abwasserleitung für Regenwasser im ersten und achten Geschoss des untersuchten Gebäudes.



der Wärmedifferenz zwischen der Luft des Gebäudes und der Luft in den Leitungen zu einem Energieverlust im Rahmen des geschützten Gebäudevolumens. Andererseits sinkt die Außentemperatur dieser Leitungen in bestimmten Momenten unter den Taupunkt der Innenluft, was zu einer Kondenswasserbildung auf diesen Wänden führt. Dieses Risiko betrifft daher in der Hauptsache die Abwasserleitungen für Regenwasser.

EXPERIMENTELLE STUDIE

Das WTB hat eine eingeschränkte Studie durchgeführt, um das Risiko von Kondenswasserbildung zu beurteilen. Im Verlauf dieser Studie haben wir vier Monate lang während der Winterperiode 2010-2011 die Temperatur an der Außenwand einer vertikalen Abwasserleitung für Regenwasser gemessen, die sich in einem beheizten Schacht über 8 Geschosse befindet (22,5 m Höhe). Es handelt sich genauer um eine Leitung DN 75 aus PVC, angeschlossen an einem Wasserspeicher auf dem Flachdach (6 x 2,5 m).

Die folgenden Parameter wurden während der Studie verfolgt: die Innentemperatur an fünf verschiedenen Orten innerhalb des Gebäudes, die Temperatur am Dachregenspeicher und die Niederschlagsmenge. Der Messzeitraum umfasste eine Phase mit relativ hohen Außentemperaturen (ungefähr 16 °C) und eine Phase mit sehr niedrigen Temperaturen (bis zu -4,5 °C). Die Innentemperatur blieb relativ stabil (zwischen 17 und 22 °C), abgesehen von einem Zeitraum des geschlossenen Gebäudes Ende Dezember, in dem die Immobilie nicht beheizt wurde.

ERGEBNISSE

Die Abbildung 4 veranschaulicht die Temperatur der Außenwand der Abwasserleitung für Regenwasser im achten (blaue Linie) und im ersten Geschoss (rote Linie), jeweils in einer Entfernung von 1 m oder 18 m zum Wasserspeicher im Flachdach. Die Grafik veranschaulicht außerdem die Außentemperatur und die Niederschlagsintensität für denselben Zeitraum.

Infolgedessen lässt sich festlegen:

- dass die Leitungswand regelmäßig Temperaturen von 12 °C oder darüber erreicht hat. Obgleich die niedrigsten Temperaturen auf dem achten Geschoss gemessen wurden (am Anfang der Abwasserleitung für Regenwasser), waren beträchtliche Temperaturabsenkungen auch auf der Ebene des ersten Geschosses zu beobachten
- dass die Korrelation zwischen der Außentemperatur und der Außentemperatur der Leitung nur einen begrenzten Umfang hat
- dass eine deutliche Korrelation zwischen den Minimaltemperaturen der Außenwand der Leitung und den Niederschlagsperioden besteht. Die Minima sind mit anderen Worten auf das Wasser zurückzuführen, das durch die Leitung hindurchfließt.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die gemessenen Werte wahrscheinlich eine Unterschätzung der üblichen Situation darstellen. Die für die Studie verwendete Leitung war im Hinblick auf das Verhältnis der Dachoberfläche, an die sie angeschlossen war (DN 75 für 15 m²) offensichtlich überdimensioniert, wobei das Verhältnis der abgeführten Niederschlagsmenge zur Fläche der Leitungswand unter dem normalen

Ansatz lag. Die Temperaturabsenkungen und die Entfernung, in der sie stattfinden, sind in Wirklichkeit daher bedeutender.

Das Risiko der Bildung von Kondenswasser hängt nachgewiesenermaßen außerdem von der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in dem von der Leitung durchquerten Raum ab. In einem Gebäude der Klimaklasse III (siehe [Technische Information Nr. 215](#)) mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 % (z.B. Wohnungsimmobilien, Krankenhäuser, Theater, Säle für Festlichkeiten) und einer Innentemperatur von 20 °C tritt die Bildung von Kondenswasser bereits auf Elementen in Erscheinung, deren Oberflächentemperatur 12 °C beträgt. Da während der Untersuchung häufig geringere Außentemperaturen auf den Außenwänden der Leitung gemessen wurden, können wir ableiten, dass bei den Abwasserleitungen für Regenwasser ein reelles Risiko der Kondenswasserbildung besteht, durchgehend in Einklang mit der Einstufungskategorie des Innenklimas.

Dieses Risiko scheint bei den Lüftungsleitungen *a priori* in geringerem Umfang zu bestehen, obgleich die Untersuchung keine formellen Schlussfolgerungen zu ziehen gestattet. Es ist gleichermaßen schwierig, sich über die Auswirkung des Wärmeverlusts via den Leitungen auf den Brennstoffbedarf des Gesamtgebäudes zu äußern.

SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNGEN

Bei Abwasserleitungen für Regenwasser, die in dem geschützten Gebäudevolumen gelegen sind, besteht ein reelles Risiko der Bildung von Kondenswasser in Einklang mit der Temperatur und relativen Feuchtigkeit der Innenluft. Abgesehen von jeder anderen Erwägung besteht die sich unmittelbar anschließende Empfehlung darin, die Niederschläge durch außen verlegte Leitungen abzuführen. Falls sich dies als unmöglich herausstellen sollte (z.B. bei großen Gebäuden), muss die Leitung an den Orten isoliert werden, wo das Abfließen des Kondenswassers die Gefahr einer Beschädigung mit sich führt (z.B. horizontale Leitungen, die an der Decke gelegen sind).

Bei Gebäuden, die kaum erhöhten Temperaturen und einer relativ niedrigen Luftfeuchtigkeit unterliegen, ist es angemessen, eine Isolierung von ungefähr 10 mm Dicke vorzusehen (im Fall eines Dämmmaterials, bei dem $\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$). Falls die Innentemperaturen und die Luftfeuchtigkeit höher liegen, reicht eine Dicke der Dämmschicht von 15 mm bis 20 mm. Die Dämmschicht muss außerdem wie bei Kühlleitungen dampfdicht und äußerst sorgfältig aufgetragen werden. Im Fall der Verwendung einer durchlässigen Isolierschicht wie beispielsweise Mineralwolle muss eine zusätzliche Dampfsperre aufgetragen werden. ■



Das WTB schlägt verschiedene Hilfsmittel vor, die kleinen und mittleren Unternehmen eine methodische Berechnung ihrer Gesteungskosten gestatten. Wir behandeln in diesem Artikel eine Reihe von neu erschienenen Infomerkblättern, welche eine genauere Festlegung der Gesteungskosten ermöglichen und kurz die Anwendungen C PRO® und C DATA® vorstellen, die bereits in [WTB-Kontakt 2011/2](#) mit einem Artikel bedacht wurden.

Verwaltungsprogramme und Berechnung der Gesteungskosten

✎ D. Pirlot, M.s.c.f., Abteilungsleiter, und D. Peremans, Arch., Hauptberater, Abteilung ‚Verwaltung, Qualität und Informationstechniken‘, WTB

In diesem Artikel präsentieren wir sechs kürzlich erschienene Infomerkblätter. Diese liefern ergänzende Informationen zur Berechnung der Gesteungskosten und die verschiedenen hierbei zu berücksichtigenden Kosten.

Das [Infomerkblatt 52.1](#) betrifft die mit den produktiven Arbeitskräften verbundenen Kosten. Diese Kosten hängen vom Lohn der Arbeiter, den Anforderungen des auf die Arbeiter anwendbaren Tarifvertrags (CP 124), den Soziallasten und der Herstellungszeit ab. Ein durchschnittlicher Stundenlohn wird zumeist je nach Unternehmen berechnet und dient als Referenzwert für eine bestimmte Periode. Die Berechnung der Lohnkosten ist ein essentielles Element, um die Direktkosten für einen Posten der Aufmaßliste festlegen zu können.

Das [Infomerkblatt 52.2](#) betrifft die Materialkosten. Diese umfassen alle Kosten, die das Unternehmen unterhalten muss, um über die erforderlichen Materialien für die Ausführung eines Posten der Aufmaßliste zu verfügen (Ausgangsstoffe, Baumaterialien, Halbfertigprodukte, verschiedene Zubehörteile, ...). Bei diesen Kosten ist die erforderliche Menge zu

berücksichtigen, wobei nicht nur der Kaufpreis, sondern auch die Kosten für Transport, Baustellenbeförderung, Lagerung und Abfallbehandlung einzurechnen sind.

Das [Infomerkblatt 52.3](#) betrifft die Kosten, die mit der Auftragsvergabe verknüpft sind.

Das [Infomerkblatt 52.4](#) bezieht sich auf die Bewertung der Mittel, Ausrüstungen und Zubehörteile, über die das Unternehmen für die Realisierung des Bauprojekts verfügen muss. Hierbei ist es üblich, die Nutzung geliehener Geräte von der Nutzung von Geräten im Eigentum des Unternehmens zu unterscheiden. Für das Unternehmen ist es angebracht, die Kosten auf der Grundlage einer detaillierten Analyse der Kosten zu bewerten (Festkosten, Betriebskosten, sonstige anhängige Kosten). Aus dieser Untersuchung geht ein Nutzungstarif für die Geräte hervor.

Außer den Direktkosten hat das Unternehmen indirekte Kosten zu bewältigen, die in keinem Posten des Preisangebots aufgeführt werden. Bei diesen Kosten macht man eine Unterscheidung zwischen den spezifischen Baustellenkosten und den Gemeinkosten des Unternehmens.

Das [Infomerkblatt 52.5](#) betrifft sodann die spezifischen Baustellenkosten, dies heißt Ausgaben, die keinem besonderen Posten

NÜTZLICHE INFORMATIONEN

C PRO® ermöglicht die Berechnung eines Angebotspreises auf der Basis der Direktkosten (Materialien, Geräte, Arbeitskräfte und Auftragsvergabe) und der indirekten Kosten (Gemeinkosten und spezifische Baustellenkosten).

C DATA® ermöglicht die für die Berechnung der Gesteungskosten unerlässlichen Daten zu erhalten (Gemeinkosten des Unternehmens, durchschnittlicher Stundenlohn und Gerätetarif des Unternehmens).

C PRO® und C DATA® sind Anwendungen, die für Microsoft Excel entwickelt wurden und sich gemäß den Daten des Unternehmens parametrisieren lassen. Sie können kostenlos unter www.cstc.be/go/cpro heruntergeladen werden.

zugeschlagen werden können (Baustelleneinrichtung, Fahrwege, Bestandsaufnahme, Verbrauch, ...). Diese Kosten können proportional auf alle oder auf einen Teil der Posten der Aufmaßliste verteilt werden.

Das [Infomerkblatt 52.6](#) behandelt die Gemeinkosten. Diese sind von der Existenz und Struktur des Unternehmens abhängig und werden von diesem vereinbart, ungeachtet der zu bewerkstelligen Arbeitsleistung. Erwähnen wir in diesem Zusammenhang die Vergütung des Verwaltungspersonals (nicht herstellend), die Vergütung von Dritten, die Kosten in Verbindung mit Datenverarbeitung, Mobiliar, Kleinverarbeitungsgeräten, finanzielle Belastungen, ... Diese für die Aktivität des Unternehmens unerlässlichen Kosten sind in den Verkaufspreis mittels eines Aufteilungsschlüssels einzubeziehen, welcher der wirtschaftlichen Realität des Unternehmens entspricht. ■



Durchschnittliches monatliches Gehalt

Gerätetarif

Gerätetarif

Gemeinkosten



Bei Berechnung des Verkaufspreises einzubeziehende Elemente.

Das natürliche Licht hat für den visuellen Komfort und das Wohlergehen unbedingten Vorrang. Zahlreiche Studien weisen nach, dass wir ein physiologisches und psychologisches Bedürfnis nach natürlichem Licht besitzen. Darüber hinaus lassen sich beträchtliche Energieeinsparungen realisieren, wenn dem Beitrag des natürlichen Lichts in Gebäuden Rechnung getragen wird.

Vorabfestlegung der natürlichen Beleuchtung

Im Tertiärsektor kann mittels einer intelligenten Konzeption der Gebäudehülle und der Regelungssysteme für künstliche Beleuchtung im Durchschnitt eine Reduzierung des Energieverbrauchs um 40 % bezogen auf die Beleuchtung erzielt werden. Um den visuellen Komfort und/oder das Potential der Energieeinsparung einzuschätzen, ist es daher wichtig, die Durchdringung des natürlichen Lichts im Innern der Gebäude (vorab) korrekt zu bestimmen. Zu diesem Zweck gibt es verschiedene Verfahren.

VEREINFACHTE METHODEN

Die vereinfachten Methoden erlauben die Einschätzung der Innenbeleuchtung in Verbindung mit einfachen geometrischen Konfigurationen. Es handelt sich generell um grafische Hilfsprogramme oder empirische Formeln, die nur für spezifische Bedingungen diffuser Lichtstreuung (standardisiert bedeckter Himmel) oder direkter Einstrahlung (Sonneneinstrahlung oder Schatten) Resultate ergeben.

REDUZIERTER MODELLE

Die Untersuchung der natürlichen Beleuchtung an reduzierten Modellen erfordert eine Infrastruktur wie künstlicher Himmel und Sonne, um den Beitrag der natürlichen Beleuchtung für das jeweilige Gebäude simulieren zu können. Diese Methode erlaubt die Lichtstreuung in einem Raum auf direkte Weise visuell zu veranschaulichen, was für den qualitativen Ansatz des Entwurfs sehr vorteilhaft ist. Das Laboratorium ‚Licht und Gebäude‘ des WTB verfügt über die erforderliche Ausrüstung, um Messungen und Untersuchungen an reduzierten Modellen vorzunehmen.

DIGITALE MODELLE

Mehr und mehr in Gebrauch, gestatten digitale Modelle oder datentechnische Simulationen die Geometrie der Räume und Objekte in drei Dimensionen auszuwerfen. Es ist hierbei möglich, verschiedene natürliche und künstliche Lichtquellen zu berücksichtigen und danach die Lichtzerstreuung zu berechnen. Die leistungskräftigsten Softwareprogramme bieten die Möglichkeit, fotorealistic Eindrücke herzustellen (siehe Abbildung). Wenn die Mehrzahl der Softwareprogramme gute Leistungen im Hinblick auf die Untersuchung der künstlichen Beleuchtung bieten und dementsprechend das von Leuchtkörpern hervorgerufene Licht korrekt berechnen, so ist es hier weniger evident, befriedigende Ergebnisse bezüglich der natürlichen Beleuchtung zu erhalten.

Bei künstlicher Beleuchtung stellen die Hersteller den Nutzern Angaben zur Verfügung, die eine Beschreibung der fotometrischen Streuung ihrer Beleuchtungen beinhalten. Es ist also leicht, eine Lampe in eine Szene einzuführen und die Lichtstreuung zu berechnen. Bei der Untersuchung des natürlichen Lichts benötigt der Nutzer hingegen die Kenntnis der Umstände, nach deren Vorgabe die Lichtquellen (bedeckter Himmel/direkte Sonneneinstrahlung) und die Lichtstreuung zu modellieren sind, damit er die Berechnung (und ihre Einschränkungen) begreifen und die Ergebnisse interpretieren kann.

Außer der Beherrschung der geometrischen Modellierung ist es auch wichtig, die photometrischen Eigenschaften der Oberflächen zu kennen, welche die Raumbedingung konstituieren. Die präzise Beschreibung der photometrischen Eigenschaften der Oberflächen und ganz besonders ihr Reflexions- und Licht-

übertragungskoeffizient sind unerlässlich, um die Lichtstreuung in einem Raum korrekt festlegen zu können. Diese Eigenschaften hängen nicht nur vom Material, sondern auch von der Textur der Oberfläche(n) ab.

Wie in einer Reihe anderer Bereiche ist es die Kenntnis der Simulationsprogramme, welche gestattet eine qualitativ hochwertige digitale Modellierung herzustellen. Die alleinige Beherrschung der Schnittstelle garantiert noch kein zuverlässiges Resultat. Die Gültigkeit der digitalen Simulation der natürlichen Beleuchtung hängt daher von der Modellierung des Himmels, der Berechnungsmethode (Algorithmus), der Parameteranordnung (Verfeinerung der Berechnung), der Strenge der geometrischen Modellierung (Präzision der Encodierung) und der Kompetenz des Nutzers ab (Kenntnis der Software und Fähigkeit, sie korrekt zu verwenden).

Aus diesem Grund ist es wichtig, bei Auswahl eine Entscheidung für die am meisten geeignete Simulationssoftware im Hinblick auf die Art der Untersuchung, die Komplexität der zu untersuchenden Konfiguration und den zu erwartenden Präzisionsgrad zu treffen. In bestimmten komplexeren Fällen ist es erforderlich, auf perfektionierte Simulationssoftware und auf Messungen an reduzierten Modellen zurückzugreifen, um die komplementären Daten beizubringen. ■

✍ B. Deroisy, Ir., Projektleiter des Laboratoriums ‚Licht und Gebäude‘, WTB
A. Deneyer, Ir., Leiter des Laboratoriums ‚Licht und Gebäude‘, WTB

www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2011/3.18

Im Rahmen des Forschungsprojekts CODA-Light (energy consumption of COntrol systems and Daylight Access in LIGHTing installations), das vom FÖD Wirtschaft finanziert wurde, hat das WTB eine Detailstudie über die Möglichkeiten der digitalen Simulation von natürlicher Beleuchtung durchgeführt. Es wurden verschiedene Softwareprogramme analysiert und getestet. Die Gesamtversion dieses Artikels, die in Kürze online zur Verfügung steht, präzisiert das Prinzip der hauptsächlichsten Berechnungsalgorithmen (Radiosität, Strahlenausbreitung, Photon-mapping, ...) und es stellt die Möglichkeiten der Modellierung aufgrund mehrerer Softwareprogramme in den Mittelpunkt.

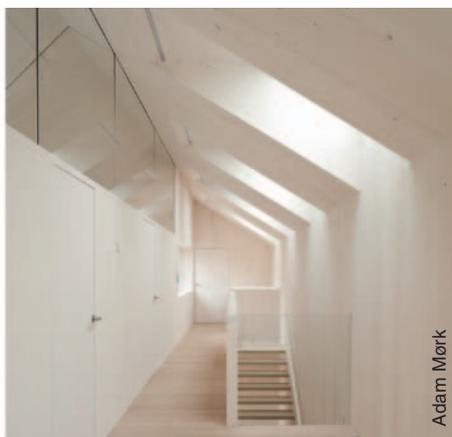


Abbildung einer Simulation auf digitaler Basis, links, und Foto des realisierten Projekts, rechts (Projekt ‚Sunlighthouse‘, Pressbaum, Österreich).

WTB-Schulungen



DER EINBAU VON FEUERFESTEN TÜREN

- Am 6., 8., 13. und 15. September 2011, von 18.00 bis 21.00 Uhr, WTB, avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.
- Am 18., 20., 25. und 27. Oktober 2011 von 18.00 bis 21.00 Uhr, FOCLAM, rue Guillaume Charlier 132, 7500 Tournai.

PORTALE, FENSTER UND TÜREN: ANFORDERUNGEN IN BELGIEN

- Am 27. Oktober 2011, von 17.30 bis 20.45 Uhr, Auditorium des Moulins de Beez, rue du Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur).

INFORMATIK UND BAUWESEN: WELCHE MOBILEN WERKZEUGE FÜR DEN UNTERNEHMER?

- Am 22. November 2011, von 16.30 bis 19.00 Uhr, Auditorium des Moulins de Beez, rue du Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur).

AUSWAHL UND ANBRINGUNG VON SCHREINERARBEITEN UND LEISTUNGSVERGLASUNGEN

- Am 6. Oktober 2011, von 17.00 bis 20.00 Uhr, Centre Format PME, rue Saucin 66, 5032 Les Isnes (Gembloux).

MECHANISCHE BELÜFTUNG

- Am 8. November 2011, von 9.30 bis 16.30 Uhr, Centre Format PME, rue Saucin 66, 5032 Les Isnes (Gembloux).

KONTROLLE DER LUFTDICHTIGKEIT UND INFRAROT THERMOGRAFIE

- Am 1. Dezember 2011, von 9.30 bis 16.30 Uhr, WTB, avenue Pierre Holoffe, 1342 Limelette.

WINTERKURSE 2011-2012

Die Winterkurse der Saison 2011-2012, die in Zusammenarbeit mit den regionalen Zentren des IFAPME und dem Zentrum EFPME Brüssel organisiert werden, sind zwei Hauptthemen gewidmet:

- Luftdichtigkeit
- Beton (dichter Beton, Spezifikationen und Ausführung).

PUBLIKATIONEN

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

SCHULUNGEN

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11) oder per Fax (02/653.07.29) an J.-P. Ginsberg (info@bbri.be).
- 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

WTB

BRÜSSEL

Firmensitz

Rue du Lombard 42
B-1000 Brüssel

Generaldirektion
Tel.: 02/502 66 90
Fax: 02/502 81 80
E-Mail: info@wbri.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)