

Das WTB: die Referenz heute fur das Bauen
in und an der Zukunft (S. 1)

Die **verhinderte** Betonschwindung (S. 3)

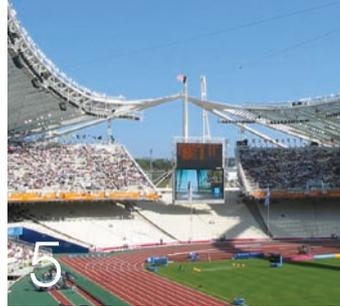
Verglaste **Beckenwande** und **Aquarien** (S. 9)

Die **ETICS** im Detail (S. 11)

Renovierung von **Kellern** (S. 20)



ETICS



INHALTSÜBERSICHT JUNI 2009

- 1 Das **WTB**: die Referenz heute für das Bauen in und an der Zukunft
- 3 Die **verhinderte** Betonschwindung
- 4 Prüfung von **Erdankern**
- 5 Das **Olympiastadion** von Athen: eingriffsfreie Überwachung von Strukturelementen im Einsatz
- 6 Einbau von **Solarpaneelen** in Dächer
- 8 Abdichtung von **Durchführungen** in **feuerfesten** Wänden
- 9 Verglaste **Beckenwände** und **Aquarien**
- 11 Die **ETICS** im Detail
- 12 Neue europäische **Normen**: Auswirkungen für die TI 228
- 13 **Frostbeständigkeit** von Keramikfliesen: unangepasste europäische Norm
- 14 **Brandverhalten** von **elastischen** Fußbodenbelägen: Verlegebedingungen sind wichtig!
- 15 **Thermische Leistungen** von Gebäuden: neue NBN-Normen
- 16 Beherrschung des **Legionellenrisikos** in Sanitäreanlagen
- 17 Die Messung der **Luftdichtheit**: von Wichtigkeit für jedermann!
- 18 Die Klassifizierung von **Leuchten**
- 18 Weniger **Krise** durch Innovation, Kreativität und Differenzierung
- 19 Erhöhter **akustischer Komfort** für Appartements und Reihenhäuser
- 20 Renovierung von **Kellern**

„Man unterschätzt, was dieses Institut für die Gesellschaft bedeutet, aber wenn sich die Gelegenheit bietet, es zu unterstützen, werde ich es tun.“

Herman Van Rompuy,
Premierminister

Das gesellschaftliche Bauen dank der kollektiven Forschung war eines der Hauptthemen von der Veranstaltung, die das WTB anlässlich seines 50-jährigen Bestehens organisierte. Dazu hatten sich am vergangenen 20. März alle beim Betrieb des WTB (vor allem mittels der Technischen Komitees und der Arbeitsgruppen) aktiv beteiligten Personen im Auditorium 2000, in Brüssel, in Anwesenheit von unserem Premierminister, Herrn **Herman Van Rompuy**, versammelt.

In seiner Begrüßungsansprache versicherte **Rob Lenaers**, Präsident des WTB, dass in Zeiten einer Krise wie jener, die wir derzeit durchmachen, eine innovative Forschung unerlässlich sei.

Carlo De Pauw, Generaldirektor, ließ anschliessend die Geschichte des Bauwesens im Allgemeinen und die des WTB im Besonderen Revue passieren. Ferner wagte er es, einen visionären Blick auf die Zukunft zu werfen, wobei er bei einigen Beispielen der Biomimetik verweilte. Diese Wissenschaft bemüht sich, die Natur nachzuahmen und sie als Inspirationsquelle für die zukünftigen technologischen Entwicklungen zu verwenden. Denn die Flora und die Fauna, die auf eine Erfahrung von mehreren Milliarden Jahren zurückblicken können, haben sich immer anzupassen gewusst, um in einer manchmal feindlichen Umgebung zu überleben. **Carlo De Pauw** zufolge wird uns die Studie der Entwicklung der lebenden Organismen im Laufe der bisherigen Jahrhunderte helfen, in der nahen Zukunft eine nachhaltigere Wohn- und Lebenswelt zu entwickeln.

ANTWORTEN AUF DIE GESELLSCHAFTLICHEN HERAUSFORDERUNGEN

Unsere Gesellschaft wird täglich mit mehreren wichtigen Herausforderungen konfrontiert,



Premierminister Herman Van Rompuy im Gespräch mit Carlo De Pauw und Rob Lenaers.

Das WTB: die Referenz heute für das Bauen in und an der Zukunft



wie z.B. der Klimaerwärmung, der Verknappung von bestimmten Energieressourcen, der Überalterung der Bevölkerung, der Mobilitätsproblematik, ...

Wenn man dazu noch die gegenwärtige Finanz- und Wirtschaftskrise hinzufügt, sind alle Zutaten vereint, um Anlass zu einer spannenden Debatte zwischen den höchsten Würdenträger des belgischen und europäischen Bausektors zu geben.

Jacques De Meester (Confédération Construction) hob den Einfluss hervor, den unsere Infrastrukturen auf die Wettbewerbsfähigkeiten unseres Landes ausüben. Denn die Verbesserung der Mobilität von Arbeitnehmern ist eine Herausforderung mit mehrfachen Auswirkungen. Einerseits kann eine Optimierung des Transports für die Unternehmen zu einer starken Senkung der Kosten führen und andererseits steht eine bessere Mobilität auch Garant für eine niedrigere CO₂-Erzeugung durch eine Verringerung der Verkehrsstaus und für die

Entwicklung von alternativen Netzen wie z.B. der Eisenbahnwege und Wasserstraßen.

Hilde Masschelein (BouwUnie) ist der Meinung, dass die angesprochenen Herausforderungen es für das Bauunternehmen erforderlich machen, anders zu agieren und folglich sich umzuschulen. Glücklicherweise sind sich die Unternehmen schon seit langem der Bedeutung der neuen Techniken bewusst, wie beispielsweise dem energiesparenden Bauen und anderen Methoden, die für den Erhalt von Gebäuden und Wohnungen einer noch besseren Qualität notwendig sind.

In dieser Zeit der Finanz- und Wirtschaftskrise ist **Philippe Lambrecht** (FEB) der Ansicht, dass zur Stimulierung der wirtschaftlichen Aktivität öffentliche Investitionen unerlässlich sind.

Rob Lenaers zufolge stehen die wirtschaftlichen Interessen der Unternehmen in direktem Zusammenhang mit der Qualität der Infrastrukturen, die sie nutzen. So stellt man fest, dass die



DER TECHNOLOGIESCHECK

Sie möchten die Leistungen Ihrer Fenster verbessern? Oder die Zusammensetzung eines Baumaterials im Hinblick auf dessen CE-Kennzeichnung optimieren? Oder ein Befestigungssystem für Fotovoltaikpaneele entwickeln?

Seit März 2009 ist ein neues Hilfsmittel für in Wallonien niedergelassene KMU in Gebrauch: der Technologiescheck. Dieser dient dazu, die Leistungen zu finanzieren, die von einem zugelassenen Forschungszentrum für ein Unternehmen mit dem Ziel durchgeführt wurden, dessen technologische Kapazität zu verbessern. Jedes Unternehmen kann, pro Kalenderjahr, 40 Schecks mit einem Einzelwert von 500 € erhalten. Durch diese Maßnahme bezahlt das Unternehmen nur 25 % von den Kosten der Leistungen des Laboratoriums.

Die Abwicklung erfolgt von der Website www.innovons.be aus und die Anträge werden flexibel und schnell behandelt. Drei Werktage reichen für die Genehmigung eines Antrages aus! Zögern Sie nicht für weitere Informationen die Sachkenntnis der Ingenieure des WTB in Anspruch zu nehmen (V. Pollet oder F. de Barquin – info@bbri.be – www.wtb.be).

Produktivität der Arbeitnehmer in dem Maße ansteigt, in dem die Gebäude besser belüftet sind und/oder dort keine Überhitzung auftritt.

Christophe Lesniak (Europäische Kommission, GD Forschung) führte seinerseits das ‚Recyhouse‘ an, das nach seiner Meinung eines der erfolgreichsten Demonstrationsprojekte seiner Zeit war. Dieses im 2001 am Standort des WTB-Versuchsgeländes in Limelette errichtete Gebäude, ist vollständig aus neuen Materialien aufgebaut, die aus verschiedenen Sorten Abfall produziert wurden. Die Idee für dieses Projekt ergab sich im Zusammenhang eines europäischen Rahmenprogramms für die Industrieforschung, deren ‚Null-Abfall‘-Philosophie eines der grundlegenden Säulen war.

BAUHERR, EIN BÜRGER MIT EINEM VERANTWORTUNGSBEWUSSTSEIN

Ein Bauherr ist gegenwärtig fast verpflichtet, bei seinen Projekten einen gewissen Bürgersinn an den Tag zu legen. Denn seine Bau- und Renovierungsprojekte müssen der Gesellschaft als Ganzes zugutekommen und nicht nur ihm allein. Es versteht sich von selbst, dass die heutigen Verordnungen, Prämien und obligatorischen Energiezertifizierungen in diesem Zusammenhang einen nicht zu unterschätzenden Anreiz darstellen.

Außerdem muss der Bauherr sich auch auf einen innovativen Sektor und auf sachverständige Fachleute stützen können. Um diesen Erwartungen gerecht werden und mit der steigenden Komplexität seines Handwerks mithalten zu können, ist es wichtig, dass der Auftragnehmer seinerseits auf effiziente Schulungs- und Informationstools zählen kann, die ihm das WTB anbietet.

FORSCHUNG ALS BASIS DER WETTBEWERBSFÄHIGKEIT DES SEKTORS

Um die Realität auf dem Arbeitsplatz möglichst zutreffend darzustellen, stützt sich das WTB auf ein einzigartiges Arbeitsprinzip, das es von anderen europäischen Bauforschungszentren unterscheidet. Die Arbeitsweise des Zentrums wird durch die Technischen Komitees in gute Bahnen geleitet, die neben den höchsten Führungsinstanzen, dem Allgemeinen Rat und dem Ständigen Komitee, stehen und für den technischen und wissenschaftlichen Betreuungsrahmen der Forschungs- und Informationsaufträge des Zentrums sorgen.

Einer der Hauptaufträge der Technischen Komitees besteht darin, erläutert *Rob Lenaers*, die Forschungsausrichtung gemäß einem ‚Bottom-up‘-Ansatz zu definieren. Dank dieser Strategie, die in Bezug auf das WTB als fundamental betrachtet wird, ist es der Sektor selbst, der, in Absprache mit den Ingenieuren des Zentrums,

die Erfordernisse bezüglich der Forschung festlegt, im Gegensatz zur ‚Top-down‘-Methode, bei der die Forschungsthemen durch die öffentlichen Behörden oder eine andere höhere Stelle von oben herab vorgegeben werden. Ein anderer, ebenso wesentlicher Auftrag der Komitees ist die Verbreitung der Forschungsergebnisse bei den Praktikern. So spielen sie eine wichtige Rolle beim Zustandekommen der Technischen Informationen des WTB, die als Referenzwerke, in denen die Regeln für die fachgemäße Ausführung definiert sind, betrachtet werden.

INNOVATIONSHEBEL

Der Föderale Öffentliche Dienst ‚Wirtschaft‘, erläutert *Hugues Dumont*, setzt alle Hebel in Bewegung, um die Wettbewerbsfähigkeit der belgischen Unternehmen zu stärken, damit sie bezogen auf jene unserer europäischen Nachbarn konkurrenzfähig sind. Mit der Wettbewerbsfähigkeit und der Innovation als Schwerpunkte sorgt der FÖD Wirtschaft für die direkte Unterstützung einer Anzahl von pränormativen Forschungsarbeiten des Zentrums und unterstützt auch die Informationsverbreitung bezüglich des geistigen Eigentums und der Normierung.

Auf diese Zielsetzungen, die durch die Zelle Patente und die Normen-Außenstellen des WTB angestrebt werden, wurde während der *Roadshow* hingewiesen, die wir Ende des vergangenen Jahres in den verschiedenen Provinzen des Landes organisiert haben. Ziel dieser *Roadshow* war es, den Baufachleuten die obligatorischen oder freiwilligen Innovations-

hebel zu erklären, die als Anreize eingeführt worden sind. An dieser Veranstaltung nahmen nicht weniger als 4500 Personen teil.

INNOVATION IN ZEITEN DER KRISE

Beim Abschluss des akademischen Teils des Abends merkte Premierminister *Herman Van Rompuy* an, dass das Bauunternehmen oft als ein Gradmesser für die Wirtschaft und das Wohlbefinden angesehen werde. Denn es gäbe überhaupt keine wirtschaftliche Aktivität ohne die Infrastruktur der Werkhallen und der Büros, und ohne das Straßen- und Brückennetz. Der Wohlstand und das Wohlbefinden der Bevölkerung äußern sich außerdem in der Qualität der Häuser, der Kulturzentren und den Entspannungsmöglichkeiten. Kurzum das Bauwesen ist allgegenwärtig.

Unser Premierminister, *Herman Van Rompuy*, hat auch auf die Krise, die wir durchmachen, angespielt. ‚Gerade in solchen Momenten ist das Investieren in Innovation unverzichtbar‘, so Minister *Van Rompuy*. Dies bedeutet, dass das WTB als kollektives Zentrum für den Sektor sehr wichtig ist, denn es gibt seine Sachkenntnis an mehrere zehntausend Mitgliedsbauunternehmen weiter, deren Mehrzahl KMU sind, die es sich nicht leisten können, selbst innovative Untersuchungen durchzuführen.

Abschließend war der Premierminister in seiner Aussage bezüglich des WTB sehr klar: ‚Man unterschätzt, was dieses Institut für die Gesellschaft bedeutet, aber wenn sich die Gelegenheit bietet, es zu unterstützen, werde ich es tun‘. ■



NEUER PRÄSIDENT DES WTB

Während des Allgemeinen Rats vom 28. April 2009 wurde *Jacques Gheysens* als neuer Präsident des WTB ernannt. Dieser genoss eine Ausbildung als ziviler Bauingenieur, hat die Präsidentschaft der *Confédération Construction Wallonne* innegehabt und präsidiert gegenwärtig den Verwaltungsrat von zwei Bauunternehmen.

Es ist das Bestreben des neuen Präsidenten, gemeinsam mit dem Management und mit der Unterstützung des Ständigen Komitees und des Allgemeinen Rats, das WTB weiter in das 21. Jahrhundert zu führen. *Jacques Gheysens* versicherte, dass er alles aufbieten werde, so dass sich das WTB auch weiterhin zum Nutzen seiner Mitglieder und des Sektors im Allgemeinen einsetzen kann. Er beglückwünschte auch den scheidenden Präsidenten, *Rob Lenaers*, für seine Verwaltung während der neun Jahre seiner Mandatsführung.

Dieser Letztere kann mit Stolz auf die vergangenen Jahre zurückblicken: Jede der Leitlinien seines politischen Berichts ist konkretisiert worden. *Rob Lenaers* gab seinem Nachfolger noch die folgende Nachricht mit: ‚Stimulieren und respektieren Sie den unerlässlichen Drang zur Innovation sowie die Kreativität und beharrliche Ausdauer, die das motivierte Team der Mitarbeiter des WTB so gut kennzeichnen‘.



Jacques Gheysens (rechts) beglückwünscht Rob Lenaers für seine Politik während dieser letzten neun Jahre.

Mit 12 Millionen Kubikmeter Beton, die 2007 auf der Baustelle zum Betonieren Einsatz fanden, ist Beton ein Baumaterial, dessen Erfolg unbestreitbar ist. Nichtsdestotrotz, dass dieses Material zahlreiche Qualitäten – mechanische Festigkeit, Feuerfestigkeit, thermische Trägheit, Schalldämmung etc. – aufweist, hat es doch auch einen bedeutenden Nachteil, an dem zahlreiche Forscher sich seit seiner Erfindung alle Mühe geben, um ihn zu beseitigen: seine Schwindung.



✍ *B. Parmentier, Ir., Leiter der Abteilung, Strukturen', WTB*
V. Pollet, Ir., Stellvertretender Leiter der Abteilung, Materialien, Technologie und Hülle', WTB
G. Zarmati, Ir., Forscher, Laboratorium, Strukturen', WTB

1 EINLEITUNG

Die Schwindung des Betons ist eine Volumenverformung, die durch physikalisch-chemische Phänomene zustande kommt, die mit der Hydratation der Zementpaste und der Trocknung in Zusammenhang stehen.

Dieses Phänomen verdient die erforderliche Beachtung, da es für diverse Pathologien an Betonbauwerken verantwortlich ist, wenn deren verhinderte Verformung nicht beherrscht wird. Man spricht in diesem Zusammenhang von verhinderter Schwindung und der Planer hat die schwierige Aufgabe, diese zu beherrschen, um jegliche Rissbildung oder übermäßige Verformung zu vermeiden, die für die Dauerhaftigkeit und die Leistungen des Bauwerks (Stabilität, Abdichtung etc.) schädlich sein können. So wie wir in diesem Artikel zeigen werden, kann auch der Auftragnehmer in gewissem Maße zur Einschränkung des vorliegenden Problems beitragen, das von vielen häufig als die Achillesferse von diesem Material betrachtet wird.

Der Eurocode 2 (NBN EN 1992-1-1) gestattet es, künftig den Gesamtschwindungswert des Betons vorherzusagen, einschließlich seiner spezifischen endogenen Komponente. Diese Anpassung war erforderlich, angesichts der Berücksichtigung von hochfestem Beton (> C50/60) in den Berechnungsverfahren. Da diese neue Norm bald die NBN B 15-002 ersetzen wird, erschien es uns nicht nur interessant, auf die Änderungen, die in den Vorhersagemodellen durchgeführt wurden (vor allem was die endogene Schwindung betrifft), sondern auch auf die Auswirkung der Ausführungsverfahren hinsichtlich der Beherrschung der verhinderten Schwindung aufmerksam zu machen.

Die verhinderte Betonschwindung

2 DIE BETONSCHWINDUNG

Die Gesamtschwindung eines Betonelements kann in zwei Hauptkomponenten zerlegt werden: die endogene Betonschwindung und die Trockenschwindung.

Die Trockenschwindung des Betons (auch als hydraulische Schwindung bezeichnet) ist eine Volumenverformung, die aus der Trocknung der Betonmasse resultiert. Das Wasser, das während der Hydratationsreaktionen nicht verwendet wird, verdampft aus dem Material als Funktion eines relativen Feuchtigkeitsunterschiedes gegenüber der Umgebungsluft.

Die endogene Betonschwindung (auch als chemische Schwindung bezeichnet) ist eine Verformung, die daraus resultiert, dass das Volumen der Hydratationsprodukte kleiner als das Volumen der vorhandenen Reagenzien ist.

Unabhängig davon, ob es sich um einen normalen Beton oder einen hochfesten Beton handelt, ist der Gesamtschwindungswert der Gleiche und beträgt ungefähr 600 µm/m. Jedoch ist der Anteil der endogenen Schwindung vollkommen verschieden, da er ungefähr 50 % für den hochfesten Beton, aber weniger als 10 % für den normalen Beton erreicht.

Neben der Schwindung, die beträchtliche Verformungen verursachen kann, gibt es noch sonstige Parameter, die einen Einfluss auf das Rissbildungsvermögen eines Betonbauwerkes haben können. Diese Eigenschaft wird gekennzeichnet durch die Verformbarkeit, die Zugfestigkeit, die Wärmeentwicklung während der exothermen Hydratationsreaktionen und die Fähigkeit, die Spannungen zu vermindern (durch Kriechen bei Zugbelastung).

2.1 VERHINDERTE SCHWINDUNG

Die Verformungen infolge der Schwindung sind nicht notwendigerweise negativ. Sie werden dies erst, sobald sie beeinträchtigt werden und folglich Zugspannungen erzeugen. Wenn diese Spannungen einen bestimmten Schwellwert, nahe der Zugspannung, überschreiten, können sie die Rissbildung des Betons und folglich Dauerhaftigkeits-, Dichtheits- oder ästhetische Probleme verursachen.

Die Rissbildung ist nicht nur abhängig von dem freien Schwindungsvermögen und dem



Rissbildung in einem industriellen Betonfußboden.

Rissbildungsvermögen des Betons, sondern auch von dem Grad der Beeinträchtigung und sonstigen Begleitbelastungen der Struktur.

2.2 BEHERRSCHUNG DER RISSBILDUNG

Um das Rissbildungsrisiko zu vermeiden, muss man beim Vorgehen auf folgende drei Aspekte achten:

- die Begrenzung der Betonschwindung
- die Begrenzung der Rissanfälligkeit oder deren Folgen
- das Vorsehen von Verformungsmöglichkeiten für das Bauwerk (oder bestimmten Teilen davon). ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstellen 'Eurocodes' und 'Beton, Mörtel und Zuschlagstoffe' verfasst (www.normes.be). In der vollständigen Fassung wird das neue Modell des Eurocode 2 im Detail besprochen und veranschaulicht werden und soll näher auf den Einfluss der Nachbehandlung und der Phasenplanung auf die Schwindung und die potenzielle Rissbildung von betonierten Bauwerken eingegangen werden.

Die Ergebnisse der Prüfkampagne in natürlicher Größe, die das WTB in Limelette an verschiedenen Typen von Erdankern ausgeführt hat, sollen zum Verfassen eines Anwendungsdokuments für die Ausführung, den Entwurf und die Prüfung von solchen Elementen in Belgien dienen.



✍ N. Huybrechts, Ir., Leiter der Abteilung 'Geotechnik', WTB

1 HINTERGRUND DES FORSCHUNGSPROGRAMMS

Erdanker werden in Belgien häufig für die architektonischen Bauwerke und die des Bauingenieurwesens genutzt, vor allem für die Verankerung von Stützmauern, Kaimauern und Konstruktionen, die einem hochsteigenden Wasserdruck ausgesetzt sind.

In der Vergangenheit integrierten die belgischen Auftraggeber, bei einem Mangel an NBN-Normen, nicht selten in ihren Vorschriften ausländische Entwurfs- und Prüfverfahren. Außerdem erschienen im Laufe der letzten 10 bis 15 Jahre diverse neue Systeme auf dem belgischen Markt, die außerhalb des Anwendungsbereiches der gegenwärtigen geotechnischen Normen fallen. Besondere Situationen, die in diesem Zusammenhang in Betracht gezogen werden können, sind jene, für die nicht alle Erdanker geprüft und/oder vorgespannt sind.

Infolge der europäischen Normierungsaktivitäten und der Ausarbeitung der belgischen Anwendungsdokumente für die Ausführung, den Entwurf und die Prüfung der geotechnischen Konstruktionen, hat das WTB, im Jahr 2004, ein Erdankerforschungsprogramm in Zusammenarbeit mit der K.U.Leuven, der UCL und dem Bausektor gestartet. Dieses Programm, das am Ende des vergangenen Jahres vollendet war, wurde vom FÖD Wirtschaft und dem Büro für Normung finanziert und von etwa



Abb. 1 Installation der Erdanker.

Prüfung von Erdankern

einem Dutzend spezialisierter Unternehmen unterstützt.

2 DIE WTB-PRÜFKAMPAGNE

Die Prüfkampagne im natürlichen Maßstab, die auf dem Versuchsgelände des WTB in Limelette ausgeführt wurde, bildete den Angelpunkt dieses Forschungsprojekts. Dabei wurden in drei Phasen von fünf spezialisierten Unternehmen mehr als 60 Erdanker installiert (siehe Abbildung 1). Dies betraf sowohl vertikale als auch geneigte Anker, die in den verschiedenen Erdschichten angebracht wurden, aus denen der Boden von Limelette besteht:

- Ton
- toniger Sand mit Silexsteinen
- tertiärer Sand (Bruxellian).

Die Auswahl der zu prüfenden Ankersysteme erfolgte im Einverständnis mit dem Sektor:

- Systeme, bei denen die Bohrung mit doppelten Stangen (*casing* + interne Stangen) ausgeführt wird und bei denen Stränge aus vorgespanntem Stahl als Armierungen genutzt werden
- Systeme, bei denen die Bohrung nur mit einem *casing* ausgeführt wird, dessen Ende mit einer verbreiterten verlorenen Spitze (mit unterschiedlichen Durchmessern) versehen ist und bei denen Stränge aus vorgespanntem Stahl als Armierungen genutzt werden
- Systeme, bei denen die Bohrung mit selbstbohrenden hohlen Stangen vom Typ *Dywidrill* und *Ischebeck* ausgeführt wird, und zwar mit Bohrköpfen unterschiedlichen Durchmessers.

Bei der Prüfkampagne wurde unter anderem die Art und Weise berücksichtigt, mit der die Ankerkapazität durch die Installationstechnik, das Prüfverfahren, die Abmessungen des Bohrmaterials und die Neigung beeinflusst werden kann.

Die Belastungsprüfungen wurden vom Laboratorium 'Geotechnik' des WTB ausgeführt, das auch die Instrumentierung der Erdanker mithilfe von speziell dazu entwickelten Techniken (unter anderem basierend auf der Lichtwellenleitertechnologie) sicherstellte.



NÜTZLICHE INFORMATIONEN

Was weitere Informationen zu dem Thema betrifft, wird auf die Einsicht der Website des TIS-Projektes 'Techniques spéciales de fondation' verwiesen (www.tis-sft.wtcb.be).



Abb. 2 Ausbaggern der Erdanker.

Im Juni 2007 wurden schließlich etwa dreißig Erdanker ausgegraben, wobei ein Erdvolumen von ungefähr 10.000 m³ verlagert wurde (siehe Abbildung 2). Diese Arbeiten lieferten einen bedeutenden Zusatznutzen für die Kampagne, denn sie gestatteten es, den Zusammenhang zwischen der Form und den Abmessungen der ausgebaggerten Zuganker einerseits und den Ausführungsparametern und Prüfergebnissen andererseits herzustellen.

3 VERÖFFENTLICHUNG DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der ersten zwei Phasen dieses Prüfprogramms wurden anlässlich des internationalen Symposiums *Ground Anchors* veröffentlicht, das am 14. Mai 2008 in Brüssel stattfand. Dieses Symposium, bei dem etwa 155 Teilnehmer anwesend waren, hat ein beachtliches internationales Interesse hervorgerufen.

Die Texte des Symposiums sind in Form von zwei Bänden in englischer Sprache erschienen, die schon von jetzt an auf der Website des WTB verfügbar sind (siehe Kasten). Die Ergebnisse der dritten Forschungsphase werden gegenwärtig noch in ihrer Gesamtheit analysiert und werden im Laufe des Jahres 2009 Gegenstand eines weiteren Bandes sein.

4 SCHLUSSFOLGERUNG

Die aus diesem umfangreichen Forschungsprogramm hervorgegangenen Lehren, sowie diverse Prüfdaten und bibliografische Studien, werden in einem Anwendungsdokument für die Ausführung, den Entwurf und die Prüfung von verschiedenen, auf Zug belasteten Elementtypen, wie beispielsweise Erdankern, Nägeln und (Mikro-)Pfählen, aufgenommen werden. Dieses Anwendungsdokument wird selbstverständlich in Absprache mit dem Sektor und in Übereinstimmung mit der europäischen Normierung ausgearbeitet werden. ■

Die Tragfähigkeit und die Stabilität des Überbaus des Olympiastadions von Athen werden von insgesamt 232 Abspannstahlseilen sichergestellt. Vier Jahre nach seiner Renovierung wird dieses Stadion einer zerstörungsfreien Prüfung unterworfen, mittels derer der Spannungszustand von jedem Abspannseil überprüft werden soll.



✍ *L. Vandenplas, Ir., Entwicklungsingenieur, FOS & S BVBA*
V. Whenham, Ir., Projektleiter, Laboratorium 'Geotechnik', WTB
Chr. Mertens, Ir., Projektleiter, Abteilung 'Akustik', WTB

1 ART DER STUDIE

Das Verfahren besteht darin, experimentell die Frequenz des Grundswingungsmodus von jedem einzelnen Seil zu bestimmen. Eine einfache Berechnung, die auf der Länge und dem Gewicht pro laufenden Meter des Seils beruht, ergibt dessen Spannungszustand. Auf der Grundlage der zeitlichen Entwicklung dieser jeweiligen Spannungen kann man außerdem den Zustand des Gebäudekomplexes und dessen Stabilität kontrollieren.

2 KONFRONTATION MIT DEM BEIM ENTWURF DES PROJEKTES VORGESEHENEN WERTEN

Wir haben die gegenwärtigen Spannungen mit den theoretischen Werten vergleichen können, die während des Entwurfs des Projektes berechnet wurden. Diese eingriffsfreie Überprüfung erwies sich für die Betreiber als beruhigend, angesichts dessen, dass sie wertvolle Informationen über den gegenwärtigen Zu-

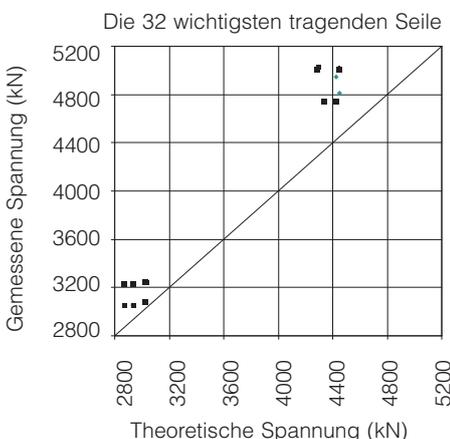


Abb. 2 Differenz zwischen der theoretischen und der wirklichen Spannung für die 32 wichtigsten tragenden Seile.

Das Olympiastadion von Athen: eingriffsfreie Überwachung von Strukturelementen im Einsatz



Abb. 1 Das 2004 renovierte Olympiastadion von Athen.

stand des Bauwerks und über die Entwicklung der Spannung bezüglich der Zeit lieferte.

Was die wichtigsten tragenden Seile betrifft (mit einem Durchmesser von 100 mm), gibt die Korrelationsgrafik (siehe Abbildung 2) eine Vorstellung von der Differenz zwischen den anfänglichen theoretischen Spannungen und den gegenwärtig festgestellten Spannungen: Die Diagonale weist auf eine optimale Übereinstimmung zwischen den theoretischen und den gemessenen Werten hin. So konnte gezeigt werden, dass die effektiven Spannungen 20 % größer als die theoretischen Spannungen sind.

Es stellt einen großen Vorteil dar, über die Zweckmäßigkeit zu verfügen, solche Prüfungen an den Strukturelementen im Einsatz durchführen zu können und zwar, aus drei Gründen:

- die Planer können ihre Berechnungen für die Dimensionierung bestätigen
- die gegenwärtigen Betreiber der Infrastrukturen können die Sicherheitsaspekte bewerten
- die Quantifizierung der Alterung nach vier Jahren, kombiniert mit einer lokalen und dauerhaften Ausrüstung lässt es zu, die mittelfristige Entwicklung zu bewerten.

3 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND PERSPEKTIVEN

Durch die Art dieser Prüfungen, die ihrer Natur nach eingriffsfrei und zerstörungsfrei sind, kann man die Entwicklung des Gesundheits-

zustandes der Struktur über die Zeit hinweg kontrollieren. Den lokalen Behörden obliegt es dabei, sich zwischen einem Kontrollintervall in der Größenordnung von einem Jahr oder sechs Monaten zu entscheiden.

Eine andere interessante Option besteht darin, mehrere Seile mit Wegmesssystemen (mittels faseroptischer Sensoren) auszustatten, die mit einer ständigen messtechnischen Überwachung versehen sind. Dadurch ist es möglich, auf rechnerische Weise eine mittel- und sogar langfristige Entwicklung fundiert zu ermitteln, und zwar, indem die Messungen der realisierten Prüfkampagnen zugrunde gelegt werden.

Der Entwurf und die Dimensionierung von Strukturelementen ist, definitionsgemäß, eine theoretische Arbeit, die nur selten überprüft wird, angesichts des Umstandes, dass dies in der letztendlichen Ausführungsphase schwer zu realisieren ist. Daher war es unser Ziel, allen Beteiligten (Architekt, Planungsbüro und Betreiber) ein zuverlässiges Tool für die Abnahme und Kontrolle des Zustandes der Struktur zur Verfügung zu stellen, einschließlich der sich wandelnden Strukturaspekte. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Die vollständige Fassung dieses Artikels können Sie bald auf unserer Website herunterladen.

Einbau von Solarpaneelen in Dächer

Das Interesse für Solaranlagen ist wie der zugehörige Markt in voller Expansion und wird es allen Erwartungen nach noch für eine bestimmte Zeit so bleiben. Diese rasch aufflammende Begeisterung betrifft nicht nur die kleinen, für Einzelhäuser bestimmten Anlagen, sondern auch zunehmend die Anlagen großen Umfangs für die Verwendung in der Industrie.



✍ P. Van den Bossche, Ing., Projektleiter, Abteilung ‚Energie und Klima‘, WTB
F. Dobbels, Ir.-Arch., Projektleiter, Abteilung ‚Energie und Klima‘, WTB

Bei der Rückgewinnung der Sonnenenergie in den Gebäuden werden zwei Ziele angestrebt:

- die Erwärmung von Brauchwasser mithilfe von Solarwassererwärmern
- die Elektrizitätserzeugung mittels eines photovoltaischen Systems, das am elektrischen Netz angeschlossen ist.

Da es sich hier noch um eine relativ neue Technik handelt, richten wir unsere Aufmerksamkeit, in diesem Artikel, auf eine bestimmte Anzahl von Aspekten, auf die Auftragnehmer von Dach- und Abdichtungsarbeiten beim Einbau solcher Systeme in neue oder bestehende Dächer achten müssen.

Auf sonstige Ausführungen, wie z.B. Fassadenmontagen oder freistehende Ausführungen, wird nicht eingegangen, ebenso nicht auf die Dimensionierung der Anlagen und deren Anschluss an die elektrische Anlage oder Sanitäranlage des Wohnhauses. Was diesen letzten Aspekt angeht, verweisen wir den Leser auf die hilfreiche Technische Information Nr. 212.

1 PLATZIERUNG DER PANEELN AUF DEM DACH

1.1 NEIGUNG UND ORIENTIERUNG

Um einen optimalen Wirkungsgrad zu erhalten, müssen die Solarpaneele (Solarkollektoren oder photovoltaische Zellen) der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden. Sie sind jedoch auch in der Lage, eine diffuse Sonnenstrahlung aufzunehmen. Es kommt diesbezüglich darauf an, sich für eine Verlegung zu entscheiden, die das ganze Jahr über einen maximalen Wirkungsgrad garantiert.

1.2 BESCHATTUNG

Der auf die Paneelen projizierte Schatten stört

deren Sonnenbestrahlung und reduziert folglich deren Wirkungsgrad.

Obwohl eine leichte Beschattung meistens nur eine geringe Auswirkung auf die Leistungen der Wärmekollektoren hat, sind die photovoltaischen Zellen in dieser Hinsicht sehr empfindlich, da der Wirkungsgradverlust manchmal im Verhältnis sehr viel deutlicher ausgeprägt ist als man sich das vorstellen könnte.

2 POSITION DER PANEELN BEZUGEN AUF DIE DACHFLÄCHE

2.1 EINBAU VON SOLARPANEELN

Bei geneigten Dächern können die Solarpaneele sowohl auf der Dachdeckung überlagert angebracht (siehe Abbildung 1), als auch darin eingebaut werden. In diesem letzteren Fall übernehmen sie auch die Rolle der Dachdeckung (Abbildung 2).

Auf Flachdächern sind die Solarmodule im Allgemeinen in einem Metallrahmen platziert, der die richtige Neigung und Orientierung aufweist (siehe Abbildung 3, S. 7). Dieser Rahmen lässt sich auf verschiedene Weise auf dem Dach befestigen. So kann er beispielsweise durch die Abdichtung hindurch in der darunter liegenden Struktur verankert werden. Um die Unversehrtheit der Abdichtung zu bewahren, muss man – unabhängig von der gewählten Montagetechnik – einige spezifische Gegebenheiten berücksichtigen.

2.2 BELÜFTUNG DER FOTOVOLTAISCHEN PANEELN

Die Leistungen der photovoltaischen Paneelen

variieren auch in Abhängigkeit der Zellentemperatur, wobei eine höhere Temperatur die Leistung vermindert. So wird der Wirkungsgrad positiv beeinflusst, wenn die Rückseite der Paneelen gut belüftet ist, was bei einem Einbau auf Flachdächern gewöhnlich der Fall ist (siehe Abbildung 3).

Falls die Paneelen parallel zur Dachneigung angebracht wurden, kann der Wirkungsgrad dagegen 2 bis 5 % niedriger liegen.

3 MONTAGE DER PANEELN

3.1 AUFRETENDE KRÄFTE

Die Solarpaneele üben verschiedene Kräfte auf die Dachkonstruktion aus. Zuallererst ist das – gewöhnlich keinen nennenswerten Beitrag ausmachende – Eigengewicht der Paneelen selbst zu berücksichtigen. Eine zusätzliche Belastung in Form eines Druckes repräsentiert der Wind. Bei der Ermittlung des ausgeübten Winddruckes muss man die Höhe des Gebäudes und die Geländefaktoren berücksichtigen, wobei ein beachtlicher Unterschied spürbar ist zwischen dem auf einer offenen Fläche an der Küste gelegenen Einbauort und dem in einer stark verstäderten Region.

Die Winddruckkoeffizienten werden weitgehend durch die folgenden Parameter beeinflusst:

- die Neigung des Daches und der Paneelen
- dem Ort der Paneelen in Bezug auf die Dachränder
- dem Abstand der Paneelen bis zum Dach
- dem Grad des Ausgesetztseins der Paneelenrückseite
- die Nähe von Windhindernissen (z.B. Dachgauben oder Schornsteine).



Abb. 1 Befestigung von photovoltaischen Paneelen auf einem geneigten Dach.



Abb. 2 Einbau von Solarkollektoren in ein Schrägdach.



Abb. 3 Der Wirkungsgrad der Anlage lässt sich durch eine gute Belüftung der Rückseite steigern.

Nach der Berechnung der lotrecht zu den Paneelen wirkenden Gesamtwindkraft wird diese in Druck-, Zug- oder Scherkräfte zerlegt, die von der Dachbefestigung aufgenommen werden müssen. Wenn man einen Ballast als Gegengewicht für die Windbelastung auf einem Flachdach verwendet, übt dieser ebenfalls eine zusätzliche Belastung auf die Tragkonstruktion aus.

3.2 VORGEGEBENE ANFORDERUNGEN AN DIE TRAGKONSTRUKTION UND DIE VERANKERUNG

Die Tragkonstruktion muss ausreichend stark sein, um den Belastungen standzuhalten, die sich durch die Anwesenheit der Solarpaneelen ergeben.

Da die an den Paneelen angreifende Windkraft relativ groß sein kann, müssen diese an der Tragkonstruktion des Gebäudes solide verankert sein. Um die korrekte Dimensionierung der Befestigung der Paneelen an der Tragkonstruktion zu ermöglichen, muss man demzufolge erst zu einer genauen Bestimmung der Windlast übergehen, und zwar unter Berücksichtigung der im § 3.1 angeführten Parameter.

Bei geneigten Dächern werden die Paneelen gewöhnlich mithilfe von Metallankern mit einer ausreichenden Ausreißfestigkeit an den Pfetten oder den Hauptsparren befestigt.

Auf Flachdächern werden die Solarpaneelen durch einen Ballast an ihrem Ort gehalten oder indem sie (zum Beispiel mithilfe von Metallprofilen) durch die Dichtungsmembran hindurch an der Tragkonstruktion verankert werden. Für die Wahl zugunsten des Ballasts oder der Verankerung ist die Tragfähigkeit des Daches mit ausschlaggebend (leichte oder massive Konstruktion).

Wenn man sich für den Ballast entscheidet, muss stets darauf geachtet werden, dass die Dachabdichtung unversehrt erhalten bleibt

und dass die Druckfestigkeit der darunterliegenden Dämmung ausreichend ist, so dass eine jegliche unzulässige Verformung des Dachuntergrundes vermieden wird. Bei einer Befestigung auf einem Flachdach muss man auch dafür sorgen, dass die Dichtungsmembran nicht beschädigt wird.

Um die Wärmedehnung des Metallrahmens zuzulassen, werden die Solarpaneelen mittels Schiebeerankerungen auf dem Untergrund befestigt, und zwar sowohl in der Längs- als auch der Querrichtung. Der Anschluss der Paneelen an die Anlage erfolgt wiederum mithilfe von flexiblen Leitungen (oder Teilen), so dass eventuelle Verformungen der Paneelen oder der Tragkonstruktion keine Schäden verursachen können.

3.3 ANSCHLUSSDETAILS

Um die Befestigung der Paneelen und die Durchführung der eventuellen Leitungen und Kabel ins Gebäudeinnere zu ermöglichen, muss der Dachaufbau an einer Reihe von Stellen durchbohrt werden. Es ist selbstverständlich, dass jedes der durchbohrten Wandteile mit einer korrekten Abdichtung zu versehen ist.

Bei geneigten Dächern mit eingebauten Solarpaneelen muss man die Wasserdichtheit nicht nur zwischen den Paneelen und der Dachdeckung sicherstellen, sondern auch in Höhe der Befestigungshaken (und eventuellen Leitungen). Schließlich müssen auch die Wasser- und Winddichtheit in Höhe des Unterdaches, die Durchgängigkeit der Dämmschicht und die Unversehrtheit der Luftdichtheitsbarriere über die gesamte Dachfläche hinweg gewährleistet werden.

Bei Flachdächern muss man nicht nur die oben erwähnten Punkte berücksichtigen, sondern auch darauf achten, dass die Wirkung von Wärmebrücken, die entstanden sind, indem eventuelle Metallprofile durch das Dämmpaket hindurchgehen, minimiert wird.

3.4 BRANDSCHUTZ

Solkollektoren müssen so montiert werden, dass ihre Oberflächentemperatur keinen zu hohen Wert annimmt. Denn anderenfalls hat dies bedeutende Energieverluste zur Folge und es kann sogar eine Brandgefahr entstehen (vor allem auf Strohdächern). Es ist daher nicht überflüssig, die Paneelen und deren Anschlüsse an die Anlagen des Gebäudes (z.B. die Leitungen, die die Solarkollektoren mit dem Boiler verbinden) ausreichend zu isolieren.

Fotovoltaische Paneelen auf Dächern sind, was den Blitzschlag angeht, sehr anfällig. Wegen deren Verbindung mit der gesamten Elektroinstallation des Gebäudes, bleibt außerdem der angerichtete Schaden häufig nicht auf die Paneelen alleine beschränkt. Die Installation eines Blitzableiters ist darum, insbesondere bei Anlagen von mehr als 10 kWp (Kilowatt bei Vollast), zu empfehlen und außerdem ist das Vorsehen eines wirksamen Schutzes für die interne elektrische Anlage selbst empfehlenswert.

3.5 ARBEITSSICHERHEIT

Auch bei relativ kleinen Arbeiten, wie der Montage von Solarpaneelen auf dem Dach von Privatwohnungen, müssen die geltenden Sicherheitsregeln gewissenhaft eingehalten werden. Wir verweisen diesbezüglich auf die vom CNAC vorgesehenen Vorschriften.

4 SCHLUSSFOLGERUNG

Obwohl der Einbau von Solarpaneelen in Belgien einen spektakulären Aufschwung verzeichnet hat, bleibt er eine sehr spezialisierte Arbeitsaufgabe, bei der nicht nur die Sachkenntnis des Auftragnehmers, der die Paneelen auf dem Dach installieren muss, benötigt wird, sondern auch die der Personen, die für die technische Installation (Elektroanlage/Heizung) verantwortlich sind.

Um die verschiedenen Beteiligten besser über die Aspekte zu informieren, die zur Vermeidung von eventuellen Schadenfällen zu berücksichtigen sind, wird das WTB bald mehrere Artikel publizieren, die im Detail auf die verschiedenen vorstehend angesprochenen Punkte eingehen werden. ■



NÜTZLICHE INFORMATIONEN

Das Zentrum Quest strebt die Qualitätserhöhung von kleinen Anlagen, die erneuerbare Energien anwenden, an und schlägt zu diesem Zweck den Aufbau eines freiwilligen Qualitätssystems vor. Für weitere Detailinformationen verweisen wir auf die Website www.questforquality.be.

Nach der Publikation der TIs 230, 232 und 233, die als Referenzdokumente für den Innenausbausektor betrachtet werden können, hat das WTB eine Arbeitsgruppe gegründet, die mit dem Verfassen von technischen Merkblättern, die die Durchführungen von feuerfesten Wänden betreffen, beauftragt wurde. Ziel dieser Merkblätter ist es, das ministerielle Rundschreiben zu diesem Thema zu ergänzen, da darin nicht alle in der Praxis anzutreffenden Situationen abgedeckt sind.



✍ Y. Martin, Ir., Stellvertretender Leiter der Abteilung ‚Materialien‘, WTB
S. Eeckhout, Ing., Hauptberater, Abteilung ‚Technische Gutachten‘, WTB

DIE PROBLEMATIK

Zur Gewährleistung der Feuerfestigkeit ist es notwendig, dass alle unvermeidlichen Durchführungen einer Wand korrekt abgedichtet werden, denn anderenfalls hätte das Vorsehen einer Wand mit Feuerbeständigkeitsleistungen nicht viel Sinn. Wenn eine Wand feuerbeständig ausgeführt sein muss, dann gilt dies auch für die zugehörigen Durchführungen.

Der derzeitige Mangel an eindeutigen praktischen Richtlinien für die korrekte Ausführung von brandsicheren Durchführungen hat eine Anzahl von wichtigen Auswirkungen für die Person, die für deren Abdichtung verantwortlich ist. Denn diese wird bei der Erstellung des Preisangebotes und streng genommen bei der eigentlichen Ausführung mit zahlreichen Ungenauigkeiten und unterschiedlichen Auslegungen konfrontiert, was schwerwiegende Reklamationen auf der Baustelle sowie hohe Instandsetzungskosten mit sich bringen kann.

DIE TECHNISCHEN MERKBLÄTTER

Ziel der oben erwähnten technischen Merkblätter ist es, einerseits die Auftraggeber anzusprechen, den Durchbrüchen der feuerfesten Wände ab der Entwurfsphase eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken und andererseits den Installateuren praktische Einbauempfehlungen für deren gute Ausführung zur Verfügung zu stellen. Denn eine korrekte Abdichtung ist für die Gewährleistung der Feuerfestigkeit der Wände *in situ* wesentlich.

Um die verschiedenen, in der Praxis anzutreffenden Situationen abzudecken, wird die WTB-Arbeitsgruppe eine große Anzahl von technischen Merkblättern verfassen, die nach Verstreichen einer Frist in einer TI gebündelt



Abb. 1 Die Abdichtung eines Rohres mit einem Schaum ohne Brandleistungen hat nur wenig Sinn, da die Feuerfestigkeit nicht gewährleistet werden kann.

werden. Darin soll unter anderem auf die folgenden Aspekte eingegangen werden:

- die Art der Leitung (Material, Durchmesser, Typ) oder den Typ der Schwächung (Kabel, Leitungen, Steckdosen, Schalter, ...)
- die Eigenschaften der Wand (vertikal oder horizontal, Typ der Feuerfestigkeit, Dauer)
- das Abdichtmittel (Einbau- oder Anbaumuffe, Mantelrohr, einfaches Verschließen mit Steinwolle, Schaum, Kitt, ...).

Außerdem sollen die Merkblätter eine Übersicht geben von den verschiedenen Regeln, die für die brandsichere Abdichtung von Durchführungen durch feuerfeste Wände einzuhalten sind. Es kann sich dabei sowohl um Einbauvorschriften als auch um prinzipielle Lösungen handeln, die allerdings noch durch einen Prüfbericht bestätigt werden müssen. Die Bearbeitungsweise der Abdichtung muss in dem Fall in Übereinstimmung sein mit dem Anwendungsbereich der Prüfung. Ferner möchten wir darauf hinweisen, dass der Installateur stets verpflichtet ist, die Einbauvorschriften des Herstellers zu befolgen. Der Hersteller muss seinerseits sicherstellen, dass der Installateur jederzeit über den Prüfbericht verfügen kann.

DAS ERSTE MERKBLATT WIRD BALD VERFÜGBAR SEIN

Das erste technische Merkblatt ist inzwischen fertiggestellt worden. Es muss als ein allgemeines Merkblatt betrachtet werden, das die wichtigsten Ausdrücke festlegt, die in den übrigen praktischen Merkblättern verwendet werden sollen. Es erwähnt ebenfalls die

geltenden Anforderungen in den belgischen Rechtsvorschriften (siehe Abbildung 2). Angesichts dessen, dass die Merkblätter für die belgische Praxis bestimmt sind, stützen sie sich in hohem Maße auf die Ausgangspunkte des ministeriellen Rundschreibens zu diesem Thema. ■

 www.wtb.be
LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

In der langen Fassung dieses Artikels werden die Anforderungen aus den derzeitigen belgischen Rechtsvorschriften im Detail besprochen werden.

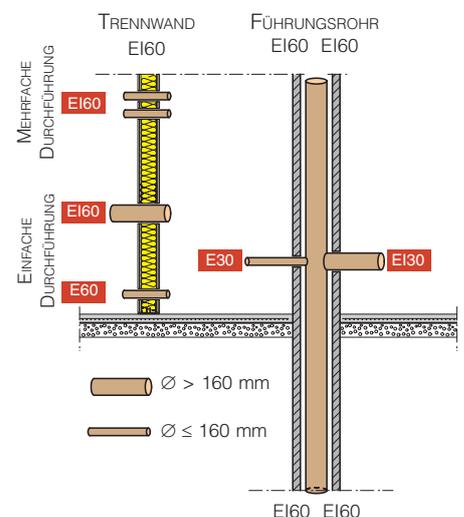
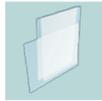


Abb. 2 Die derzeitigen geltenden Anforderungen in Bezug auf die Durchbrüche in feuerfesten Wänden.

Gegenwärtig wird innerhalb des WTB an einer TI gearbeitet, deren Gegenstand besondere Bauwerke aus Glas sind. In einem ersten Band stehen die Entwurfs- und Ausführungsregeln im Mittelpunkt, die für strukturelle Anwendungen, wie z.B. Aquarien und verglaste Beckenwände sowie Fußbodenplatten und Treppenstufen, die schon im WTB-Kontakt und in Les Dossiers du CSTC Nr. 4/2008 zur Sprache kamen, zu beachten sind.



✍ V. Detremmerie, Ir., Projektleiter, Laboratorium ‚Dach- und Fassadenelemente‘, Technologischer Berater (*), WTB
G. Zarmati, Ir., Forscher, Laboratorium ‚Strukturen‘, WTB

1 EIN WENIG TERMINOLOGIE

Unter dem Ausdruck ‚Aquarien‘ versteht man ‚Möbel‘, die gewöhnlich für einen häuslichen Gebrauch bestimmt und der Form nach parallelepipedisch sind, sowie im Allgemeinen kleine Abmessungen haben, mobil sind und eine begrenzte Wasserhöhe aufweisen (Abbildung 1). Die Seitenwände und der Boden sind meistens aus Glas aufgebaut und werden mit einem dazu vorgesehenen Kitt abgedichtet. Dieses gesamte Gebilde wird manchmal mithilfe eines elastischen Kitts in ein Metallgestell eingebaut.

Unter dem Ausdruck ‚verglaste Beckenwand‘, versteht man jede Verglasung, die einem hydrostatischen Druck ausgesetzt und in einem Bauwerk oder einer Beckenwand mit größeren Abmessungen, wie z.B. Schwimmbad, Delphinarium, Wasserbehälter etc., enthalten ist. Diese in einen Falz eingelegten Ausführungen können bedeutende Abmessungen haben und/oder starken Wasserdrücken ausgesetzt sein. Sie sind in der Regel der Öffentlichkeit zugänglich (Abbildung 2). Die Wände von großen, festen Aquarien können zu dieser Kategorie gerechnet werden.

2 LEISTUNGEN

Aquarien und verglaste Beckenwände müssen eine solche Dicke und solche Eigenschaften aufweisen, dass sie die folgenden Belastungen aufnehmen können:

- die statischen, durch den Wasserdruck bedingten Belastungen
- das Eigengewicht, wenn die betrachtete Verglasung nicht vertikal ist

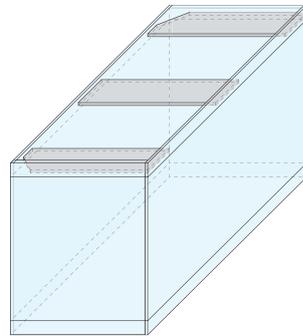


Abb. 1 Beispiel eines Aquariums.

- für Außenanwendungen: die klimatischen Belastungen.

Für Aquarienwände (im Wesentlichen aus Einfachglas aufgebaut) wird empfohlen, die Durchbiegung auf $L/300$ zu beschränken. Für verglaste Beckenwände (hauptsächlich aus Verbundsicherheitsglas) muss die Durchbiegung auf $L/500$ beschränkt werden. Die Durchbiegung darf in beiden Fällen dennoch 5 mm nicht überschreiten. Für Aquarien mit sehr großen Abmessungen kann diese jeweilige Durchbiegung manchmal beachtliche Werte annehmen. Dies lässt sich vermeiden, indem man horizontale Längsaussteifungen aus Glas oder ein Metallgestell vorsieht.

Je nach Nutzung des Beckens und somit der chemischen Beschaffenheit des Wassers, ist auf die Vereinbarkeit der Materialien (Glas, Kitt etc.) zu achten, die mit diesem in Berührung kommen, und zwar in Bezug auf die mechanischen Leistungen, die Dauerhaftigkeit, aber auch der Nichttoxizität (Überleben der im Wasser vorhandenen Fauna und Flora).

Auch die Sicherheit der Personen, die sich (auf der Außenseite) vor einer verglasten Beckenwand befinden, und der Anwender, die sich auf der Innenseite (also im Wasser) befinden, muss gewährleistet sein. Diese Forderung, die vor allem mit den Ausführungsdetails zwischen der verglasten Wand und der angrenzenden Wand auf der Innenseite im Zusammenhang steht, hat unter anderem zum Ziel, Verletzungen durch Berührung zu verhindern. Da Aquarien kleiner sind und im Wesentlichen aus gekühltem Einfachglas aufgebaut sind, müssen alle Vorkehrungen getroffen werden, um Stöße und Verletzungsgefahren durch Berührung an den Ecken des Bauwerkes zu vermeiden.

Verglaste Beckenwände und Aquarien

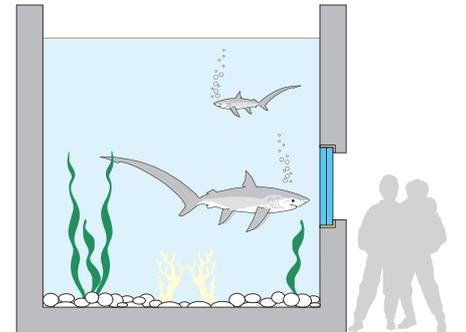


Abb. 2 Beispiel eines Beckens.

Gegenstände, wie z.B. Kieselsteine und andere dekorative Elemente, müssen vorsichtig auf den Boden des Aquariums gelegt werden.

Im Laufe der Zeit können Kratzer auf den Wänden der Aquarien und auf den verglasten Beckenwänden entstehen, und dies sowohl an der Innenseite (Kontakt mit den Tieren, dem Sand oder den Kieselsteinen, die sich auf dem Boden des Aquariums oder dem Becken befinden), als auch auf der Außenseite (bedingt durch die Bewegungen der Öffentlichkeit). Diese Kratzer können als solche viele Ausgangspunkte für Brüche des Glases bilden und sind außerdem für die Sichtbarkeit durch das Element hindurch nachteilig.

3 VERGLASTE BECKENWÄNDE

3.1 WAHL DER GLASERZEUGNISSE

Aus Sicherheits- und Stabilitätsgründen nutzt man für die Ausführung von verglasten Beckenwänden gewöhnlich Verbundsicherheitsglas. Meistens handelt sich um Zwei- oder Mehrschichtenglas, dessen Glastafeln, gleicher Dicke, durch mindestens zwei Filme aus Polyvinylbutyral (PVB) von 0,38 mm Dicke getrennt sind.

Die Glastafeln des Verbundsicherheitsglases sind gewöhnlich aus klarem gekühltem Glas aufgebaut. Wenn man größere Flächen realisieren möchte, kann man halbgehärtete oder gehärtete Komponenten einsetzen, sofern die Durchbiegung der verglasten Wand begrenzt bleibt. In diesem Fall ist es empfehlenswert, den Hersteller zurate zu ziehen.

Bei der Verwendung von Verbundsicherheitsglas muss man besondere Vorkehrungen treffen, um eine Beschädigung der Zwischenschicht zu vermeiden, die beispielsweise bei

(*) Technologischer Beratungsdienst ‚Le verre dans le bâtiment‘ (Glas in Gebäuden), bezuschusst von der Wallonischen Region.

Kontakt mit Wasser, mit bestimmten Dichtungskitten oder mit sonstigen unvereinbaren Materialien (Keile etc.) eintreten könnte.

3.2 DIMENSIONIERUNG

Genauso wie bei Fußbodenplatten und Treppentufen beruht die Dimensionierung von verglasten Beckenwänden auf dem Normentwurf prEN 13474-3 (Glasfestigkeit) und dem Eurocode 1, Teil 1-1 (ständige Einwirkungen). Anhand dieser zwei Normen haben wir eine Reihe von Tabellen erstellt, in denen die zu verwendenden Dicken des Verbundsicherheitsglases (mit einem PVB) aufgenommen sind, und zwar für die vertikalen verglasten Beckenwände auf vier Auflagern. Dies erfolgte sowohl für zweischichtiges als auch für dreischichtiges Glas, jeweils für die angegebenen Tiefen (Abbildung 3).

3.3 AUSFÜHRUNG

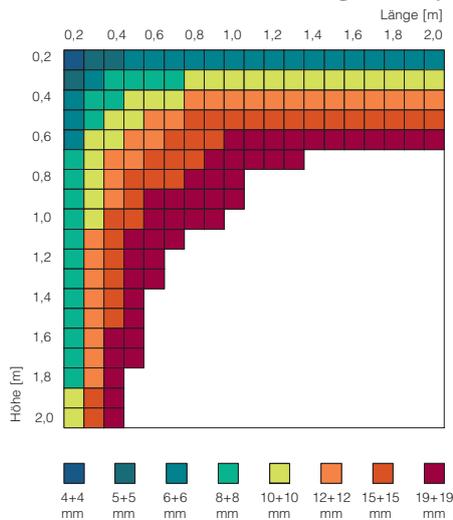
Die Verglasungen müssen auf der Innenseite des Beckens so in einen Falz montiert werden, dass der Wasserdruck sie dort an Ort und Stelle hält. Der Falz, dessen Höhe mindestens gleich dem 1,5-fachen der Dicke der Verglasung ist, darf keine Ebenheitsabweichungen von mehr als 2 mm über die Länge der Verglasung aufweisen. Es ist ratsam, bei der Montage der vertikalen Verglasungen so vorzugehen, dass man sie 5° nach außen geneigt einbaut, um sie, wenn das Becken leer ist, an Ort und Stelle zu halten.

Die Kanten der Verglasungen werden abgeschrägt oder abgeschliffen (eben polierte Kanten), so dass jegliche Gefahr in Bezug auf Verletzung und Spannungskonzentration (Ausgangspunkte für Brüche) beseitigt wird.

Um jeden Kontakt zwischen dem Rohbau und der Verglasung zu vermeiden, muss diese Letztere auf zwei Stützkeilen platziert werden. Die Verteilung des Zwischenraumes und die Übertragung der Lasten wird durch ein durchgehendes Band aus EPDM mit einer Härte DIDC 70 oder einem gleichwertigen Produkt sichergestellt, das mit dem verwendeten Kitt vereinbar ist.

Die Abdichtung erfolgt mithilfe eines Kittes, der mit dem Wasser, mit dem er in Kontakt kommen wird und mit der Zwischenschicht des Verbundsicherheitsglases verträglich ist. Der Kitt muss außerdem für die Nutzer des Beckens neutral sein. Die Dicke und die Tiefe des Dichtungskittes müssen mindestens 6 mm betragen. Der Falzboden muss so drainiert werden, dass es nicht zu einer Beschädigung der Zwischenschicht der Verbundverglasung kommen kann. Den Falz sollte man mit einem Rückgewinnungskanal für das eventuelle Kondenswasser versehen.

Abb. 3 Dimensionierungstabelle für eine verglaste Beckenwand (Oberkante auf 1 m Tiefe, zweischichtiges Glas).



Die Struktur muss korrosionsbeständig und ausreichend steif sein, damit deren Verformungen unter dem hydrostatischen Betriebsdruck kleiner sind als 1/500 ihrer Spannweite.

4 AQUARIEN

4.1 WAHL DER GLASERZEUGNISSE

Für Aquarien verwendet man in der Regel eine Verglasung aus gekühltem Einfachglas. Im Falle eines geklebten Aquariums, das vollständig aus Glas aufgebaut ist, muss die Glasdicke mindestens 4 mm betragen, damit man über eine ausreichende Verklebungsfläche verfügt. Bei Verwendung von Hartglas ist es ratsam, eine zusätzliche Behandlung (den sogenannten *heat soak test*) auszuführen, um Glastypen mit einer Gefahr des spontanen Bruches zu vermeiden.

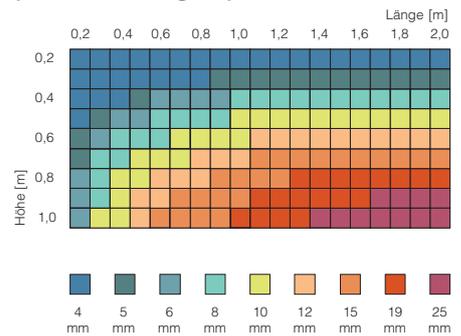
Hinsichtlich des Verbundsicherheitsglases wird dagegen wärmstens empfohlen, es in ein Rahmen- oder Einfassungssystem einzubauen. Außerdem müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, so dass eine Beschädigung der Zwischenschicht ausgeschlossen wird (vgl. § 3.1).

4.2 DIMENSIONIERUNG

Die Dimensionierung der Verglasung eines Aquariums erfolgt so wie bei den verglasten Beckenwänden. Trotzdem können angesichts dessen, dass die Aquarien nicht die gleichen Sicherheitsniveaus wie die Letzteren erfordern, der partielle Koeffizient auf die bleibenden Belastungen und die maximale Durchbiegung verringert werden.

Es wurden Dimensionierungstabellen erstellt, um die Dicke der verschiedenen Aquariumwände einfach ermitteln zu können (Abbildung 4).

Abb. 4 Dimensionierungstabelle für eine vertikale Wand eines Aquariums (mit vier Auflagern).



4.3 AUSFÜHRUNG

Die Wände eines Aquariums, das vollständig aus Glas aufgebaut ist, können in ein Metallgestell montiert werden oder, für kleinere Aquarien, mit einem Kitt abgedichtet werden. In diesem letzteren Fall geht man nach der korrekten Dimensionierung des Aquariums über zum Zuschnitt der verschiedenen Verglasungen, und zwar unter Berücksichtigung ihrer Montagereihenfolge. Die Schnittflächen müssen lotrecht auf der Glasoberfläche stehen. Kratzer und Riefen sind zu vermeiden. Man verwendet vorzugsweise Glasscheiben, deren Kanten abgeschliffen, aber nicht abschrägt sind.

Das Verfahren für die Verklebung des Glases hängt unter anderem von dem Montageverfahren ab. Die Dauer der vollständigen Polymerisation ist abhängig vom Produkttyp, den Anwendungsbedingungen und der Größe des Aquariums. Der Kitt erfüllt nicht nur eine mechanische Funktion, sondern auch eine Abdichtungsfunktion. Bevor der Kitt angebracht wird, muss das Glas einwandfrei gereinigt und entfettet werden. Die Verwendung eines Grundiermittels ist nicht erforderlich.

5 SCHLUSSFOLGERUNG

Glas wird immer häufiger in besonderen, strukturellen Anwendungen eingesetzt. Weil es bis heute keine Anleitung für den guten Entwurf und die korrekte Ausführung von solchen Bauwerken gibt, soll die TI 'Ouvrages particuliers en verre', die auf Initiative des Technischen Komitees 'Verglasung' hin verfasst wird und eine Ergänzung zu den TIs 214 und 221 bildet, diese Lücke auffüllen. ■

 www.wtb.be
LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Dieser Artikel, dessen vollständige Fassung bald auf unserer Website erscheinen wird, wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle 'Eurocodes' verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird (www.normes.be).

W Weil diese Technik zahlreiche Perspektiven auf dem Gebiet der Verbesserung der Energieleistungen (sowohl für Neubauten als auch für zu renovierende Gebäude) zu bieten hat, verzeichnen die ETICS (Außenputzsysteme auf einem Dämmstoff) gegenwärtig einen zunehmenden Erfolg.



✍ C. Boes, Ex-WTB
Y. Grégoire, Ir.-Arch., Stellvertretender
Leiter der Abteilung ‚Materialien‘, WTB

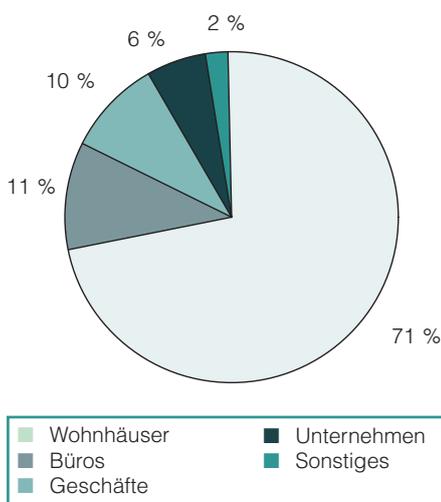
1 DIE UMFRAGE

Um ein besseres Bild von diesem Markt innerhalb des Putzsektors zu bekommen, wurde 2006 eine Umfrage an etwa tausend Unternehmen gesendet.

Auf der Grundlage der vollständig ausgefüllten Umfrageformulare, die wir als Antworten erhielten, konnten wir eine repräsentative Analyse des Sektors der Außenputze auf einem Dämmstoff durchführen und Informationen über die Probleme und die Schäden erhalten, die während und nach der Ausführung aufgetreten sind. In diesem Artikel werden die wichtigsten Ergebnisse davon dargelegt.

2 ALLGEMEINE ANGABEN

Die auf unsere Umfrage hin erteilten Antworten repräsentieren eine insgesamt ausgeführte Fläche zwischen 53.000 und 183.000 m² pro Jahr. Weil die in unserem Land im Jahr 2006



Ausgeführte Fläche pro Bautyp (%/Jahr), gewichtet bezüglich des Marktanteils des Unternehmens.

Die ETICS im Detail

ETICS UND DIE PEB

ETICS werden im Zusammenhang der PEB häufig als eine geeignete Lösung betrachtet, sofern auch die folgenden Randbedingungen erfüllt werden, d.h.:

- ein angepasster Entwurf und angepasste Vorschriften (Planer/Architekt)
- ein bewährtes System (Lieferant/Produzent) (die Liste mit Systemen, die über eine ATG verfügen, ist auf der UBAtc-Website aufgeführt: www.ubatc.be)
- eine korrekte Ausführung der Arbeiten und insbesondere der technischen Details (Auftragnehmer)
- eine geeignete Unterhaltung nach der Ausführung der Arbeiten (Auftraggeber).

Obwohl die Anzahl der Realisationen, die mithilfe dieser Technik verwirklicht wurde, steil ansteigt, stellt man fest, dass im Sektor gegenwärtig ein Mangel herrscht an potenziellen Auftragnehmern. Außerdem sind die Raumordnungsvorschriften nicht immer in Übereinstimmung mit den derzeitigen und zukünftigen Herausforderungen auf dem Gebiet der Energie.

ausgeführte ETICS-Fläche zwischen 200.000 und 300.000 m²/Jahr lag (2008 wurde diese Zahl auf 500.000 m²/Jahr veranschlagt), schätzt man, dass die Antworten der Umfrage für die Realität der belgischen Baustellen repräsentativ sind.

Die Umfrage hat gezeigt, dass die Baustellen auf denen 200 m² Putz auf Dämmstoff zur Anwendung kamen, den größten Teil des Marktes repräsentieren. Wenn man diese Zahlenangabe mit den verschiedenen Bautypen vergleicht, stellt man fest, dass diese Fläche hauptsächlich mit den Wohnhäusern übereinstimmt (71 % des Marktes). Die anderen Bautypen sind Büros, Geschäfte und Unternehmen.

Aus den Daten lässt sich ableiten, dass die ETICS zu gleichen Teilen für die Neubauten (unter Einschluss von Erweiterungsarbeiten) und die Renovierungs-/Restaurationsarbeiten Anwendung finden.

3 WAHL DER FASSADENTECHNIK UND DER VERWENDETEN SYSTEME

Der meist genutzte Untergrund ist das Ziegelmauerwerk (ungefähr 75 % des Marktes).

Die Gründe, die für die Wahl ausschlaggebend sind, sind einerseits ästhetischer und andererseits technischer Natur. Was die technischen Gründe betrifft, wird vor allem der thermische Vorteil angeführt, den der Dämmstoff bietet und der Umstand, dass der Untergrund in schlechtem Zustand war oder renoviert werden musste.

80 % der Unternehmen entschieden sich für ein System mit expandiertem Polystyrol.

Anhand dieser Umfrage hat sich ansonsten gezeigt, dass diese Systeme am meisten verwendet werden und sie in der Regel eine sogenannte synthetische Endbearbeitung (*) erhalten. Systeme mit Mineralwolle und/oder einer mineralischen Endbearbeitung werden nur von einer Minderheit von Unternehmen angewendet.

4 PROBLEME WÄHREND DER AUSFÜHRUNG UND EVENTUELLE SCHÄDEN

Die Umfrage brachte ans Licht, dass eine kleine Mehrheit der Unternehmen während der Ausführung von ETICS schon mit Problemen konfrontiert wurde. Diese Probleme sind hauptsächlich den Anschlüssen, dem Untergrund und den klimatischen Bedingungen zuzuschreiben. Es wurde ferner erwähnt, dass der Entwurf und die Details nicht immer mit der Technik vereinbar waren.

Die festgestellten Schäden (Risse, Ablösungen, Verschmutzungen) entstehen im Allgemeinen einige Monate bis einige Jahre nach der Ausführung. Eine Anzahl Unternehmen meldete anlässlich der Verwendung eines spezifischen Systems wiederholt auftretende Probleme. ■



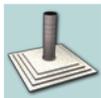
www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC NR. 2/2009

Was weitere Informationen zu dem Thema betrifft, wird auf die Einsicht der langen Fassung dieses Artikels sowie die des Infomerkblatts Nr. 37 verwiesen (beide sind auf unserer Website verfügbar).

(*) In einer späteren Publikation wird auf die verschiedenen Putz- und Systemtypen, die auf dem Markt verfügbar sind, näher eingegangen.

Die Technische Information 228 ‚Naturstein‘, die vor drei Jahren erschien und die erste TI war, die in Form einer Datenbank veröffentlicht wurde, muss an die Vorschriften der neuen europäischen Normen angepasst werden, und zwar vor allem was die Bewertung der Frostbeständigkeit betrifft. Momentan sind etwa zwanzig technische Merkblätter in Vorbereitung und werden bald die bestehende Sammlung ergänzen.



✍ D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums ‚Mineralogie und Mikrostruktur‘ und F. de Barquin, Ir., Leiter der Abteilung ‚Materialien, Technologie und Hülle‘, WTB

Die TI 228 ‚Naturstein‘ wurde sehr schnell nach dem massiven Entstehen der europäischen Normen verfasst. Diese TI, die im Juni 2006 erschien, war die erste, die in Form einer Datenbank herausgegeben wurde, wodurch eine Aktualisierung einfach möglich ist. Die darin aufgenommenen Empfehlungen, die anhand der europäischen Normen in Abhängigkeit der Bestimmung des Steins verfasst wurden, bilden seither diesbezüglich die Referenz, wie es die große Zahl der Einsichtnahmen beweist (nahezu 65.000 im Jahr 2008).

Diese TI muss heute jedoch einer Überarbeitung unterzogen werden, um mit den gegenwärtigen Normen in Übereinstimmung zu bleiben.

1 ENTWICKLUNG DER EUROPÄISCHEN NORMIERUNG

Die vergangenen vier Jahren führte das WTB diverse Forschungsaktionen durch, deren Ziel es war, die Gebrauchstauglichkeit von Naturstein zu bewerten und insbesondere Spezifikationen auszuarbeiten, die an unserer Klima und unsere Baugewohnheiten angepasst sind. Diese Projekte hatten 2008 einen durchschlagenden Einfluss auf eine Anzahl von Entscheidungen der europäischen Normierungskommissionen. Ferner koordinierte das WTB die Überarbeitung der Norm EN 12371 über die Frostbeständigkeit, was es dem Zentrum dadurch ermöglichte, den diesbezüglichen belgischen Standpunkt geltend zu machen.

Die Norm NBN EN 12371, die im Jahr 2001 in Kraft getreten ist, hat eine neue Methode zur Ermittlung der Frostempfindlichkeit eingeführt und, sehr schnell, mussten basierend auf dieser Methode neue Kriterien entwickelt werden. Diese wurden in die TI 228 aufgenommen.

Entsprechend der verwendeten Methode und

Neue europäische Normen: Auswirkungen für die TI 228

Spezifikationen für die Frostbeständigkeit in Abhängigkeit der Anwendung.

AUSSENANWENDUNGEN	METHODE	
	Belgische Methode NBN B 27-009 (mm Hg) (¹)	Europäische Methode NBN EN 12371 (Anzahl der Zyklen) (²)
Pflasterungen und Fußbodenbeläge	650	140
Elemente in Kontakt mit dem Boden	650	140
Aufsteigende, nicht vertikale Teile oder bezüglich der Fassadenfläche vorspringende Elemente	600	84
Elemente aus massivem Mauerwerk	500	70
Dünne (belüftete) Fassadenverkleidungen	400	12

(¹) Der geprüfte Stein muss der Prüfung nach einer Imprägnierung mit Wasser bei dem angegebenen Unterdruck genügen.
(²) Der geprüfte Stein muss der Anzahl der angegebenen Zyklen genügen. Angesichts der geringen Erfahrung, die mit der europäischen Methode (Identifikationsprüfung) gesammelt wurde, muss diese Anzahl als Anhaltspunkt angesehen werden und kann sich noch verändern.

der in Betracht gezogenen Anwendung, ist es empfehlenswert, dass der Stein die spezifizierten Kriterien in der obenstehenden Tabelle erfüllt, die ein Auszug aus der TI 228 ist. Was die europäische Methode betrifft, verweist diese Tabelle nur auf eine Identifikationsprüfung. Denn die technologische Prüfung erscheint für den überwiegenden Teil der Natursteingebäudeanwendungen weniger geeignet zu sein.

Die in dem Überarbeitungsentwurf der Norm vorgenommenen Änderungen zielen vor allem darauf ab, den Wunsch des Sektors möglichst gut zu erfüllen, der eine Verringerung der Kosten und der Dauer der Prüfungen möchte. Dies soll durch eine Reduzierung der maximalen Anzahl der Zyklen und der Zwischenmessungen erfolgen.

Außerdem wurde eine Anzahl von kleineren, punktuellen Änderungen durchgeführt, um besser der Realität des Verhaltens der Steine zu entsprechen. Das WTB achtete jedoch darauf, dass sogar wenn sich die Methode ändert, sich die Änderungen in keiner Weise auf die in der TI 228 entwickelten Anwendungskriterien auswirken.

Auch für sonstige Themen, die für den Sektor von Bedeutung sind, wie die Bewertung der Fleckenfestigkeit oder die Problematik der Biegung von Fassadenverkleidungen, konnten während der Forschungsarbeiten gewinnbringende Erkenntnisse gewonnen werden.

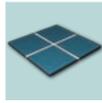
So wurde die Norm NBN EN 13919, die zum Ziel hatte, den Widerstand von Naturstein gegen ein längeres Ausgesetztsein in einer verschmutzten Umgebung zu prüfen, zurückgenommen. Denn anhand der Erfahrung des Laboratoriums hat sich gezeigt, dass diese Prüfung Ergebnisse mit nur einer geringen Zuverlässigkeit lieferte. In der TI 228 waren übrigens hierüber auch keine Kriterien aufgenommen.

Das Verhalten der Steinsorten, die den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, wird fortan anhand einer auf thermischen Zyklen beruhenden Methode bewertet werden. Diese zweigliedrige Methode lässt es zu, einerseits die Oxidationsempfindlichkeit und andererseits die mechanische Festigkeit bezüglich hygrothermischer Schwankungen (z.B. der Biegung) zu prüfen.

2 NEUE TECHNISCHE MERKBLÄTTER

Gegenwärtig sind etwa zwanzig technische Merkblätter in Vorbereitung, die die 50 ersten, die schon online verfügbar sind, ergänzen werden. Dieses Nachschlagewerk wird mit anderen Worten eine detaillierte Übersicht über die am meisten verwendeten Steinsorten im belgischen Bausektor geben. Eine neue Fassung der TI 228 wird Ende 2009 erscheinen. Diese wird mit einem Index versehen und datiert sein, um jegliche Missverständnisse hinsichtlich der Verwendung des Dokuments zu vermeiden. ■

Das winterliche Klima unserer Regionen wird in Bezug auf die Baumaterialien als streng betrachtet.



Die langen Feuchtperioden, die häufig durch kurze Frostepisoden unterbrochen werden, lassen die Materialien zahlreiche Forst-Tauzyklen erleiden. Horizontale Elemente, wie z.B. Außenterrassen mit Keramikfliesen, sind bezüglich dieses Phänomens besonders empfindlich.

✍ *F. de Barquin, Ir., Leiter der Abteilung 'Materialien, Technologie und Hülle', WTB*

J. Tirloq, Dr. Sc., Wissenschaftlicher Berater, Centre de recherches de l'industrie belge de la céramique (CRIBC)

Obwohl die Dauerhaftigkeit von Keramikfliesen in der Regel keine besonderen Probleme ergibt, bekam der Sektor trotzdem im Laufe der letzten Jahre es mit einer großen Zahl von Frostschaufällen zutun, und zwar sogar für Fliesen, die man, nach der geltenden europäischen Norm, als frostbeständig betrachten darf.

1 VON DER BELGISCHEN NORM ZUR EUROPÄISCHEN NORM

Bis 1991, dem Erscheinungsjahr der Norm NBN EN 202, wurde die Frostbeständigkeit von Keramikfliesen in Belgien anhand der Norm NBN B 27-011 beurteilt. Das vorgeschriebene Prüfprotokoll bestand darin, die in einem Sandbett verlegten und vorher mit Wasser unter einem Unterdruck von 740 mm Quecksilber imprägnierten Fliesen mit 20 Forst-Tauzyklen zu belasten.

1997 wurde die Norm NBN EN 202 durch die NBN EN ISO 10545-12 ersetzt, die immer noch für die Ermittlung der Frostbeständigkeit dieser Materialien gilt. Die Hauptunterschiede in Bezug auf die alte belgische Norm betreffen: die Wasserimprägnierung vor den Zyklen (unter einem Unterdruck von 300 mm Quecksilber), die Anzahl der Zyklen (erhöht



Abb. 1 Beispiel für einen festgestellten Frostschaden.

Frostbeständigkeit von Keramikfliesen: unangepasste europäische Norm

auf 100) und den Umstand, dass die Fliesen jetzt nicht verlegt geprüft werden (Aufgabe des ‚Sandkasten‘-Systems).

Belgien opponierte gegen die Genehmigung dieser zwei Normen, weil man fürchtete, dass die neuen Prüfmethode weniger streng waren. Diese Bedenken bestätigten sich, als diverse Schadfälle meistens in Form eines Abplatzens von mehreren Zentimetern Durchmesser auftraten, die an Außenterrassen in unseren Regionen festgestellt wurden (Abbildung 1).

Da die beanstandeten Fliesen in der überwiegenden Zahl der Fälle die Norm NBN EN ISO 10545-12 erfüllten, wurde oft die Qualität der Ausführung angezweifelt. Dies veranlasste das WTB, eine pränormative Untersuchung in Zusammenarbeit mit dem CRIBC zu starten.

2 VORSCHLAG EINER GEEIGNETEN PRÜFMETHODE

Dank dieser Studie konnte man Schwachstellen in der Norm NBN EN ISO 10545-12 nachweisen, nämlich: eine unzureichende Wasserimprägnierung vor der Ausführung der Zyklen und den Umstand, dass die Fliesen ohne Verformungsbeschränkungen in den Frostkammern geprüft wurden. Vor allem dieser letzte Punkt wurde in Anbetracht der Entwicklung der Fliesenformate und Verlegetechniken als besonders wichtig erachtet. Durch den Einsatz von immer größeren Formaten nimmt der Anteil der Fugen im Belagsystem ab und demzufolge die Möglichkeiten für die Verformung der jeweiligen Fliese.

Da zudem die Dicken immer kleiner werden und die Porosität immer geringer wird, hat sich im Laufe der Jahre die Nutzung der geklebten Verlegung verstärkt, wodurch die Fliesen fester mit ihrem Untergrund verbunden sind. Diese Situation einer Quasiblockierung kann sich an Fliesen mit einer mäßigen Frostbeständigkeit als kritisch erweisen, wenn sie einer Aufeinanderfolge von Forst-Tauzyklen unterworfen werden.

In Zusammenhang mit dieser Studie schlugen unsere Mitarbeiter eine vereinfachte Prüfmethode vor, die darin bestand, die Fliesen zuerst in einem Metallrahmen festzusetzen, der speziell entworfen wurde, um die Blockierungen



Abb. 2 Entsprechend dimensionierter Metallrahmen zur Reproduzierbarkeit der wirklichen Blockierungen.

aus der Praxis nachzuahmen (Abbildung 2), und diese anschließend, nach einer Imprägnierung unter einem Unterdruck von 740 mm Hg, 20 Frost-Tauzyklen zu unterwerfen. Diese Prüfmethode wurde durch verschiedene Fälle aus der Praxis validiert und zeigte eine gute Korrelation bezogen auf die Reproduzierbarkeit der Verwitterungen, dies im Gegensatz zu der nach der Norm NBN EN ISO 10545-12 realisierten Prüfmethode, bei der man keinen einzigen Schaden feststellte und somit die Fliesen als frostbeständig betrachten durfte.

3 SCHLUSSFOLGERUNG

Die Frostbeständigkeit eines Materials ist eine Eigenschaft, die im Laboratorium sehr schwer zu kontrollieren ist. Es wurde bei Keramikfliesen nachgewiesen, dass die europäische Norm bedeutende Lücken für die Vorhersage des Verhaltens in einem strengen Klima wie dem unsrigen aufweist. Dank der durchgeführten Forschungsarbeiten konnte eine angepasste (nicht genormte) Methode vorgeschlagen werden, die die Belastungen getreuer reproduziert, die von den Elementen des Belagsystems wirklich erlitten werden und die eine zuverlässigere Vorhersage des Belagsystemverhaltens gestattet. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Die vollständige Fassung dieses Artikels können Sie bald auf unserer Website herunterladen.

Im Rahmen der europäischen Harmonisierung erschien eine neue Klassifizierung für das Brandverhalten. Dieses neue System, das Gegenstand eines Artikels war, der im Jahr 2003 im CSTC-Magazine veröffentlicht wurde, soll zusammen mit der belgischen Klassifizierung des Brandverhaltens bis zum 1. Januar 2013 bestehen bleiben ⁽¹⁾.



Y. Martin, Ir., Stellvertretender Leiter der Abteilung ‚Materialien‘, WTB
V. Pollet, Ir., Stellvertretender Leiter der Abteilung ‚Materialien, Technologie und Hülle‘, WTB

Die neue europäische Klassifizierung unterscheidet sieben Hauptkategorien von Bodenbelägen: A_{1FL}, A_{2FL}, B_{FL}, C_{FL}, D_{FL}, E_{FL} und F_{FL} (der Index FL steht für *flooring* oder Fußbodenbelag). Neben diesen Hauptklassen ist eine Zusatzklasse s1 oder s2 (*smoke*) für die Präzisierung der Rauchentwicklung des Fußbodenbelages vorgesehen.

Die belgische Verordnung in Bezug auf Brandschutz wurde schon an diese neue Klassifizierung angepasst und müsste in Kürze offiziell veröffentlicht werden.

1 EINFLUSS DER VERLEGEBEDINGUNGEN AUF DIE BEWERTUNG DES BRANDVERHALTENS

Die Leistung des Brandverhaltens eines elastischen Fußbodenbelages wird anhand von Laboratoriumsprüfungen bestimmt. Die erhaltene Klassifizierung kann jedoch durch die Verlegebedingungen geändert werden, d.h. hauptsächlich durch den Typ des Untergrunds, auf dem das Belagsystem verlegt ist, den verwendeten Klebstofftyp und die angewandte Grundier- und Ausgleichsschicht.

1.1 UNTERGRUND DES FUSSBODENBELAGES

Die geltenden Normen ⁽²⁾ geben an, dass Fußbodenbeläge auf einem normierten Träger geprüft werden können. Es handelt sich dabei:

- entweder um einen nicht brennbaren Standarduntergrund (Faserzementplatte); die so für den Fußbodenbelag erhaltene Klassifizierung wird auf jeden nicht brennbaren

Brandverhalten von elastischen Fußbodenbelägen: Verlegebedingungen sind wichtig!



Prüfung zur Ermittlung des Brandverhaltens eines Fußbodenbelages.

Untergrund im Sinne der Euroklassen erweitert (Einstufung A_{1FL} und A_{2FL})

- oder um einen brennbaren Standarduntergrund (Holzspanplatte); die für den Fußbodenbelag erhaltene Klassifizierung wird dann auf jeden nicht brennbaren Untergrund und auf Holzuntergründe erweitert.

Die Verwendung des brennbaren Standarduntergrundes bringt für den Fußbodenbelag im Prinzip eine weniger günstige Klassifizierung des Brandverhaltens mit sich als die Prüfung mit dem nicht brennbaren Standarduntergrund.

1.2 KLEBSTOFFTYP

Bei der Prüfung im Laboratorium müssen der Klebstofftyp und die verwendete Klebstoffmenge, nach Möglichkeit, den vorgesehenen Endanwendungsbedingungen entsprechen. Die Norm NBN EN 14041:2004, die auf die Prüfnorm NBN EN 9239-1 verweist, schreibt vor, dass wenn die Probekörper in Verbindung mit einem Klebstoff geprüft werden, das Ergebnis für den Fußbodenbelag gilt, der der Prüfung unterzogen wurde und für diesen spezifischen Klebstoff (oder für die Klebstoffe des gleichen Gattungstyps). Wenn die Probekörper ohne

Klebstoff geprüft werden, gilt das Ergebnis für den Fußbodenbelag, der der Prüfung unterzogen wurde mit oder ohne Klebstoff.

Es ist anzumerken, dass eine Prüfung auf einem frei verlegten Fußbodenbelag weniger günstige Ergebnisse liefert als der gleiche Fußbodenbelag, der durch Verkleben mit dem Untergrund fest verbunden wurde.

1.3 GRUNDIER- UND AUSGLEICHSSCHICHT

Die Prüfbedingungen müssen im Prinzip den Endanwendungsbedingungen *in situ* entsprechen. Der Einfluss der Grundier- und Ausgleichsschicht müsste auf die Leistung des Brandverhaltens des Belagsystems dennoch vernachlässigbar sein. Man kann im Allgemeinen davon ausgehen, dass es nicht erforderlich ist, zusätzliche Prüfungen auszuführen.

2 LEISTUNG DES BRANDVERHALTENS OHNE PRÜFUNGEN

Der Hersteller kann entscheiden, keinen Anspruch auf die Leistung des Brandverhaltens zu erheben, das heißt er kann die Wahl treffen, einen Fußbodenbelag oder eine Familie von Fußbodenbelägen der Klasse F_{FL} auf den Markt zu bringen. In diesem Fall wird für dieses Produkt oder diese Produktfamilie keine Prüfung gefordert. Außerdem kann eine Klasse E_{FL}, ohne Prüfung, für die Fußbodenbelagstypen garantiert werden, die den in der Entscheidung 2005/610/CE der Europäischen Kommission aufgenommenen Bedingungen entsprechen. ■

⁽¹⁾ Dieses Datum steht in dem gegenwärtigen Änderungsentwurf des Anhangs 5 des Königlichen Erlasses zur Festlegung der Grundnormen in Sachen Brandschutz. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dieses Datum bei der offiziellen Veröffentlichung des Textes noch geändert wird.

⁽²⁾ NBN EN 14041:2004 ‚Revêtements de sol résiliants, textiles et stratifiés. Caractéristiques essentielles‘ und NBN EN 13238:2001 ‚Essais de réaction au feu des produits de construction. Mode opératoire du conditionnement und règles générales de sélection des substrats‘.



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

In der vollständigen Fassung dieses Artikels wird näher auf die in der belgischen Brandschutzverordnung vorgesehenen Änderungen eingegangen und angegeben, welchen Bedingungen ein Fußbodenbelag entsprechen muss, um ohne Prüfung die Klassifizierung E_{FL} zu erhalten.

Die neuesten Fassungen der Normen NBN B 62-002 und NBN B 62-301 empfehlen neue Regeln für die Berechnung der thermischen Leistungen von Gebäuden. Diese werden nachstehend kurz erklärt.



✍ J. Schietecat, Ing., Leiter des Laboratoriums 'Techniken für Heizung und Klimatisierung', WTB

1 EUROPÄISCHE NORMIERUNG

2004 bekam das CEN von der Europäischen Kommission das Mandat, eine große Anzahl von Normen zur Unterstützung der nationalen PEB-Berechnungsverfahren in den Mitgliedsstaaten zu verfassen. Seitdem hat das CEN 2008 einen zusammenfassenden technischen Bericht (CEN/TR 15615) veröffentlicht, der den Inhalt, die Hierarchie und die gegenseitige Zuordnung zwischen allen betreffenden Normen verdeutlichte (davon etwa zehn, die die Wärmeübertragung betreffen).

2 DIE NEUE NORM NBN B 62-002

Die belgische Spiegelkommission E88/89 entschied bereits 2005, die neuen europäischen Transmissionsnormen durch die Überarbeitung der Norm NBN B 62-002 von 1987 und seiner zwei Nachträge von 2001 und 2005 zu implementieren. Die überarbeitete Norm wurde Ende 2008 publiziert und umfasst unter anderem:

- Regeln für die Berechnung der Wärmeverluste durch Transmission durch die Bauelemente und ihrer Komponenten hindurch (Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit oder des λ -Wertes, des Wärmewiderstandes oder R-Wertes, der Wärmedurchgangszahl oder des U-Wertes und der Wirkung von Wärmebrücken)
- Regeln für die Berechnung der Wärmeübergangszahl durch Transmission (H_T -Wert) und durch Lüftung (H_V -Wert) zwischen der Innen- und der Außenumgebung eines Gebäudes (siehe Abbildung 1)
- Konventionen und Regeln, die für die belgische Baupraxis gelten (unter den normalen klimatischen Bedingungen).

3 DIE NEUE NORM NBN B 62-301

Seit ihrer Veröffentlichung im Jahr 1989 dient die Norm NBN B 62-301 als genormte Berechnungsmethode für die Ermittlung des Dämmungsniveaus (K-Wert) von Gebäuden. Angesichts dessen, dass man bei der Berechnung von diesem K-Wert unter anderem den mittleren U-Wert von allen Mauern der Gebäudehülle nutzt, erfolgt die Überarbeitung der Norm NBN B 62-301 parallel zu jener der Norm NBN B 62-002.

Die neue Norm umfasst (siehe Abbildung 2):

- neue Definitionen und Konventionen zur Ermittlung des geschützten Volumens (V), des angrenzenden nicht beheizten Raums (EANC), der Wärmeverlustoberfläche (A_T) und der Volumenkompaktheit (V/A_T) des Gebäudes
- neue Regeln für die Berücksichtigung von Trennwänden
- angepasste Formeln zum Ermitteln der Wärmeübergangszahl durch Transmission (H_T -Wert) und der mittleren Wärmedurchgangszahl der Verlustoberfläche ($U_{m,T}$ ermittelt ohne Gewichtungsfaktoren)
- ein neues Arbeitsblatt.

4 VERBINDUNG MIT DEN REGIONALEN PEB-VERORDNUNGEN

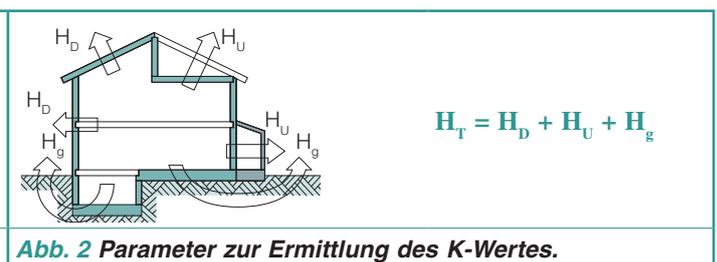
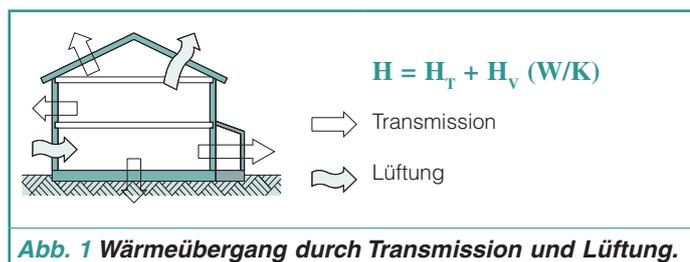
Die PEB-Verordnungen wurden in den Regionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingeführt: in Flandern im Januar 2006, in Brüssel im Juli 2008 und in Wallonien im September 2008. Da diese Zeitpunkte dem Ratifizierungsdatum der oben erwähnten belgischen Normen (14. Mai 2009) vorausgingen, sahen sich die Regionen verpflichtet, dass jede ihr eigenes Transmissionsreferenzdokument (DRT) verfasst: in Flandern Ende 2007, anderswo Mitte 2008. Hierdurch stimmt die Ermittlung

der thermischen Leistungen von Gebäuden und ihrer Komponenten nach der PEB (oder dem DRT) nicht mehr vollständig mit den gegenwärtigen Normen NBN B 62 überein.

Weil das DRT momentan das einzige gesetzliche Dokument für die Berechnung der Wärmeverluste durch Transmission und des K-Wertes im Rahmen der regionalen PEB-Verordnungen ist, darf nur das Ergebnis einer solchen Berechnung in die PEB-Software eingegeben werden. In Wallonien wird das DRT erst am 1. September 2009 in Kraft treten, wodurch die Transmissionswärmeverluste und der K-Wert bis zu diesem Datum noch mit den alten Fassungen der Normen NBN B 62-002 und NBN B 62-301 berechnet werden müssen.

5 ÜBERARBEITUNG DER NORM NBN B 62-003

Da die neue Norm NBN B 62-002 für alle thermischen Berechnungen genutzt wird, die nicht innerhalb des Rahmens der PEB-Verordnung anfallen, ist sie auch für die Dimensionierung der Heizungsanlagen anwendbar, die bis jetzt, anhand der Berechnung der Wärmeverluste erfolgt, wie es in der Norm NBN B 62-003 (1985) empfohlen wird. Im Januar 2009 begann eine NBN-Arbeitsgruppe mit der Überarbeitung dieser letztgenannten Norm, um diese nicht nur mit den Berechnungsverfahren der Norm NBN B 62-002 in Übereinstimmung zu bringen, sondern auch mit der Berechnungsmethode der europäischen Norm NBN EN 12831 (2003). ■



www.wtb.be
 LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Die vollständige Fassung dieses Artikels können Sie bald herunterladen.

Auf Ersuchen der Flämischen Agentur für Pflege und Gesundheit verfasst das WTB gegenwärtig etwa zwanzig Merkblätter, die einige konkrete Risiken für die Legionellenentwicklung in den Sanitäreanlagen für Kalt- und Warmwasser veranschaulichen.



✍ *K. De Cuyper, Ir., Leiter der Abteilung 'Technische Ausrüstungen und Automatisierung', WTB*

1 PROBLEMATIK

Belgien wurde zum ersten Mal mit dem Legionellenkeim Ende Juni 1999 konfrontiert, als die Presse den Fall von sieben Personen meldete, die in einem ardennischen Hotel erkrankten. Eine dieser Personen ist an den Folgen einer Lungeninfektion gestorben. Im November des gleichen Jahres waren alle Blicke auf eine Ortschaft im Norden von Antwerpen gerichtet, wo, in nur einem Wochenende, mehr als hundert Personen als Folge ihres Besuchs einer Handelsmesse ins Krankenhaus eingeliefert werden mussten. Auch hier hatten die Beteiligten Symptome von Legionellose (der sogenannten Legionärskrankheit), einer schweren Lungenerkrankung, die sich für fünf von ihnen als fatal erwies.

In beiden Fällen lag die Ursache bei der Einatmung von kleinen Wassertröpfchen, die mit der *Legionella pneumophila*-Bakterie verseucht waren (siehe Abbildung 1). Diese Letztere wurde im Jahr 1977 entdeckt, nachdem zahlreiche und mysteriöse Lungeninfektionen festgestellt wurden unter den Teilnehmern eines Kongresses von ehemaligen Kriegsteilnehmern der amerikanischen Armee, der im Jahr zuvor stattgefunden hatte.

2 ENTWICKLUNG DER BAKTERIE

Die *Legionella pneumophila*-Bakterie ist von

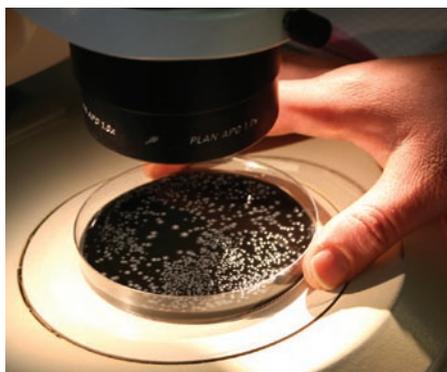


Abb. 1 Analyse von einer Legionellenkultur.



Abb. 2 Nichtisolierte Warmwassertanks weisen hinsichtlich der Legionellenentwicklung ein großes Risiko auf.

Natur aus im Trinkwasser vorhanden, aber in so geringen Konzentrationen, dass das Risiko einer derartigen Infektion sozusagen nicht besteht. Legionellenkeime können dagegen durchaus gefährlich werden, wenn sie sich vermehren können. So geht man im Krankenhausbereich allgemein davon aus, dass bezüglich der Legionärskrankheit ein erhöhtes Risiko besteht, sobald mehr als 1.000 keimbildende Einheiten pro Liter Wasser vorhanden sind.

Die Entwicklung dieses Keimes wird hauptsächlich von der Temperatur bestimmt:

- unter 20 °C gibt es nahezu keine Entwicklung der Bakterie
- zwischen 20 und 45 °C entwickelt sich die Bakterie, mit einem Höchstwert um die Stelle herum, die der Körpertemperatur (37 °C) entspricht
- oberhalb von 50 °C beginnen die Keime abzustarben. Dies geschieht umso schneller, je höher die Temperatur ist.

Die Verseuchung von Kühltürmen und Erzeugungs- und Verteilungsanlagen von Sanitärwarmwasser durch Legionellen ist daher nicht verwunderlich, angesichts dessen, dass die Temperaturen dafür vorteilhaft sind.

Neben der Temperatur haben noch andere, sekundäre Faktoren einen Einfluss, wie z.B. die Stagnation, die Kesselsteinablagerung, die Korrosion, das Vorhandensein von Nährstoffen, ...

Beherrschung des Legionellenrisikos in Sanitäreanlagen

3 BEHERRSCHUNG

Um das Legionellenproblem in den wasserführenden Anlagen unserer Gebäude zu vermeiden, muss man zuerst und vor allen Dingen alle Risikozonen identifizieren. Denn mittels einer Risikoanalyse lassen sich die Orte ausfindig machen, wo die Bedingungen für das Wachstum der Bakterie am vorteilhaftesten sind (siehe Abbildung 2). Seit der Verkündung des flämischen ‚Legionellenerlasses‘ im Jahr 2002, ist diese Analyse verpflichtend vorgeschrieben.

Um den Baufachleuten hierbei zu helfen, hat das WTB, auf Ersuchen der Flämischen Agentur für Pflege und Gesundheit, etwa zwanzig Merkblätter ausgearbeitet, in denen die riskantesten Zonen in den Sanitäreanlagen für Kalt- und Warmwasser veranschaulicht werden. Diese Reihe von Merkblättern wird von einem allgemeinen Text eingeleitet, der deren Ziel und Aufbau angibt und eine Übersicht von den wichtigsten Faktoren liefert, die die Entwicklung der Legionellen begünstigen. ■



www.wtb.be

Was weitere Informationen zu diesem Thema betrifft, verweisen wir den interessierten Leser auf die ‚Legionellenmerkblätter‘, die bald auf unserer Website verfügbar sein werden.

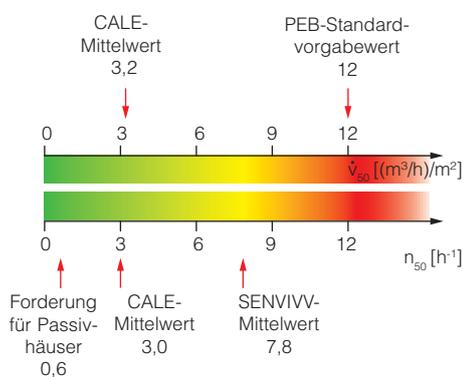
Durch das Inkrafttreten der Verordnungen über die Energieleistung von Gebäuden (PEB) erfordert die Luftdichtheit der Bauwerke fortan eine besondere Aufmerksamkeit. Zahlreiche Beteiligte üben, oft ohne es zu wissen, einen Einfluss auf das erreichte Abdichtungsniveau aus. Das Messen der Luftdichtheit ist ein Kontrollmittel für die gute Ausführung der Arbeiten, das man sicher nicht ernst genug nehmen kann. Glücklicherweise ist die Messung auch ein interessantes Hilfsmittel für das Erkennen von Luftlecks, das allen Beteiligten in die Lage versetzt, ihre Bautechniken zu verbessern.



✍ S. Caillou, Dr. Ir., Forscher, Abteilung 'Energie und Klima', WTB

Mit einer guten Luftdichtheit kann man Energie sparen, den Komfort verbessern und das E-Niveau reduzieren: und zwar je nach vorliegenden Fall um 5 bis 15 Punkte (das regulatorische E-Niveau ist auf 100 festgelegt). Um valorisiert zu werden, muss die Luftdichtheit durch eine am Ende der Baustelle realisierte Messung nachgewiesen werden, und zwar gemäß der Norm NBN EN 13829 und den zusätzlichen Anwendungsspezifikationen, die seit kurzem in den drei Regionen anwendbar sind. Falls diese optionale Messung nicht ausgeführt wird, muss man bei der Ermittlung der Berechnung des E-Niveaus einen relativ ungünstigen Standardvorgabewert berücksichtigen.

Die Luftdichtheit ist eine Eigenschaft des gesamten Gebäudes und geht demzufolge zahlreiche beteiligte Baupartner etwas an. Während der Rohbau, das Dach und die Schreinerarbeiten



CALE = Mittelwert von einigen Häusern der freiwilligen Aktion 'Construire avec l'énergie' (Energiebewusst bauen) in der Wallonischen Region
SENVIVV = Mittelwert von den Messungen, die in den 90er Jahren in 50 Wohnungen ausgeführt wurden

Abb. 1 Richtwerte für \dot{v}_{50} und n_{50}

Die Messung der Luftdichtheit: von Wichtigkeit für jedermann!

die Abdichtung der Gebäudehülle sicherstellen, können die Putzarbeiten, die Anbringung einer Dampfsperre oder einer Holzverschalung einen wichtigen Beitrag zur Dichtheit der Wände liefern. Auch die Anschlüsse (Fenster-rahmen, Dach etc.), Durchbrüche und andere eingelassene Elemente (Heizung, Lüftung, Elektrizität etc.) können einen großen Einfluss auf die Luftdichtheit haben.

Die betroffenen Auftragnehmer können sich somit, hinsichtlich der zu erreichenden Luftdichtheit, nicht einzeln verpflichten. Sogar ein Auftragnehmer, der mit der Realisierung eines vollständigen Gebäudes beauftragt ist, muss bei dem Versprechen eines Abdichtungsniveaus vorsichtig sein, insbesondere wenn er auf diesem Gebiet keine Erfahrung hat.

1 PRINZIP DER MESSUNG

Zur Bewertung der Luftdichtheit der Gebäudehülle wird im Gebäude ein Überdruck oder Unterdruck mithilfe eines in einer Tür- oder einer Fensteröffnung installierten Ventilators erzeugt. Danach misst man den Luftdurchsatz, der durch den Ventilator strömt, und zwar für mehrere Druckunterschiede zwischen der Innen- und Außenumgebung. Da die Öffnungen des Gebäudes (Türen, Fenster etc.) während der Messung geschlossen sind, stimmt dieser Durchsatz somit auch mit dem der Luftlecks in der Gebäudehülle überein. Der gesamte Leckdurchsatz, meistens angegeben für einen Druckunterschied von 50 Pa, wird als \dot{v}_{50} notiert.

2 ANGABE DER LUFTDICHTHEIT

Im Rahmen der PEB (www.epbd.be) wird die Luftdichtheit angegeben durch den Durchsatz des Luftlecks bei 50 Pa, pro Flächeneinheit der Gebäudehülle, d.h. \dot{v}_{50} , in $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^2$. Die Luftdichtheit wird auch häufig angegeben durch die Luftwechselzahl bei 50 Pa, n_{50} (in h^{-1}).

Diese zwei Parameter sind strikt genommen untereinander nicht vergleichbar, haben aber, in dem überwiegenden Teil der Fälle, die gleiche Größenordnung. Zur Verdeutlichung gibt das Schema der Abbildung 1 einige Richtwerte an.

Die Luftdichtheit lässt sich verbessern, aber das muss wohlgedacht geschehen. Niveaus



Abb. 2 Lokalisierung eines Lecks mithilfe eines Spurengases.

kleiner als 3, sogar als 1 $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^2$ erfordern eine ganz besondere Aufmerksamkeit, sowohl bei dem Entwurf als auch der Ausführung.

3 AUFFINDEN VON LECKS

Um eine gute (oder sogar ausgezeichnete) Luftdichtheit zu bekommen, sind der Entwurf und die Ausführung der Gebäudehülledetails äußerst wichtig. Es ist jedoch unmöglich, die Abdichtung im Voraus genau zu quantifizieren. Denn das wirklich erreichte Leistungsniveau kann nur mittels einer Dichtheitsprüfung überprüft werden. Glücklicherweise kann man mit dieser Prüfung auch die Lecks in der Gebäudehülle auffinden: So kann man ermitteln, welche Baudetails sich in einem guten Zustand befinden und kann man jene, die an der Quelle der Lecks zu liegen scheinen, verbessern.

Die wesentlichsten Mängel sind in der Regel mit dem bloßen Auge sichtbar. Wenn ein Unterdruck im Gebäude herrscht, können die Lecks mithilfe eines Spurengases ausfindig gemacht werden (Abbildung 2).

Wenn eine Messung am Ende der Arbeiten an der Baustelle, im Rahmen der PEB beispielsweise, vorgesehen ist, kann die Anwesenheit der verschiedenen Beteiligten für jeden von ihnen lehrreich sein; darüber hinaus können bestimmte Lecks manchmal sofort repariert werden. Die Dichtheitsprüfung kann auch im Laufe der Arbeiten auf der Baustelle ausgeführt werden, wenn die Elemente (wie z.B. die Dampfsperre) noch zugänglich und einfach verbesserungsfähig sind. ■

Obwohl, im Bereich des Bauwesens, eine bedeutende Anzahl von Produkten durch die Bauprodukterichtlinie (DPC) abgedeckt ist, ist die Situation für Leuchten ein wenig anders, denn ihre Kennzeichnung fällt nicht unter die DPC und ist unlösbar mit dem Sicherheitsaspekt verbunden.



✍ P. D'Herdt, Ir., Projektleiter, Abteilung 'Energie und Klima', WTB
A. Deneyer, Ir., Leiter des Laboratoriums 'Licht und Gebäude', WTB

Mit der neuen Ausgabe der Norm IEC 60598-1 'Leuchten. Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen' ist die Gelegenheit gekommen, die Situation bezüglich der Klassifizierungssysteme von Leuchten und der verwendeten Symbole zu bewerten. Diese Norm, herausgegeben durch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC), beschreibt die verschiedenen Klassifizierungen von Leuchten und ihren Anwendungsbereich.

Sie definiert unter anderem den Schutz gegen elektrische Schläge (Klasse 0, I, II und III)

sowie den Schutz gegen das Eindringen von Festkörpern und Feuchtigkeit (IP-Index).

Die Norm verdeutlicht worauf der betrachtete Index sich bezieht: Handelt es sich um einen Schutz für die Leuchte oder den Anwender? Diese Frage muss vor dem Vorschreiben oder Ausführen der Installation beantwortet werden, um nicht nur die Sicherheit des Anwenders, sondern auch die der Leuchte sicherzustellen.

Neben diesen zwei Indizes ist in der Norm auch eine neue Kennzeichnung aufgenommen, mit der es möglich ist, den Materialtyp der Auflagefläche, für den die Leuchte entworfen wurde, zu identifizieren. Diese Kennzeichnung unterscheidet sich völlig von der vorherigen, bei der das Symbol F und das auf der Spitze stehende Dreieck genutzt wurden. Ungeachtet davon, dass dieses letzte Symbol noch auf dem Markt und in der Praxis vorhanden ist, wird es in der Norm nicht länger betrachtet.

Auch der für diese Kennzeichnung verwendete Ansatz unterscheidet sich von dem, der in der Vergangenheit gehandhabt wurde und folgt der IEC-Philosophie, die davon ausgeht, dass alle Produkte die strengsten Anforderungen erfüllen müssen und wobei die zusätzlichen Kennzeichnungen nur für die Anforderungen angegeben werden, denen das Produkt nicht genügt. Dies bedeutet, dass die ggf. angebrachte Kennzeichnung stets eine negative Kennzeichnung sein wird, die den Anwender über die Anwendungsgrenzen des Produktes informiert. ■



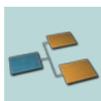
www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

In der vollständigen Fassung dieses Artikels wird detaillierter eingegangen auf den Schutz gegen elektrische Schläge und die IP-Indizes, den IK-Index sowie auf den Begriff der Entflammbarkeit einer Leuchte.

TK BETRIEBSFÜHRUNG

Nach der Hochkonjunktur der vergangenen Jahre verzeichnete die Weltwirtschaft im 2008 einen starken Rückfall. Zahlreiche Indikatoren lassen auch eine Verschlechterung der wirtschaftlichen Situation für den Bausektor erkennen.



✍ D. Pirlot, m.s.c.f., Leiter der Abteilung 'Kommunikation und Verwaltung', WTB

In Zusammenhang mit der Krise, wo die gegenseitige Konkurrenz wieder aufleben wird, muss der Auftragnehmer reagieren. Es ist dann auch wesentlich, dass für ihn die Innovation im Vordergrund steht und er möglichst viele Kosten senkt. In diesem Artikel werden mögliche Aktionspläne vorgestellt, die auf einer leistungsstärkeren Verwendung der Informations- und Kommunikationstechnologien beruhen.

PROGRAMME FÜR EINE INTEGRIERTE VERWALTUNG

Vor allen Dingen muss der Auftragnehmer auf eine bessere Datenintegration achten, um eine

Weniger Krise durch Innovation, Kreativität und Differenzierung

doppelte Datenerfassung auszuschließen. Integrierte Programme für die Verwaltung sorgen dabei für eine wirksame Prozessverwaltung und vermeiden die Verwendung von mehreren Informatikmodulen, die identische Informationen auf verschiedene Weise strukturieren. Denn eine solche Vielfalt an Programmen erschwert nur den Datenaustausch und die unerlässlichen Aktualisierungen, die für eine gute Verfolgung eines Dossiers absolut notwendig sind.

Durch die elektronische Verwaltung der Dokumente kann man sie besser klassieren, speichern und verbreiten. So bestehen nicht nur leistungsstarke Lösungen für den internen Unternehmensgebrauch, sondern auch für die Datenverwaltung zwischen den Partnern eines Projektes. Denken wir hierbei beispielsweise nur an die Projektportalsites, die den Austausch, die Organisation und die Informationsverarbeitung zwischen dem Kunden, dem Architekten, dem Planungsbüro, den Unternehmen etc. optimieren.

MOBILE TECHNOLOGIEN

Die erfolgreiche Anwendung von den neuen Technologien wie z.B. mobiles Internet, GPS oder GPRS in Großunternehmen, aber auch in einigen KMU macht die folgenden Vorteile deutlich:

- verbesserte Planung der Ressourcen und bessere Kommunikation der Arbeitsaufträge
- Anwesenheitskontrolle, Arbeitszeit- und Tätigkeitserfassung
- Lokalisierung der Fahrzeuge und Kontrolle der Fahrstrecken Wohnort-Lager-Baustelle
- Optimierung der zurückgelegten Kilometer zum Erreichen einer Baustelle
- Kontrolle der gewerblichen Nutzung von Fahrzeugen (außerhalb der Arbeitsstunden)
- Schutz gegen Diebstahl
- Geld- und Zeitgewinn bei Telefonanrufen
- vollständige, detaillierte und automatisierte Berichte
- Berechnung der Rentabilität der Baustellen. ■

Aus diversen Umfragen zeigt sich, dass eine gute Schalldämmung sowohl bei den Bewohnern von Reihenhäusern als auch Appartements ganz oben auf der Wunschliste steht. Um deren Erwartungen nach Möglichkeit gerecht zu werden, ist Anfang 2008 die Norm NBN S 01-400-1 erschienen, die die Regeln des Fachs festlegt für die Schallisolation von Fassaden, die Luft- und Kontaktschallisolation zwischen Wohnungen, und die Reduzierung des von technischen Anlagen erzeugten Lärms.



✍ *B. Ingelaere, Ir.-Arch., Stellvertretender Leiter der Abteilung 'Bauphysik und Ausrüstungen', WTB*

1 NEUE ANFORDERUNGEN SEIT 2008

Die neue Norm NBN S 01-400-1 unterscheidet zwei Leistungsniveaus: einen normalen akustischen Komfort einerseits und einen erhöhten akustischen Komfort andererseits. Die einzuhaltenden Anforderungen zum Erreichen des normalen akustischen Komforts sind anwendbar, wenn in den vertraglichen Unterlagen keine Angabe erwähnt ist und man möchte, dass wenigstens 70 % der Nutzer zufriedengestellt werden. Um dagegen auf einen erhöhten akustischen Komfort Anspruch zu erheben, muss man 90 % der Nutzer zufriedenstellen, was im Allgemeinen besondere konstruktive Maßnahmen erfordert.

Was die Luftschallisolation betrifft, sind die neuen Anforderungen für einen normalen akustischen Komfort in Appartements praktisch mit denen identisch, die in der alten Norm NBN S 01-400-1 empfohlen wurden. Die Anforderungen für einen erhöhten Komfort ($D_{nT,w} \geq 58$ dB) sind dagegen viel strenger geworden. Bei Reihenhäusern liegen sowohl die Anforderungen für den normalen Komfort als auch für den erhöhten Komfort beträchtlich höher ($D_{nT,w} \geq 58$ dB / 62 dB).

2 EINEN ERHÖHTEN AKUSTISCHEN KOMFORT ERREICHEN

2.1 ANKERLOSE HOHLRAUMKONSTRUKTIONEN MIT UNTERBROCHENEN FUSSBODENPLATTEN

Bei dieser Möglichkeit wird der Rohbau hochgezogen aus doppelschaligen, ankerlosen Grenzmauern mit einer Hohlraumbreite von mindestens 4 cm. Die Fußbodenplatten werden an der Grenzmauer unterbrochen und liegen auf verschiedenen tragenden Wänden auf. Um

Erhöhter akustischer Komfort für Appartements und Reihenhäuser



Mit elastischen Schichten kann man die Schalldämmung beträchtlich verbessern.

jede Schwingungsübertragung über die Wände und Böden von angrenzenden Appartements zu vermeiden, dürfen die Wandschalen der Hohlmauern nicht mit Verankerungshaken im Hohlraum versehen werden und ist beim Anbringen der Wärmedämmung darauf zu achten, dass keine Mörtelbrücken gebildet werden.

Diese Konstruktion ist besonders geeignet für die Anwendung in Reihenhäusern und Appartements, muss aber im letzteren Fall noch vervollständigt werden mit den folgenden Elementen (um die Dämmung in der vertikalen Richtung zu gewährleisten): schweren Fußbodenplatten (min. 500 kg/m²), einem sehr leistungsfähigen schwimmenden Estrich und schweren Mauern (min. 200 kg/m²) oder elastischen Schichten zwischen den Wänden und an der Oberseite der Platte.

2.2 ANKERLOSE HOHLRAUMKONSTRUKTIONEN MIT DURCHLAUFENDEN FUSSBODENPLATTEN

Die Grenzmauer besteht aus zwei ankerlosen Wandschalen mit einer Hohlraumbreite von mindestens 4 cm ohne harte Kopplungen. Diese Wände werden von der Bodenplatte und Deckenplatte mittels elastischer Material-

schichten entkoppelt. Die schwere, durchlaufende Fußbodenplatte (min. 500 kg/m²) ist mit einem schwimmenden Estrich bedeckt, der den Anforderungen für einen erhöhten akustischen Komfort entspricht.

2.3 KONSTRUKTIONEN MIT VORSATZWÄNDEN

Diese Konstruktionen bestehen aus einer tragenden einschaligen Wand und einer leichten Vorsatzwand.

2.4 SKELETTBAU MIT FÜLLWÄNDEN

Beim Skelettbau werden schwere Fußbodenplatten oder Fußbodenplatten, an der eine abgehängte Decke aus Gipskartonplatten angebracht wurde, mit am Umfang elastisch entkoppelten Füllwänden, mit leichten akustischen zweigeteilten Platten und mit sehr leistungsfähigen schwimmenden Estrichen kombiniert.

2.5 MASSIVBAU

Bei dieser Methode gebraucht man einschalige schwere Grenzmauer (min. 650 kg/m²) und Innenwände von mehr als 300 kg/m².

2.6 INDUSTRIELLE LÖSUNGEN

Es gibt auf dem Markt schon ausgezeichnete industrielle Systeme, mit denen es möglich ist, die Anforderungen für einen erhöhten akustischen Komfort zu übertreffen. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Die vollständige Fassung dieses Artikels können Sie bald herunterladen.

Dieser Beitrag über die Sanierung von Kellern läutet den Beginn einer Artikelreihe ein, in der die gegenwärtigen Probleme im Rahmen der Renovierung und der nachhaltigen Entwicklung auf multidisziplinäre Weise behandelt werden sollen. So werden in den kommenden Monaten zwei gleichartige Artikel erscheinen müssen, die die Dachräume und die Fassadensanierung zum Gegenstand haben werden.



✍ A. Pien, Ing., Leiter des Laboratoriums ‚Renovierung‘, WTB
L. Thijs, Ir.-Arch., Forscher, Laboratorium ‚Renovierung‘, Technologischer Berater (*), WTB

Als vollständig oder teilweise eingegrabene, unterirdische Räume wurden Keller ursprünglich genutzt als Garage, Vorratskammer, Lagerraum für relativ gut haltbare Waren, Waschküche oder Heizraum. Sie stellen im Grunde Pufferzonen dar, die die im Erdgeschoss liegenden Wohnräume gegen die Bodenfeuchtigkeit schützen.

Durch die heutigen Immobilienpreise werden diese Räume gegenwärtig oft zu Arbeits- oder Wohnräumen umfunktioniert. Bei der Ausführung von solchen Funktionsänderungen muss man sich jedoch vorher ausreichend über die Einschränkungen bewusst sein, die damit einhergehen, so dass man die Arbeiten auf die zukünftige Bestimmung der Räume abstimmen kann.

1 SPEZIFISCHE EINSCHRÄNKUNGEN BEI EINGRABENEN RÄUMEN

Wenn man über Kellerprobleme spricht, fällt einem sofort das Bild von Wasserinfiltrationen ein. Glücklicherweise ist dies nicht der Fall, der am häufigsten auftritt, da konstante und beträchtliche Wasserinfiltrationen die Möglichkeiten für eine Bestimmungsänderung der Örtlichkeiten stark einschränken würden. In einer größeren Zahl von Kellern ist dagegen die Feuchtigkeit allgegenwärtig, die die Folge ist von früheren Überschwemmungen oder Infiltrationen, aufsteigender Bodenfeuchtigkeit, Kondensation oder hygroskopischen Phänomenen infolge der Anwesenheit von Salzen in den Mauern.

Die thermische Trägheit des umliegenden Erdreiches sorgt für eine relativ konstante Umgebungstemperatur (zwischen 10 und

Renovierung von Kellern



Fotos, die für sich sprechen ...

15 °C). Obwohl diese Bedingungen für die Aufbewahrung von Lebensmitteln besonders geeignet sind, beinhalten sie jedoch, dass man diese Räume im Falle der Nutzung als Wohnung praktisch durchgehend heizen muss (auch im Sommer). Außerdem kann die thermische Trägheit eine Kondensationsquelle in der Sommerzeit sein, wenn der Dampf, der in der warmen, feuchten Außenluft enthalten ist, sich auf die kälteren Wände niederschlägt.

2 SANIERUNG VON KELLERN

Falls der Kellerraum (selbst nur begrenzte oder vorübergehende) Infiltrationen aufweist, kommt er nicht für eine Umfunktionierung zu einem Wohnraum in Frage.

Diese Infiltrationen werden vorzugsweise von außen beseitigt (Membranen und Drainage). Wenn die Arbeiten von innen her ausgeführt werden (Estrich und dichte Putze), ist das Trockenlegen der Örtlichkeiten ihr hauptsächliches Ziel. Diese Behandlung geht meistens einher mit einer Antikapillarbehandlung unten an den Innenwänden, mit vertikalen Injektionen in Höhe des Anschlusses der Querwände und durch eine Blockierung der aufsteigenden Feuchtigkeit in den Außenmauern.

Ein eventueller *Feuchtigkeitstransport durch Kapillarität* ist an dunkleren Flecken, Ausblühungen oder durch Salzkristallisation bedingte Schäden zu erkennen. Entsprechend der Zugänglichkeit der Räume kann man Eingriffe außen entlang (Dichtungsmembranen oder wasserdichter Putz) oder innen entlang (Injektionen, das Anbringen von wasserdichten Bekleidungen, Isolationsmembranen, Sanie-



rungsputze, ...) in Erwägung ziehen. Diese Behandlungen werden sehr oft ergänzt durch antikapillare Injektionen (Innen- und Außenmauern) und die Ausführung eines neuen Fußbodens auf einer wasserdichten Membran.

Bevor man eingegrabene Räume zu Wohnräumen umfunktionieren kann, muss man die *Wärmedämmung* genau berechnen. Dies ist erforderlich, um das Risiko hinsichtlich Wärmebrücken, die eine Quelle für Kondensation und Schimmelpilze sind, zu vermeiden. Dadurch dass eine ‚aktivere‘ Nutzung der eingegrabenen Räume unweigerlich deren schon bedeutenden Feuchtigkeitsgrad noch zunehmen lässt, muss man für eine verbesserte Lüftung sorgen, wobei man nicht nur Abzugsstellen, sondern auch die Versorgungseinlässe für ‚Frischluft‘ berücksichtigen muss (siehe NBN D 50-001).

3 SCHLUSSFOLGERUNG

Es besteht eine ganze Zahl von technischen Eingriffen für das Umfunktionieren von Kellern zu Wohnräumen. Es kommt in diesem Zusammenhang darauf an, mit der entsprechenden Urteilsfähigkeit die richtigen Eingriffe auszuwählen, d.h. in Abhängigkeit der Eigenschaften der Räume und der vorhandenen Problemen. Eine Bestimmungsänderung kann sich in bestimmten Fällen, angesichts der Einschränkungen und der Verordnungen in Bezug auf den Komfort und die Sicherheit der Wohnräume, finanziell als unverantwortlich herausstellen. ■



www.wtb.be

LES DOSSIERS DU CSTC Nr. 2/2009

Die vollständige Fassung dieses Artikels können Sie bald auf unserer Website herunterladen.

(*) Technologischer Beratungsdienst ‚Ecoconstruction et développement durable‘ (Ökobauen und nachhaltige Entwicklung), bezuschusst von der Brüsseler Region..



WTB-Publikationen und Schulungen

PUBLIKATIONEN

Les Dossiers du CSTC Nr. 2/2009

Cahier 1 Zoom sur les ETICS (C. Boes und Y. Grégoire).

Les Dossiers du CSTC Nr. 4/2008

- Cahier 3 Les toitures-parkings: NIT en préparation (E. Noirfalisse)
- Cahier 12 Prévenir la corrosion des armatures induite par la présence de chlorures dans le béton (B. Dooms, V. Pollet und G. Mosselmans).

Infomerkblatt Nr. 37

Mise en œuvre des enduits avec isolation extérieure („interaktives“ Online-Infomerkblatt) (Y. Grégoire).

WTB-Rapport Nr. 12

Directives pour l'application de l'Eurocode 7 en Belgique. Partie 1: dimensionnement géotechnique à l'état limite ultime de pieux sous charge axiale de compression (M. De Vos und N. Huybrechts).

Jahresbericht 2008

SCHULUNGEN

Energie und Bauwesen

Technische Lehrgänge, organisiert von dem WTB und der Confédération Construction Wallonne, mit der Unterstützung der Berufsverbände und der Technischen Komitees des WTB.

- Lehrgang 1 Energieleistung von Gebäuden (PEB) und Neubauten (Anmeldung abgeschlossen)
- Lehrgang 2 Energie und Renovierung:
 - „Schreinerarbeit und Glaserarbeit“: am 15. September 2009, im IFAPME von Charleroi, von 09.00 bis 11.30 Uhr
 - „Heizung und Sanitärwarmwasser“: am 13. Oktober 2009, im FormatPME Gembloux, von 09.00 bis 11.30 Uhr
 - „Lüftung und Luftdichtheit“: am 17. November 2009, im FormatPME Gembloux, von 09.00 bis 11.30 Uhr. ■

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

Verantwortlicher Herausgeber: Carlo De Pauw
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



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.

Für zusätzliche Auskünfte können Sie uns telefonisch erreichen unter der Nummer 02/529.81.00 (von 8.30 bis 12 Uhr). Sie können auch stets schriftlich mit uns kommunizieren, entweder per Fax (02/529.81.10) oder per E-Mail (publ@bbri.be).

SCHULUNGEN

- Was weitere Informationen zu den Schulungen betrifft, kontaktieren Sie J.-P. Ginsberg (info@bbri.be) telefonisch (02/655.77.11) oder per Fax (02/653.07.29)
- Nützlicher Link: www.cstc.be (Rubrik „Agenda“)

WTB

BRÜSSEL

Firmensitz

Rue du Lombard 42
B-1000 Brüssel

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

ZAVENTEM

Büros

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

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

Veröffentlichungen

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

LIMELETTE

Versuchsgelände

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

Forschung und Innovation
Laboratorien
Bildung
Dokumentation
Bibliothek

HEUSDEN-ZOLDER

Demonstrations- und Informationszentrum

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

ICT-Wissenszentrum für Bauprofis (ViBo)