



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2018/4

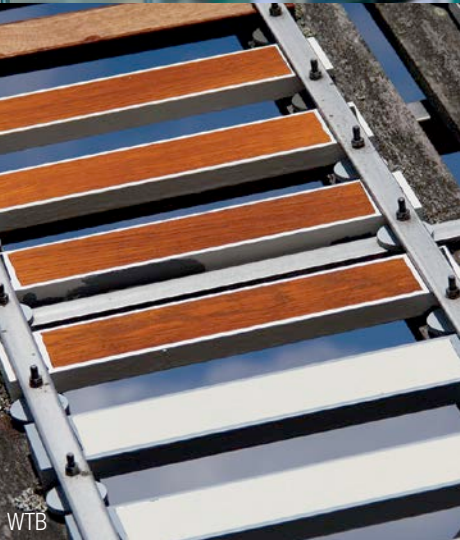
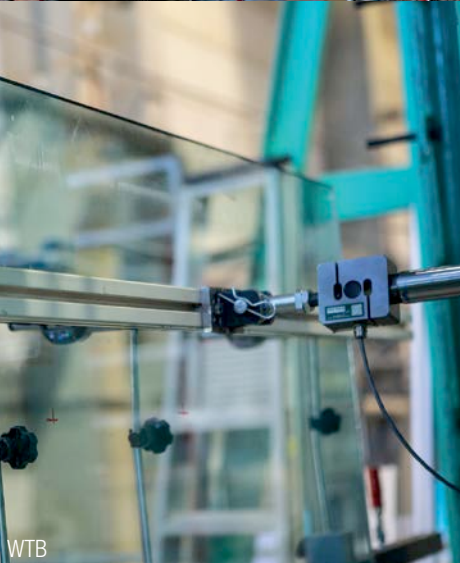


**Soilmix-
Verfahren**
S. 4-5

**Entkopplungs-
matten**
S. 14-15

**Leck- und
Druckprüfung**
S. 20-21

CPRO 2.0
S. 30



Inhalt 2018/4

Zeigen, um zu überzeugen 3



Soilmix-Verfahren zur Stabilisierung
der *Schelde-Ufer* 4



Machen Sie Ihre *Projekte der energetischen Renovierung*
kostengünstiger mit *Reno-Pro.be* 6



Das *Flachdach* von *heute*, der *Materialvorrat*
von *morgen?* 8



Dimensionierung von Geländern: mehr als nur
Stoßfestigkeitsprüfungen! 10



Die *Norm über Innenputze* wurde *auf den neuesten*
Stand gebracht! 12



Entkopplungsmatten: Was wissen wir heute? 14

Im Fokus 16



Anstriche für Holz im Außenbereich: hin zu einer *Klassifi-*
zierung in Abhängigkeit des *Anwendungsgebiets* 18



Wie eine *Leck- und Druckprüfung* an *Heizungsanlagen*
ausführen? 20



Wie wählen Sie einen geeigneten *Metall-Rauchkanal?* ... 22



Energetisch leistungsfähige Häuser: Was ist ihr
tatsächlicher Verbrauch? 24



Welche *Geräuschgrenzwerte* gelten für *Wärmepumpen?* ... 26



Wie die *BIM-Kompetenzen* identifizieren? 28



Berechnen Sie Ihre *Kosten* mit *CPRO 2.0* 30



Zeigen, um zu überzeugen

Es ist kein Geheimnis, dass die neuen Technologien im Bausektor eine wahre Revolution hervorrufen. Obwohl diese grundlegenden Veränderungen bereits zahlreiche große Unternehmen erreicht haben, ist dies bei den meisten (sehr) kleinen oder mittleren Unternehmen nicht der Fall. Diese Verzögerung kann natürlich auf die für die Implementierung dieser Technologien erforderliche Zeit und Mittel zurückzuführen sein, aber – um wirklich zu überzeugen – **muss man konkret zeigen, was sie im praktischen Einsatz zu bieten haben.**

Das WTB will deshalb **zwei Demonstrationsinfrastrukturen** einrichten. Die erste wird sich in **Woluwe-Saint-Etienne** befinden und wird sich auf Technologien wie z.B. BIM, 3D-Scantechniken, *Virtual* und *Augmented Reality* und Drohnen konzentrieren. Für die zweite hat man ein Gebäude auf dem Versuchsgelände von **Limelette** vor Augen, das den Technologien für Robotik und Industrialisierung, wie z.B. dem 3D-Druck, Platz bieten könnte. Dadurch würde der Sektor über zwei Demonstrationszentren verfügen, die einander optimal ergänzen. Ein ‚mobiler Hub‘ würde dann dafür sorgen, dass diese Technologien zu den Baustellen befördert werden können, um ihre Effizienz vor Ort zu demonstrieren.

Diese Zentren möchten außerdem **nicht nur den Ausbildungseinrichtungen, sondern auch den Start-ups Hilfen bieten**, die auf diese Weise über hoch entwickeltes Gerät verfügen können, um ihre Aktivitäten auszuprobieren und zu entwickeln.

In diesen Demonstrationsräumen werden somit **alle Möglichkeiten der aktuellsten digitalen Technologien gezeigt werden**, die eine günstige Auswirkung auf die verschiedenen Baugewerke während des gesamten Bauprojekts haben können. 3D-Druck, robotisierte Produktionsketten, Cobots, 3D-Rekonstruktion, Drohnen, digitale BIM-Modelle, kommunizierende Objekte, *Augmented Reality* ... Diese Tools werden sich auch je nach dem Bedarf im praktischen Einsatz untereinander verbinden lassen.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden entlang der Ufer der Schelde mehrere Instabilitäten und Erdrutsche festgestellt (siehe Abbildung 1). Es wurde ein Versuchsprojekt auf die Beine gestellt, um zu überprüfen, ob die betroffenen Böschungen und Deiche mithilfe des *Soilmix*-Verfahrens, das in diesem Artikel besprochen wird, verstärkt werden können.

Soilmix-Verfahren zur Stabilisierung der Schelde-Ufer

Die entlang der Schelde-Ufer festgestellte Instabilität scheint durch die **Verformung einer Tonschicht bedingt zu sein, die man an verschiedenen Orten findet, wo dieses Problem auftritt**. Diese Schicht mit einer Dicke von ungefähr 3 Metern weist einen sehr geringen Widerstand auf. Da sich diese Schicht außerdem in der Tiefe befindet, ist es unmöglich, die Böschungen dadurch zu stabilisieren, dass man ein natürliches Gefälle mit geringerer Steigung vorsieht. Folglich müssen größere Stabilisierungsmaßnahmen ergriffen werden. Obwohl dafür mehrere Lösungen existieren, scheint das *Soilmix*-Verfahren das beste Preis/Leistungs-Verhältnis zu bieten.

Soilmix-Verfahren

Das *Soilmix*-Verfahren besteht darin, den Boden zu bearbeiten, indem dieser vor Ort und in der Tiefe mit einem zementgebundenen (am häufigsten) oder kalkgebundenen (weniger häufig) Bindemittel durchmischt wird. Während der Boden mithilfe eines Bohrkopfs oder einer Fräse fein gemahlen wird, wird eine Wasser-Zement-Schlämme in den Boden eingepresst und mit ihm vermischt. Nach der Aushärtung dieses Gemischs, das auch ‚*Soilmix*-Material‘ genannt wird, werden in dem Boden Säulen oder Platten geformt (siehe [Infomerklärblätter 56.5](#) und [56.6](#)).

Diese Technik bietet gegenüber gängigeren Ausführungstechniken bestimmte Vorteile, wie z.B.:

- die **Verwendung des Bodens als Bau-**



1 | Rissbildung in einem instabilen Deich entlang der Schelde, in Melle.

material (das Erdreich muss somit nicht von der Baustelle abtransportiert werden)

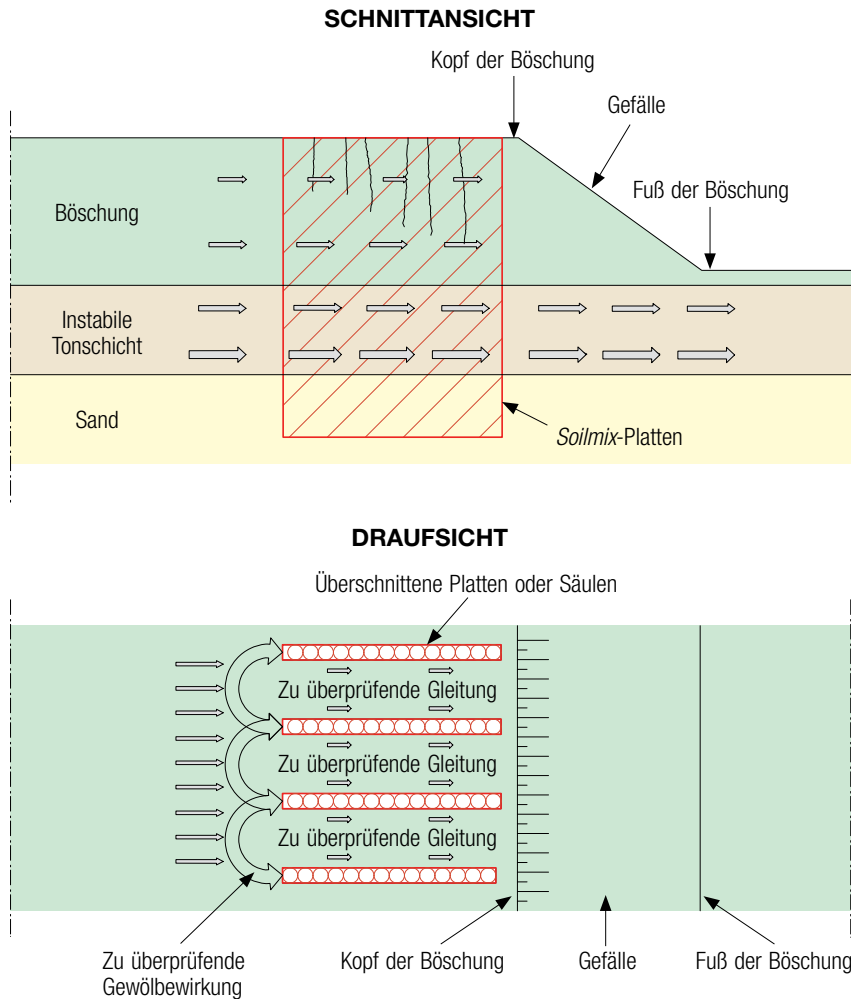
- die **geringe Bodenentspannung**, die es ermöglicht, ohne Schalung und in der unmittelbaren Nähe der existierenden Konstruktionen zu arbeiten
- das **Vermeiden von Verzögerungen durch Verkehrsstaus**, im Gegensatz zu den traditionellen Techniken, die einen kontinuierlichen Betontransport erfordern
- die **Ausführung ohne Grundwasserabsenkung**
- das **Nichtvorhandensein von beträchtlichen Vibrationen** bei der Ausführung.

Verstärkung der Deiche mit dem Soilmix-Verfahren

Eine der von der flämischen Behörde untersuchten Alternativen zur Stabilisierung der Ufer besteht darin, durch die Gleitfläche hindurch, die sich unter der Böschung entwickelt, oder durch die instabile Tonschicht hindurch querverlaufende *Soilmix*-Platten anzubringen (siehe Abbildung 2 auf der nächsten Seite).

Diese Technik kommt in Belgien bisher wenig zur Anwendung. Dennoch hat sie sich, insbesondere in den USA, seit langem bewährt. So wurden die Deiche

Das *Soilmix*-Verfahren: eine Technik, die sich schon seit mehr als zehn Jahren bewährt hat.



Verstärkungsprinzip

- Die querverlaufende *Soil-mix*-Platte wird durch die Gleitfläche oder instabile Schicht hindurch realisiert.
- Der Widerstand der *Soil-mix*-Platte in dieser Schicht muss kontrolliert werden.

Verstärkungsprinzip

- Gewölbewirkung, die vom Abstand zwischen den Platten abhängig ist.
- Überprüfung der Gleitung und der Schubfestigkeit an der Grenzfläche zwischen dem Boden und der *Soil-mix*-Platte.

2 | Prinzip der Verstärkung einer Böschung durch *Soilmix*-Platten.

von New Orleans nach dem Durchzug des Orkans Katrina im Jahr 2005 zur Verbesserung von deren Stabilität durch zahlreiche *Soilmix*-Platten verstärkt.

Versuchsprojekt

In Melle, südlich von Gent, wurde ein Versuchsprojekt auf die Beine gestellt. Wichtigstes Ziel des Projekts war es, **die Machbarkeit der Behandlung des instabilen Tons mittels des *Soilmix*-Verfahrens zu prüfen.**

Um einerseits das Verhalten des mit dem Zement vermischten und ausgehärteten Tons zu untersuchen und andererseits den Einfluss des Zementgehalts auf den Widerstand des Materials zu bewerten, wurde in den Laboratorien des WTB eine **erste Untersuchungsphase** durchgeführt.

Im November 2017 hat die Firma Soetaert nv (Jan De Nul Group) schließlich zwölf *Soilmix*-Platten an den Ufern der Schelde realisiert. Ziel dieser **zweiten Untersuchungsphase *in situ*** war es, den Einfluss verschiedener Ausführungsparameter auf das Ergebnis zu analysieren. Bei dieser Prüfkampagne wurden verschiedene Wasser/Zement-Verhältnisse, Mischungsenergien und Behandlungstiefen berücksichtigt, um die mechanischen Eigenschaften des nach der Aushärtung behandelten Materials zu optimieren.

Um die mechanischen Eigenschaften des so behandelten Tons zu bestimmen, wurden einige Wochen später Kernbohrproben von diesem *Soilmix*-Material entnommen und vom WTB analysiert.

Auf Basis der Prüfergebnisse führt die geotechnische Abteilung der flämischen Behörde momentan Finite-Elemente-

Simulationen aus, die dazu dienen sollen, die Lösung für die Verstärkung der Deiche mit dem *Soilmix*-Verfahren zu validieren.

Dieses Versuchsprojekt zielt somit darauf ab, nachzuweisen, dass das *Soilmix*-Verfahren für die Verstärkung der Böschungen und der Deiche geeignet ist, die in der Tiefe eine Tonschicht mit einem geringen mechanischen Widerstand aufweisen. Dank der im Rahmen dieses Projekts erworbenen Kenntnisse wird man **die optimale Lösung für die Verstärkung von mehreren instabilen Deiche entlang der Schelde ermitteln können.**

N. Denies, Dr. Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Geotechnik und Monitoring, WTB

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

Obwohl immer mehr Menschen sich darüber bewusst sind, dass die Reduzierung ihres Energieverbrauchs wichtig ist, bleibt es schwierig, sie davon zu überzeugen, in eine umfassende energetische Renovierung ihrer Wohnung zu investieren. Reno-Pro.be ist ein Onlinetool, mit dem man die Kosten eines Renovierungsprojekts verringern und dem Kunden zeigen kann, dass sich seine Investition lohnt.

Machen Sie Ihre Projekte der energetischen Renovierung kostengünstiger mit Reno-Pro.be

Eine Wohnung renovieren: eine qualvolle Wahl

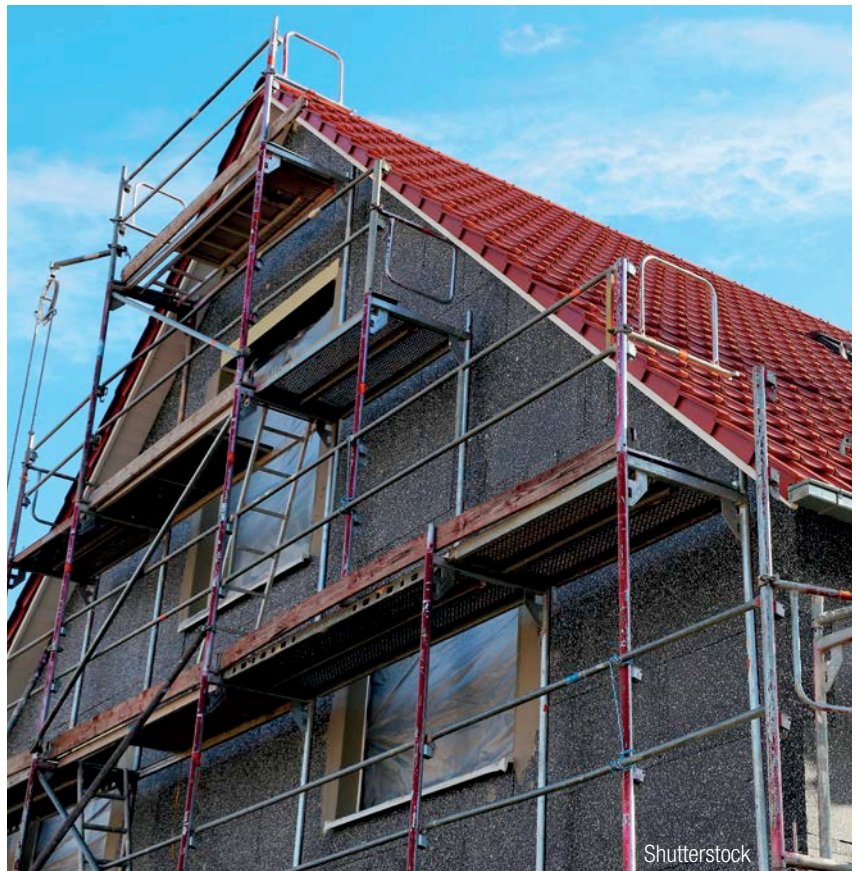
Die Suche nach der optimalen Kombination von Renovierungsmaßnahmen ist ein komplexer und zeitraubender Prozess. Denn diese Maßnahmen können nicht unabhängig voneinander betrachtet werden, sondern müssen immer in Kombination mit anderen Renovierungslösungen analysiert werden, um eine Vorstellung von den Investitionskosten und dem Energieverbrauch des Gebäudes zu erhalten. Bauunternehmer, Architekten und sonstige Baufachleute, die ihren Kunden bei der Suche nach der besten Kombination von Renovierungsmaßnahmen helfen wollen, müssen folglich dafür viel Zeit und Energie aufwenden. So müssen sie meistens mehrere PEB-Berechnungen miteinander vergleichen und die damit einhergehenden Investitions- und Energiekosten mit einer gesonderten Software berechnen.

Reno-Pro.be: ein benutzerfreundliches Tool für den Bauunternehmer

Das Reno-Pro.be-Tool ermöglicht es, alle Renovierungsmaßnahmen gegeneinander abzuwägen und die kosteneffizienteste Kombination auszuwählen. Dadurch, dass alle Projekte in einer „Cloud“ aufbewahrt werden, hat ihr Nutzer jederzeit Zugriff auf seine Projekte, sogar dann, wenn er bei einem Kunden oder auf der Baustelle ist.

Um mit dem Tool arbeiten zu können, muss man zuerst die Abmessungen der

Mit Reno-Pro.be kann man diverse Renovierungsmaßnahmen gegeneinander abwägen und die kosteneffizienteste Kombination auswählen.



Wohnung eingeben: die Brutto-Oberflächen der Gebäudehülle (Außenwände,

Dächer, Decken ...), der Fenster und der Außentüren.



Ein konkretes Beispiel

Wir haben eine Arbeiterwohnung mit einer Boden-Nutzfläche von 132 m² analysiert, wobei die Hohlwände und das Dach gedämmt sind und die Fenster aus einer Doppelverglasung bestehen.

Während des Entwurfs der Renovierungsarbeiten mussten sehr viele Fragen beantwortet werden:

- Ist es in finanzieller Hinsicht interessant, die bereits gedämmten Hohlwände und Dachteile noch zusätzlich zu dämmen?
- Müssen die Fenster ausgetauscht werden oder kann man das Budget besser für die Deckendämmung ausgeben?
- Ist es vorzuziehen, in die Bedarfssteuerung des Lüftungssystems oder in einen sparsameren Brennwertkessel zu investieren?
- Ist nicht noch ein Budget übrig, um Solarplatten zu installieren?

Dadurch, dass die verschiedenen Kombinationen von Renovierungsmaßnahmen mithilfe des **Reno-Pro.be**-Tools miteinander verglichen werden konnten, ist es uns gelungen, **für ein und dasselbe Investitionsbudget die jährliche Energierechnung gegenüber dem ersten Entwurf um 130 € zu reduzieren**. So erhält der Kunde nicht nur mehr Gegenwert für sein Geld, sondern er ist auch besser gegen zukünftige Erhöhungen der Energiepreise geschützt, was wiederum zu einem höheren Verkaufswert seiner Wohnung führen kann.

Danach muss man für jede Gebäudekomponente angeben, ob diese renoviert oder beibehalten wird. Ferner muss man einen spezifischen Wandaufbau oder eine spezifische Renovierungsmaßnahme wählen. Dafür kann der Nutzer auf **eine Bibliothek von Maßnahmen** zurückgreifen, die mit dem Tool mitgeliefert wird und in der generische Materialeigenschaften enthalten sind. Dadurch erhält man eine erste geschätzte Angabe von dem zu erwartenden *Return on Investment*.

Der Nutzer wird jedoch ausdrücklich ermutigt, **die Preise mit einem kritischen Auge zu überprüfen**, bevor er diese dem Kunden vorlegt. Denn die Ergebnisse sind nur sinnvoll, wenn die Preise an den spezifischen Kontext des Projekts und an die Materialien angepasst sind, die der Kunde verwenden möchte.

Realistische Einschätzung des Energieverbrauchs

Der Energieverbrauch hängt nicht nur von der Dicke der Dämmung in der Wand ab, sondern auch vom **Verhalten der Bewohner**.

Das **Reno-Pro.be**-Tool berücksichtigt diesen Parameter, indem es **drei verschiedene Szenarien** betrachtet. So wird der Energieverbrauch berechnet für:

- einen ‚Durchschnittsbewohner‘, dem es gelingt, eine gute Abwägung zwi-

schen Komfort und Energieeffizienz vorzunehmen

- einen Bewohner, der gerne etwas mehr Komfort hat, der die Heizung häufiger einschaltet, diese auf eine höhere Temperatur einstellt und auch die Schlafzimmer beheizen möchte
- ein ‚Profil mit niedrigem Komfort‘, das für Bewohner gilt, die nicht häufig zu Hause sind oder tendenziell, das Thermostat auf eine niedrigere Temperatur einstellen.

Diese verschiedenen Berechnungen versetzen den Bauprofi in die Lage, **auf das Profil des Kunden eine maßgeschneiderte Beratung zu leisten**.

Die gesamte Wohnung genau unter die Lupe genommen

Um zu einem wirklich optimalen Renovierungsplan zu kommen, muss die gesamte Wohnung genau unter die Lupe genommen werden: vom nachträglichen Dämmen der Wände, Decken und Dächer über das Austauschen von Fenstern und Heizungs- und Warmwasseranlagen bis zum Installieren eines Lüftungssystems, das Angehen von Wärmebrücken und das Verbessern der Luftdichtheit.

Nichtfinanzielle Aspekte

Dadurch, dass das **Reno-Pro.be**-Tool sich lediglich auf die finanzielle Optimierung

des Renovierungsprojekts konzentriert, ist es in erster Linie für Kunden nützlich, die vor allem über ihre Energierechnung besorgt sind. Es kann aber trotzdem sein, dass auch Eigentümer, die aus einer rein ökologischen Motivation heraus renovieren möchten, von diesem Tool profitieren können. Denn die Optimierung der Maßnahmen kann dafür sorgen, dass man **für ein und dasselbe Budget einen noch geringeren Energieverbrauch** realisieren kann.

Die nichtfinanziellen Aspekte der Renovierung dürfen jedoch keinesfalls vergessen werden. So wird das Angehen der Wärmebrücken in manchen Fällen in finanzieller Hinsicht vielleicht nicht rentabel sein. Aber dieser Eingriff ist doch erforderlich, um zu vermeiden, dass Kondensation und Schimmelbildung entstehen können. Folglich müssen die Ergebnisse des **Reno-Pro.be**-Tools immer **mit anderen Analysen verglichen** werden. Das **Diagnosetool** und die **Entwurfsanleitung**, die beide im Rahmen des **RenoFase**-Projekts ausgearbeitet wurden, können dabei zugute kommen. ■

R. Decuyper, Ir., Projektleiter, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB

Das Reno-Pro.be-Tool (bald in französischer Sprache erhältlich) wurde im Rahmen des RenoFase-Projekts des WTB und seiner Partner, mit finanziellem Zuschuss der VLAIO, entwickelt und wird im Rahmen der ‚Kennisplatform Woningrenovatie‘ fertig gestellt.

In der letzten Zeit wächst das Bewusstsein, dass die Vorräte unserer Rohstoffe nicht unerschöpflich sind. Die Rohstoffe, die zur Herstellung von Dachdeckungsmaterialien dienen, bilden diesbezüglich keine Ausnahme. Die Kreislaufwirtschaft will darauf eine Antwort geben, indem sie die heute verwendeten Materialien als Rohstoffe für morgen betrachtet. Dies erfordert nicht nur das Recycling der Abfälle, sondern auch schon Überlegungen über zukünftige Herausforderungen und Einsatzmöglichkeiten.

Das Flachdach von heute, der Materialvorrat von morgen?

Kreislaufwirtschaft: mehr als nur Recycling

Der Bausektor ist in Belgien für ungefähr 30 % der Abfallerzeugung verantwortlich. Obwohl das Recycling in unserem Land schon gut organisiert ist, bringt es **bestimmte Herausforderungen und Probleme** mit sich, die für die Materialien des Dachdeckersektors spezifisch sind:

- Die technische Qualität des Altmaterials muss bewertet werden (z.B.: Enthält das Material Teer? Ist es ausreichend rein?)
- Die Möglichkeiten für dessen Wiederverwendung in neuen Produkten sind sowohl von der technischen Machbarkeit her als auch angesichts des derzeitigen rechtlichen Rahmens begrenzt
- Die Kosten des Recyclings müssen gegen die von Primärmaterialien abgewogen werden.

Die oben erwähnten Probleme ließen sich teilweise lösen, wenn **bessere Recyclingtechniken** (siehe Abbildung 1) und eine **intelligentere Logistik** zum Einsatz kämen.

Demontierbare Entwürfe und Ausführungen

Bei neuen Projekten könnte man auch andere Entscheidungen treffen, um eine mögliche Wiederverwendung zu erleichtern. Mit anderen Worten: Man müsste schon beim Entwurf der Demontage oder dem Abriss mehr Aufmerksamkeit schenken; ein Ansatz, der auch als



1 | Der selektive Abbruch von Dächern hat mehr Recycling zur Folge.

„**Design for disassembly**“ bezeichnet wird.

Die Dachabdichtung wird gegenwärtig häufig auf den Untergrund (Dämmstoff oder Tragkonstruktion) geklebt. Dies hat jedoch als Nachteil, dass sie am Ende ihrer Lebensdauer nicht ohne Weiteres von der darunterliegenden Dämmung oder Konstruktion getrennt werden kann und dass das Abdichtungsmaterial unweigerlich mit Klebstoff- und Dämmstoffresten verschmutzt ist. Es existieren allerdings einige Lösungen, mit denen sich die Verbindung der Dachabdichtung mit dem Untergrund auf eine „trockene“ oder „demontierbare“ Weise ausführen lässt. So kann man sie **lose anbringen** (Ballaste, siehe Abbildung 2) oder auf

dem Dachaufbau **mechanisch befestigen**. Obwohl diese Techniken schon häufig in der Dachfläche angewendet werden, ist dies für die Dachaufkantung noch nicht der Fall. Es ergäben sich dort für deren Anwendung jedoch zahlreiche Vorteile.

Daneben wurden auch **innovative Lösungen** entwickelt, wie z.B. reversible Verklebungen und neue Systeme, mit denen sich die Dachbahnen mithilfe von Kabeln, Haken und Klettbandverbindungen mechanisch befestigen lassen. Obwohl diese Lösungen in der Praxis noch wenig zur Anwendung kommen, können sie durchaus als Inspiration für zukünftige Anwendungen dienen.



Zukunftsperspektiven

Da die Materialien, die heute auf dem Flachdach angebracht werden, im Jahr 2050 als Rohstoffe für neue Produkte verwendet werden sollen, ist es wichtig, schon jetzt diesbezügliche Vorkehrungen zu treffen. So ist es interessant, die **Historie** der angewendeten Materialien zu kennen (z.B.: Welche Eigenschaften hatten die Produkte bei der Anbringung? Wie erfolgte ihre Instandhaltung? Wie lange liegen sie schon auf dem Dach?). Dabei können sich **neue Systeme für die Informationsspeicherung** als nützlich erweisen. Es könnte beispielsweise ein BIM-Modell Anwendung finden, das auch in der Nutzungsphase des Gebäudes auf dem aktuellen Stand gehalten wird. Diese Systeme können einen besseren Einblick in die Materialien geben, die in Belgien auf den Dächern (oder in anderen Anwendungen) verwendet wurden und ermöglichen es, leichter eine Valorisierungslösung beim Abbruch oder Abriss zu finden.

Es können auch **neue Ertragsmodelle** für Unternehmen entwickelt werden, bei denen der Hersteller oder der Bauunternehmer Eigentümer des Produkts bleibt und dem Bauherrn eine Funktion oder eine Leistung anbietet (z.B. Gewährleistung des Fortbestands der Wasserdichtheit eines Flachdaches anstelle der bloßen Ausführung desselben). Dieser



2 | Demontierbare Ausführung der Dachabdichtung durch Nutzung von Ballast.

Ansatz stellt einen zusätzlichen Anreiz für die Bauunternehmer und die Hersteller dar, eine Qualitätsarbeit zu liefern: Denn je länger das Dach seine Leistung erbringt und je besser es instand gehalten wird, umso weniger häufig wird es ersetzt oder instand gesetzt werden müssen.

Daneben werden auch andere Möglichkeiten untersucht, wie das **Vereinbaren des Restwerts des Materials** (z.B. garantierte Rücknahme zu 10 % des ursprüng-

lichen Preises) oder **das Anbieten von Dienstleistungen**, durch die der Hersteller oder der Bauunternehmer über die Lebensdauer des Produkts hinweg mit dem Kunden in Kontakt bleibt (z.B. Wartungsvertrag).

Während solche Modelle für die Wiederverwertung von Rohstoffen in anderen Sektoren schon ziemlich gut entwickelt sind, ist es – wegen der langen Lebensdauer der Gebäude und des recht niedrigen Werts der Kosten für die Baumaterialien – nicht so einfach, sie auch im Bausektor einzuführen.

Umweltauswirkung und Kreislaufwirtschaft

Das Streben nach einer geringeren Umweltauswirkung und das nach mehr Kreislaufwirtschaft gehen nicht immer Hand in Hand. So kann das Recyceln eines Produkts eine höhere Umweltauswirkung haben, weil es mehr Transport oder energieintensive Verarbeitungsprozesse erfordert. Andererseits kann man sich die Frage stellen, ob leicht anpassbare oder demontierbare Lösungen nicht schneller ersetzt werden (weil es eben so einfach ist) und dadurch langfristig zu mehr Materialverbrauch führen werden. In diesem Zusammenhang sind sowohl die technische Dauerhaftigkeit als auch die Qualität des Entwurfs und der Ausführung wichtige Aspekte.

Obwohl die Aufmerksamkeit für den Rohstoffverbrauch und die Umweltauswirkung der Gebäude ständig zunimmt (siehe **Les Dossiers du CSTC 2018/2.2**), gibt es derzeit keine Normen oder Bestimmungen, die die Verwendung von reversiblen oder umweltfreundlichen Lösungen obligatorisch vorschreiben.

Schlussfolgerung

Die weitere Entwicklung von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft für den Bausektor und deren letztliche Integration könnten dazu führen, dass man bei dem Entwurf und der Ausführung von Flachdächern demontierbaren Lösungen den Vorzug gibt. Obwohl diesbezüglich noch keine Verpflichtungen bestehen, ist es wichtig, diesen Ansatz zu antizipieren, indem verschiedene Lösungen auf dem Gebäude- und Komponentenniveau erarbeitet werden. |

J. Vrijders, Ir., Leiter des Laboratoriums Nachhaltige Entwicklung, WTB

E. Mahieu, Ing., Leiter der Abteilung Interface und Beratung, WTB



Geländer müssen so entworfen und ausgeführt werden, dass sie die darauf einwirkenden dynamischen und statischen Belastungen aufnehmen können. Im Gegensatz zu dem, was häufig angenommen wird, reicht es bei der Bewertung der Sicherheit und der Einsatztauglichkeit von Geländern nicht aus, nur die dynamischen Belastungen zu berücksichtigen.

Dimensionierung von Geländern: mehr als nur Stoßfestigkeitsprüfungen!

Außer den Stoßfestigkeitsprüfungen mit weichen und harten Stößen müssen bei der Dimensionierung von Geländern auch die statischen Belastungen (Eigen-gewicht, Nutzungs- und Windbelastungen) berücksichtigt werden.

Statische Belastungen

Die Dimensionierung von Geländern in Abhängigkeit der statischen Belastungen erfolgt durch Berechnungen oder Prüfungen. Wenn die Dimensionierung durch Berechnungen schwierig zu sein scheint oder die damit erhaltenen Ergebnisse nicht den von der Norm NBN B 03-004 festgelegten Kriterien entsprechen, muss man auf eine Dimensionierung durch Prüfungen (im Labor oder vor Ort) zurückgreifen.

Diese Norm definiert sowohl die Belastungen in Abhängigkeit der Nutzungsklassen von Gebäuden (A: Wohngebäude, B: Bürogebäude, C: Versammlungsorte für viele Personen und D: Handelsgebäude), als auch die Belastungskombinationen und die partiellen Sicherheitskoeffizienten, die, je nachdem es sich bei den bewerteten Elementen um Verankerungen, Pfosten, Strukturglas oder Füllelemente handelt, angewendet werden müssen.

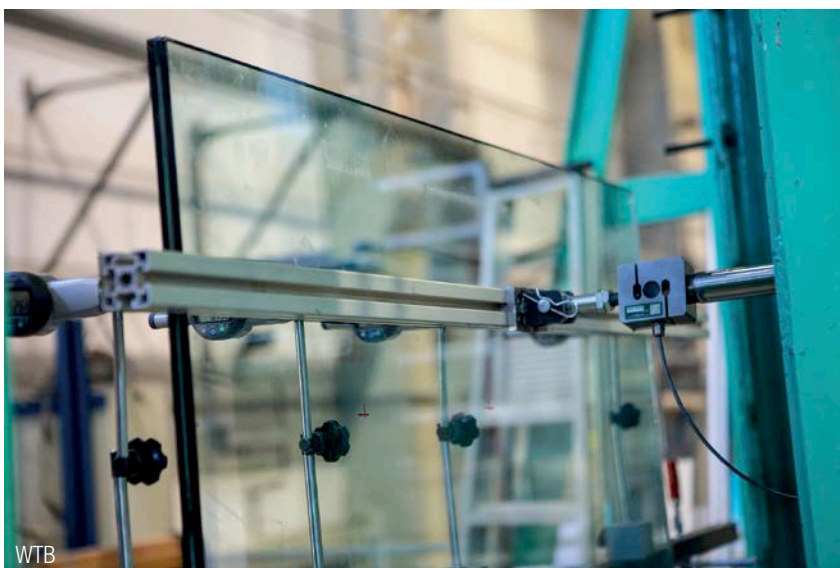
Falls die Dimensionierung durch Prüfungen erfolgt, muss man die Belastungen, die bei der Dimensionierung durch Berechnungen zu berücksichtigen sind, um 10 % erhöhen.

Unabhängig davon, ob die Dimensionierung durch Berechnungen oder Prü-

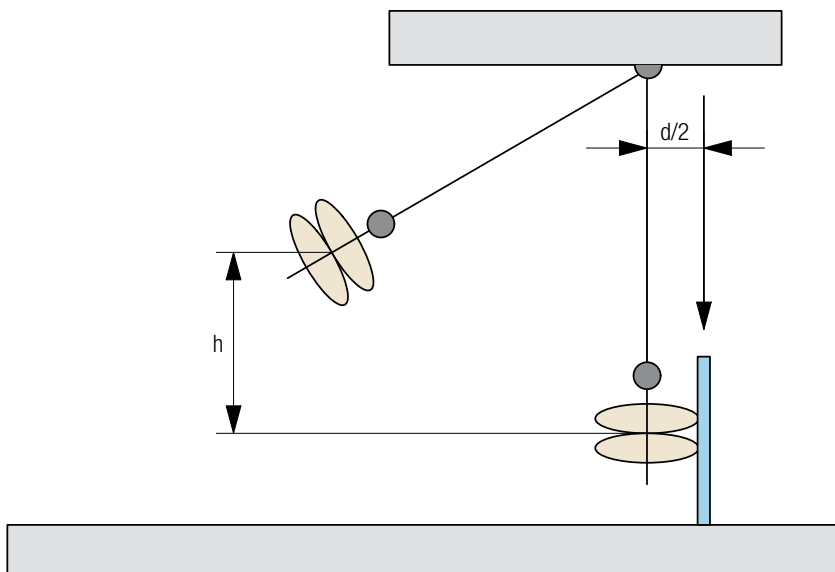
fungen erfolgt, muss man gewährleisten können, dass sich das Geländer unter den Nutzungsbelastungen **nicht zu stark verformt** (man spricht dabei von Brauch-barkeitsgrenzzuständen) und dass es seine Funktion als **Schutz gegen den Sturz von Personen in die Tiefe** weiterhin erfüllt, selbst wenn es irreparable Schäden erlitten hat (man spricht dabei von äußersten Grenzzuständen).

Die verschiedenen statischen Belastungen, die bei normaler Nutzung auf das Geländer einwirken können, werden nachstehend aufgeführt. Je nach vorliegender Situation müssen diese Belastungen kombiniert werden, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass sie gleichzeitig auftreten können:

- **Belastungen infolge des Eigengewichts**
- **Nutzungsbelastungen** (z.B. Personen, die sich an das Geländer anlehnen. Es ist zu unterscheiden zwischen:
 - **drei horizontalen Belastungen**, die abhängig sind von der Nutzungs-klasse der Räume und die unabhängig voneinander zu berücksichtigen sind und in der Fallrichtung angewendet werden müssen, d.h.:
 - * einer linearen Kraft ($q_{k,h}$)
 - * einer konzentrierten Kraft ($Q_{k,h1}$)
 - * einer konzentrierten Kraft, die am ungünstigsten Ort unter der Schutzhöhe angreift ($Q_{k,h2}$)
 - **einer horizontalen Belastung von 0,5 kN/m**, die für alle Nutzungsklassen in der umgekehrten Fallrichtung angewendet werden muss, wenn diese Belastung kritischer ist als die drei oben erwähnten Belastungen
 - **einer vertikalen Belastung ($Q_{k,v}$) von 1 kN**, die für alle Nutzungsklassen



1 | Prüfung unter einer statischen horizontalen Belastung.



2 | Prinzip der Prüfung unter einer dynamischen Belastung (h: Fallhöhe; d: Durchmesser).

am Handlauf oder am ungünstigsten Ort des Geländers angewendet werden muss. Bei Glasgeländern muss diese Belastung nur berücksichtigt werden, wenn sie mit einem auf dem Glas befestigten dezentriertem Holm versehen sind

- **Windbelastungen.** Diese werden nur mit der linearen horizontalen Belastung $q_{k,h}$ kombiniert. Diese Belastungen sind von verschiedenen Parametern abhängig, die im Eurocode 'Wind' und seinem nationalen Anhang (NBN EN 1991-1-4 ANB) angegeben sind. Wegen fehlender genauer Daten werden diese Belastungen häufig in ihrer Größe überschätzt. Das WTB hat Untersuchungen durchgeführt, um zu ermitteln, in welchen Situationen man realistischere Belastungen berücksichtigen könnte.

Die Norm NBN B 03-004 definiert außerdem Sicherheits- und Einsatztauglichkeitskriterien, und zwar sowohl für die Bewertung durch Berechnungen als auch durch Prüfungen von Geländern mit Pfosten, ohne Pfosten und aus eingespanntem Glas. Falls die Dimensionierung durch Prüfungen erfolgt, dürfen die Einsatztauglichkeitskriterien dreimal aufeinanderfolgend überprüft werden. Wenn nach diesen drei Prüfungen diese Kriterien noch immer nicht erfüllt werden, muss man davon ausgehen, dass das Geländer nicht den Qualitätsanforderungen entspricht.

Dynamische Belastungen

Für die dynamischen Belastungen (weiche und harte Stöße) erfolgt die Überprüfung der Sicherheit und der Einsatztauglichkeit nur durch Prüfungen. Während dieser Prüfungen wird das Geländer einer Anzahl Stöße ausgesetzt, die es grundsätzlich aufnehmen können muss, ohne dass der Stoßkörper durch das Geländer hindurchtritt. Die Prüfung mit dem weichen Stoß simuliert den Aufprall einer oder mehrerer Personen und wird an einem beliebigen Element des Geländers ausgeführt. Die Prüfung mit dem harten Stoß simuliert wiederum den Aufprall eines harten Körpers an einem Füll-element des Geländers.

Diese jeweiligen Stoßfestigkeitsprüfungen mit weichem und hartem Stoß werden an den ungünstigsten Orten des Geländers ausgeführt. Der Ort des Aufpralls befindet sich im Allgemeinen in der Mitte des Fülllements, in Höhe des Pfostens und/oder in der Nähe einer Verbindung, oder aber bei Geländern aus eingespanntem Glas in einer der oberen Ecken.

Die Stoßfestigkeitsprüfungen mit weichem Stoß werden ausgeführt mit einem Zwillingsreifen von 50 kg (siehe Schema), der aus einer ganz bestimmten Fallhöhe h losgelassen wird. Diese Höhe ist abhängig von der Nutzungsklasse des Gebäudes (siehe nachstehende Tabelle).

Die Stoßfestigkeitsprüfungen mit hartem Stoß werden auf die gleiche Weise ausgeführt, und zwar mit einer Stahlkugel mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Masse von 0,5 kg. Die Fallhöhe h beträgt dagegen für alle Nutzungsklassen 750 mm. Diese Prüfungen müssen nicht an Glasgeländern ausgeführt werden.

Nach dem Aufprall muss das Geländer seine Schutzfunktion (gemäß den Kriterien in der Norm) weiterhin erfüllen, selbst wenn dieser Schutz nicht mehr mit dem vor dem Stoß identisch ist. Dem liegt das Ziel zugrunde, eine eventuelle Reparatur ausführen zu können, wobei gleichzeitig noch ein Mindestschutz gewährleistet wird.

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

Ein beschädigtes Geländer muss weiterhin vor einem Absturz schützen.

Zu berücksichtigende Fallhöhe in Abhängigkeit der Nutzungsklasse des Gebäudes.

Nutzungsklasse des Gebäudes	Fallhöhe (weicher Stoß) [mm]
A: Wohngebäude	300
B: Bürogebäude	450
C: Versammlungsorte für viele Personen	700
D: Handelsgebäude	700



Die im Jahre 2016 überarbeitete Norm NBN EN 13914-2 zu dem Entwurf, der Vorbereitung und der Ausführung von Innenputzen schenkt dem Untergrund viel Aufmerksamkeit. Dieser Artikel bespricht die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung.

Die Norm über Innenputze wurde auf den neuesten Stand gebracht!

Anwendungsgebiet der Norm

Die europäische Norm NBN EN 13914-2 formuliert einige allgemeine Empfehlungen für die Ausführung von Innenputzen. Angesichts der großen Diversität der Materialien, Praktiken und Klimabedingungen in Europa ist es jedoch möglich, dass diese Norm für bestimmte Aspekte nicht ausreichend ins Detail geht, wodurch sie so nicht immer für die Bauunternehmer nützlich oder anwendbar ist. Deshalb muss sie mit nationalen Anhängen oder zusätzlichen nationalen Richtlinien ergänzt werden, die gezielter ausgerichtete Empfehlungen oder ergänzende Leistungen formulieren. In Belgien kann man hierfür auf die [TIs 199](#) und [201](#) zurückgreifen.

Die Norm NBN EN 13914-2 bezieht sich auf:

- Putze auf Gips- oder Gipskalkbasis
- Putze auf Zement- und/oder Kalkbasis
- polymermodifizierte Putze auf Zement- und/oder Kalkbasis
- Leichtputze
- Silikatputze
- organische Putze
- Lehmputze.

Beschreibung der Arbeiten

Um ein korrektes Angebot erstellen und die Arbeiten möglichst gut einschätzen zu können, muss der Innenputzer über die folgenden Informationen verfügen:

- den Typ des Untergrunds und die eventuellen Vorbehandlungen
- das gewünschte Putzsystem und die erforderlichen Schichtdicken

- die angestrebten Funktionen und Leistungen
- die Größe der Putzoberfläche (die nach der belgischen Norm NBN B 06-001 gemessen werden kann)
- die Koordination mit anderen Gewerken für die Verlegung der Leitungen und der Kabel
- die Anschlussdetails bezogen auf andere Elemente (z.B. Schreinerarbeiten)
- den gewünschten Behandlungsgrad des Putzes, unter Berücksichtigung der späteren Endbearbeitung und Beleuchtung.

Ein Innenputz kann verschiedene Funktionen erfüllen, wie z.B. das Sicherstellen der Luftdichtheit und des Brandschutzes. Obwohl mit dem Putz manchmal auch eine dekorative Funktion realisiert wird, dient der Putz in den meisten Fällen nur als Untergrund für eine darauffolgende Endbearbeitung (z.B. Anstrich oder Tapete).

Der Planer muss angeben, welchem Qualitätsniveau genügt werden muss. Denn wenn er dies nicht tut, kommt gemäß der Norm Niveau 1 zur Anwendung, was nicht anderes heißt, als dass keine Anforderungen auferlegt werden. Für weitere Informationen über die Qualitätsniveaus und die Toleranzen für Innenputze verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2008/3.12](#).

Vorbereitung des Untergrunds

Vor dem Beginn der Putzarbeiten muss das Gebäude oder der betreffende

Raum **wind- und regendicht** sein. In der Umgebung befindliche Elemente, wie z.B. Schreinerarbeiten, müssen gegen Flecken und Beschädigungen geschützt werden.

Eine **gute Koordination** zwischen den Bauunternehmern (Subunternehmern) ist äußerst wichtig. So müssen klare Vereinbarungen über die Elemente (z.B. Leitungen, Kabel) getroffen werden, die im Untergrund verborgen werden müssen oder über die Durchführungen, die vorzusehen sind. Falls hinter diesen Elementen verputzt werden muss, muss dies vorher besprochen werden.

Der Untergrund muss **trocken, sauber und ausreichend ausgehärtet** sein. Rückstände von Staub, Ausschalungsprodukten oder Ausblühungen müssen zuerst abgebürstet oder entfernt werden. Ferner müssen Beschädigungen repariert sowie lockere Teile wieder befestigt werden.

Falls der Untergrund **Dehnungsfugen** umfasst, müssen diese im Putz an der gleichen Stelle übernommen werden.

Es ist wichtig, dass der **Putz mit dem vorhandenen Untergrund verträglich ist**. Je nach dem Typ des Untergrunds und des gewählten Putzes kann eine Vorbehandlung erforderlich sein. Die überarbeitete Norm gibt diesbezüglich zahlreiche Tipps. In der Tabelle auf der folgenden Seite werden für die gängigsten Untergründe in Belgien die Empfehlungen der Norm mit denen der [TI 201](#) verglichen. Wenn der Hersteller des Untergrunds oder des Putzes spe-



zifische Vorbehandlungen angibt, sind diese selbstverständlich anzuwenden.

Ausführung des Innenputzes

Nach einer guten Vorbereitung des Untergrunds können die Eckprofile und die lokalen Verstärkungen angebracht werden. Diese werden vorzugsweise mit dem gleichen Putztyp befestigt. Dabei muss man natürlich die Korrosionsempfindlichkeit der Profile berücksichtigen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2012/2.9](#)).

Bei der Verarbeitung des Putzes muss

die Temperatur des Untergrunds und der Umgebung mindestens 5 °C betragen (oder 8 °C im Falle von Silikatputzen).

Der Putz kann in einer Lage (oder in zwei Nass-in-Nass-Schichten) oder in mehreren Lagen angebracht werden, gegebenenfalls mit einer dazwischen befindlichen Grundierung oder Haftschicht.

Bei der Zubereitung des Putzes wird im Allgemeinen eine beträchtliche Wassermenge hinzugefügt, die während der Trocknung größtenteils verdampfen muss. Es ist wichtig, dass die verschie-

denen Putzlagen über ausreichend Zeit verfügen, um zu trocknen und auszuhärten, bevor eine folgende Lage oder Endbearbeitung (z.B. Anstrich oder Tapete) darauf angebracht bzw. vorgenommen wird. Dabei ist es wesentlich, den Raum zur Reduzierung von Problemen, wie z.B. Haftfähigkeitsverluste oder Schimmelbildung, gut zu lüften. Weitere Informationen über die Trocknung von Innenputzen finden Sie in [Les Dossiers du CSTC 2010/4.11](#).

I. Dirx, Ir., Projektleiter, Laboratorium Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB

Vergleich der für verschiedene Untergründe in der Überarbeitung der Norm NBN EN 13914-2 und in der TI 201 empfohlenen Vorbehandlungen.

Untergrund	Empfohlene Vorbehandlungen	
	NBN EN 13914-2	TI 201
Ziegel-mauerwerk	- Bei einer normalen und gleichmäßigen Wasserabsorption ist keine Vorbehandlung erforderlich. - Bei einem Mauerwerk, das Wasser nur wenig, unregelmäßig oder stark absorbiert, muss man spezielle Vorkehrungen treffen.	
Beton-blöcke	- Bei Betonblöcken mit normalen oder schweren Granulaten muss man einen Voranstrich anbringen, einen Putzträger vorsehen oder einen polymermodifizierten Zementputz verwenden. Für Gipsputze wird empfohlen, eine Haftgrundierung aufzutragen. - Bei Betonblöcken mit leichten Granulaten: - Bei einer normalen Absorption ist keine Vorbehandlung erforderlich. - Bei einer starken Absorption muss man einen Voranstrich anbringen oder einen Putzträger vorsehen. - Bei Leichtbetonblöcken muss man einen polymermodifizierten Voranstrich anbringen oder eine Haftgrundierung verwenden.	- Die eventuell vorhandenen Ausblühungen müssen entfernt werden. - Bei einer normalen Wasserabsorption ist keine Vorbehandlung erforderlich. - Bei einer geringen Wasserabsorption muss man eine Haftsicht anbringen. - Bei einer starken Wasserabsorption muss man einen angepassten Voranstrich anbringen oder einen geeigneten harzmodifizierten Putz verwenden.
Kalksand-steinblöcke	In Abhängigkeit der Absorption und Haftung des Blocks kann es erforderlich sein, einen Voranstrich anzubringen, einen polymermodifizierten Zementmörtel zu verwenden oder einen Putzträger vorzusehen.	Bei stark wasserabsorbierenden Blöcken muss man einen angepassten Voranstrich anbringen oder einen geeigneten harzmodifizierten Putz verwenden.
Zellenbeton	Je nach der Wasserabsorption des Zellenbetons kann eine Behandlung zur Verringerung der Absorption erforderlich sein.	Bei stark wasserabsorbierendem Zellenbeton muss man einen angepassten Voranstrich anbringen oder einen geeigneten harzmodifizierten Putz verwenden.
Beton	Glatte Oberflächen müssen eine vorbereitende Behandlung erhalten. - Für Gipsputze wird empfohlen, eine Haftgrundierung aufzutragen. - Einige polymermodifizierte Putze auf Kalk- und/oder Zementbasis oder organische Putze können ohne Vorbehandlung verwendet werden.	- Etwaige Ausschalungsprodukte müssen entfernt werden. - Bei einer glatten Oberfläche muss man eine Haftgrundierung anbringen und gegebenenfalls einen Putzträger bei Putzen mit einer normalen Dicke vorsehen. - Bei einer rauen Oberfläche muss man einen Voranstrich gemäß den Vorschriften des Herstellers anbringen.



Der Dienst Technische Gutachten des WTB wird häufig mit Fragen zur Verwendung von Entkopplungsmatten in Fliesenböden konfrontiert. Um dem Sektor diesbezüglich eine bessere Unterstützung bieten zu können, hat das Bauzentrum kürzlich eine pränormative Studie durchgeführt. Daraus konnte gefolgert werden, dass die geprüften Produkte durchaus eine entkoppelnde Wirkung hatten, dass sie mit einer Abnahme der Haftfestigkeit einhergingen und dass sie eine Verringerung der Stoßfestigkeit und eine vernachlässigbare bis leichte Verbesserung der akustischen Leistungen mit sich brachten.

Entkopplungsmatten:

Was wissen wir heute?

1 Anwendungsgebiet der Entkopplungsmatten

Es wird empfohlen, Entkopplungsmatten anzuwenden, wenn die Spannungen im Bodenaufbau sehr hohe Werte annehmen können, wie z.B. bei der Anwendung von sehr großformatigen Fliesen, einer frühen Verlegung der Fliesen, dem Vorhandensein einer Fußbodenheizung und der Verwendung von dunklen Fliesen bei Außenanwendungen mit einer starken Sonneneinstrahlung.

2 Untersuchte Eigenschaften der Entkopplungsmatten

Diese pränormative Studie konzentrierte sich auf die entkoppelnde Wirkung, die Haftung, die Stoßfestigkeit, die Wasserdampfdurchlässigkeit und die akustischen Leistungen einer Anzahl von (dünnen oder strukturierten) Entkopplungsmatten. Im Folgenden werden die ersten Ergebnisse dieser Studie näher erläutert.

2.1 Entkoppelnde Wirkung

Eine erste Eigenschaft, über die eine Entkopplungsmatte verfügen muss, ist natürlich eine gewisse entkoppelnde Wirkung. Diese muss dafür sorgen, dass die Spannungen, die horizontalen und

vertikalen Bewegungen und die Vibrationen nur teilweise (oder überhaupt nicht) vom Estrich auf den Bodenbelag übertragen werden, wodurch das Risiko der Rissbildung im Fliesenbelag und/oder der Ablösung des Fliesenbelags reduziert wird (siehe [Les Dossiers du CSTC 2015/4.10](#)).

Da kein normiertes Prüfverfahren für die Bewertung dieser Entkopplungsfunktion existiert, haben unsere Mitarbeiter sich im Rahmen dieser Studie auf die Prüfverfahren für vergleichbare Eigenschaften von Fliesenklebern und mechanisch verbundenen Holzträgern basiert. Auf diese Weise konnte für die verschiedenen Matten ein **Entkopplungskoeffizient oder Gammafaktor** bestimmt werden, der zwischen 0 (vollständige Entkopplung) und 1 (vollständige Kopplung) variiert. Aus der Studie konnte abgeleitet werden, dass die geprüften Entkopplungsmatten Werte von 0,19 bis 0,75 erreichten, während der Faktor des traditionellen verklebten Aufbaus ungefähr 0,9 betrug (siehe blaue Säulen in der Grafik auf der nächsten Seite).

Man kann daher daraus folgern, dass **alle geprüften Matten über eine gewisse entkoppelnde Wirkung verfügen**, allerdings in einem unterschiedlichem Maße.

Wir möchten jedoch schon darauf hinweisen, dass die Prüfungen nicht an

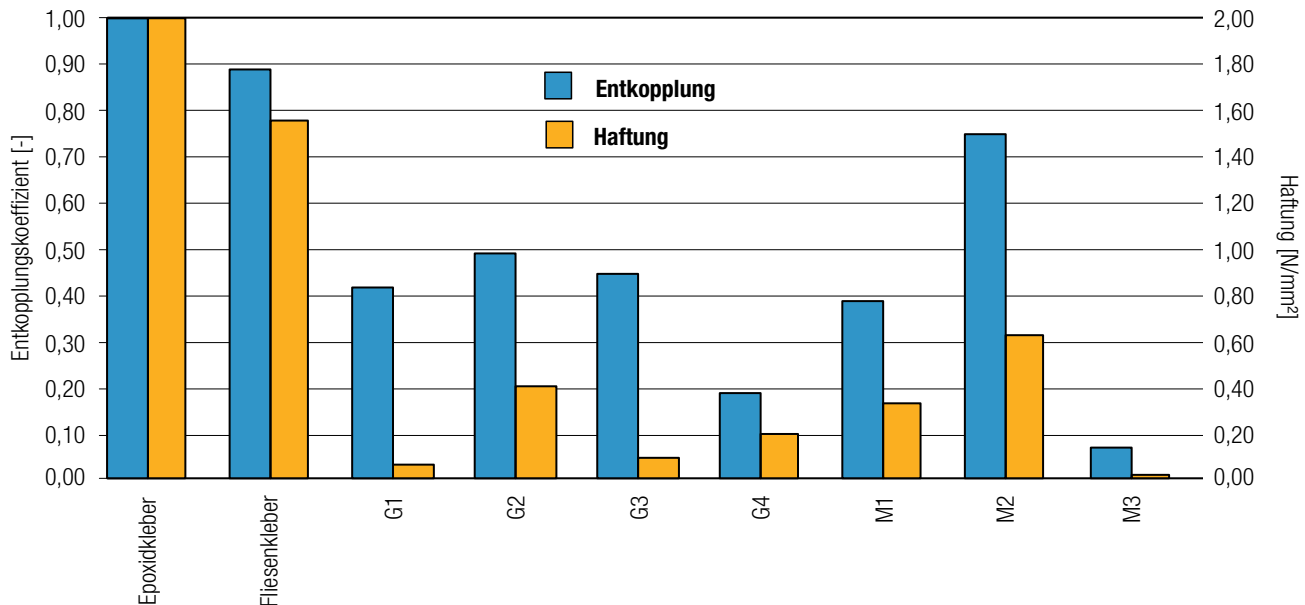
den vom Hersteller vorgeschriebenen Systemaufbau, sondern an den Komponenten selbst ausgeführt wurden.

2.2 Haftung

Eine gute Haftung der Deckschicht am Untergrund ist entscheidend, um zu vermeiden, dass sich der Bodenbelag ablöst. In den Normen für Kleber und flüssig angebrachte Wasserabdichtungsprodukte unter dem Bodenbelag werden dafür Mindestanforderungen (meistens 0,5 N/mm²), sogar nach Alterungszyklen, auferlegt.

Aus der Studie hat sich ergeben, dass **die Haftfestigkeit** zwischen dem Belag und dem Untergrund bei dem verwendeten Fliesenkleber 1,56 N/mm² beträgt und bei ein und demselben Aufbau **mit den verschiedenen Entkopplungsmatten nur 0,62 bis sogar 0,07 N/mm² beträgt** (siehe orangefarbene Säulen in der Grafik).

Dabei muss angemerkt werden, dass die Hinzufügung einer Entkopplungsmatte für eine Änderung im Spannungszustand des Bodenaufbaus sorgt. So werden **die Schubspannungen von der Entkopplungsmatte teilweise (oder vollständig) aufgenommen**. Folglich kann eine geringere Haftfestigkeit zum Zusammenhalten der verschiedenen



Vergleich der Entkopplung und Haftung von mit einem Epoxidkleber oder Fliesenkleber verklebten Aufbauten und von Aufbauten mit verklebten strukturierten Matten (G1 bis G4) und Membranen (M1 bis M3).

Bodenschichten ausreichend sein. Deshalb setzt man sich gegenwärtig in der darin spezialisierten Arbeitsgruppe der ISO (*Organisation internationale de normalisation*) dafür ein, für die verklebten Entkopplungsmatten eine Mindest-Haftfestigkeit von 0,20 N/mm² aufzuerlegen. Da die Haftung des Bodenbelags am Untergrund gleichermaßen vom Grad der Entkopplung abhängig ist, müsste auch ein maximaler Gammafaktor aufgelegt werden.

2.3 Stoßfestigkeit

Die Stoßfestigkeit wurde nach zwei Methoden an drei verschiedenen Entkopplungsmatten und Fliesendicken geprüft. Anhand dieser Prüfungen hat sich herausgestellt, dass sich die Festigkeit bei der Verwendung einer Entkopplungsmatte verringert und dass sich diese Erscheinung insbesondere bei einer schwimmenden Matte feststellen lässt.

Es kann daher gefolgert werden, dass die Keramikfliesen bei Bodenaufbauten mit einer Entkopplungsmatte nicht dünner sein dürfen als die Dicke die für Bodenaufbauten ohne Entkopplungsmatte empfohlen wird und dass die Fliesen mindestens 6 mm dick sein müssen.

2.4 Wasserdampfdurchlässigkeit

Da die Wasserdampfdurchlässigkeit bei der Trocknung und folglich auch bei der Krümmung des Estrichs eine große Rolle spielt, wurde auch diese Eigenschaft untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die auf dem Markt vorhandenen Matten in dieser Hinsicht ein stark variierendes Verhalten aufweisen.

Beim Anbringen eines Anhydritbodens muss man darauf achten, dass dieser – bevor die Entkopplungsmatte angebracht wird – ausreichend trocken ist, um Schäden am Estrich zu vermeiden.

2.5 Einfluss auf die akustischen Leistungen

Schließlich wurde auch das Verhalten in Bezug auf Kontaktgeräusche (mit anderen Worten die Abstrahlung in den Raum selbst und die Übertragung auf den darunterliegenden Raum) untersucht. Daraus konnte gefolgert werden, dass die Befestigungsweise der Entkopplungsmatte auf dem Estrich für die zu erwartende akustische Auswirkung ausschlaggebend scheint. So haben die verklebten Entkopplungsmatten einen fast vernachlässigbaren akustischen Effekt, während bei einer schwimmenden Verlegung – trotz der geringen Ver-

besserung der Kontaktschalldämmung auf den darunterliegenden Raum – eine beträchtliche Verstärkung des in den Raum abgestrahlten Schalls auftritt.

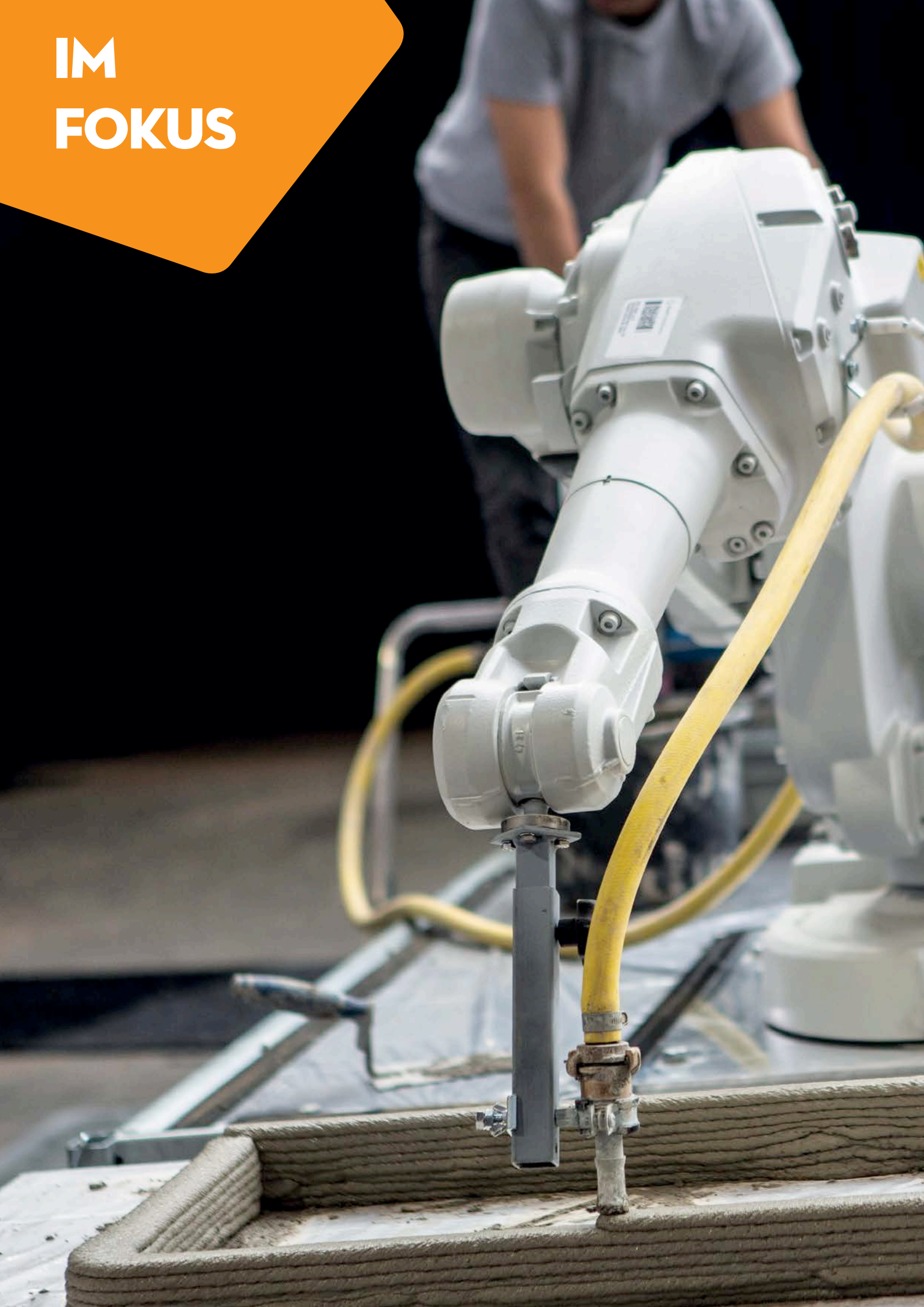
3 Fazit

Die Ergebnisse der vom WTB durchgeführten pränormativen Studie werden an die ISO-Arbeitsgruppe übermittelt, die als Auftrag hat, eine Produktnorm zu verfassen, die Eigenschaften und Mindestanforderungen für Entkopplungsmatten definiert. Wir halten natürlich den belgischen Sektor über den weiteren Verlauf dieser Aktion auf dem Laufenden.

Diese pränormative Studie ist jedoch noch nicht ganz abgeschlossen. So werden gegenwärtig noch einige Prüfungen bezüglich der Temperatureinflüsse und Außenanwendungen durchgeführt. Die Ergebnisse davon werden in einer späteren Phase bekanntgemacht.

T. Vangheel, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums, und S. Mertens, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB

IM FOKUS



Digital Construction Brussels: Die zweite Auflage der Messe zog 3.000 Besucher an!

Danke an alle Besucher, die diese zweite Auflage von Digital Construction Brussels zu einem Erfolg machten! Ihr wart nicht weniger als 3.000 Teilnehmer, **was gegenüber dem vorigen Jahr eine Verdoppelung ist.**

Das Interesse an digitalen Lösungen steigt weiterhin. KMUs, Techniker, Dachdecker und viele andere Baufachleute waren an der zweitägigen Veranstaltung auf dem Tour & Taxis-Gelände anwesend, **wo sie an mehr als 70 Ständen die neuesten Anwendungen entdecken konnten.** Sie nutzten auch verstärkt die zahlreichen organisierten Seminare, um ihre Kenntnisse im Bereich der digitalen Transformation zu verbessern.

Im Vergleich zu unseren Nachbarländern arbeitet der belgische Bauunternehmer noch sehr wenig mit BIM, 3D-Druckern, Drohnen und 3D-Scannen. **Es ist somit ein gutes Signal, dass gerade diese Themen auf der Fachmesse auf viel Interesse gestoßen sind. Die diesbezüglichen Präsentationen, Seminare und Workshops waren alle gut besucht!**

Das WTB engagiert sich weiterhin für das Einführen des Bauunternehmers in die digitale Welt. Fachmessen wie z.B. Digital Construction **bringen ihn mit digitalen Lösungen in Kontakt** und zeigen, dass es sogar für kleine Unternehmen Lösungen gibt, die sie täglich auf der Baustelle einsetzen können.

Mit vollem Elan auf zu einer nächsten Auflage!



Die europäische Norm NBN EN 927 über Anstriche für Holz im Außenbereich ist vor ca. zwanzig Jahren in Kraft getreten. Obwohl es Ziel des dafür entwickelten Ansatz ist, praktisch ausgerichtet zu sein, wird diese Norm von den Baufachleuten nicht gebührend anerkannt, die lieber auf die diversen nationalen Leitfäden zurückgreifen (z.B. STS 52.1). Dieser Artikel gibt eine kurze Übersicht über das europäische Klassifikationssystem und versucht einen Zusammenhang zwischen den nationalen Bezeichnungen und den europäischen Klassen herzustellen. Schließlich formuliert es einige neue Empfehlungen auf Basis der letzten laufenden Untersuchungen.

Anstriche für Holz im Außenbereich: hin zu einer Klassifizierung in Abhängigkeit des Anwendungsgebiets

Um die Verwendung von unangepassten Anstrichen zu vermeiden, **ist der von der Normenreihe NBN EN 927 entwickelte Ansatz auf die Bestimmung der technischen Leistungen der Anstriche in Abhängigkeit ihres Anwendungsgebiets basiert**. So werden drei Nutzungsklassen definiert, und zwar entsprechend der zugelassenen Dimensionsschwankungen des Holzes (siehe Tabelle A):

- stabil
- halbstabil
- nicht stabil.

Ziel eines stabilen Anstrichs ist unter anderem die Verformungen des Holzes infolge von Feuchtigkeit zu verringern. Ein solcher Anstrich wird beispielsweise für Fenster und Türen empfohlen, um ihre Dichtheitsleistungen zu gewährleisten. Ein nicht stabiler Anstrich wird dagegen größere Wasserinfiltrationen mit sich bringen, wird aber auch besser an die etwaigen Dimensionsschwankungen des Untergrunds angepasst sein.

Jede dieser drei Klassen ist durch eine

Anzahl Kriterien und technische Leistungen charakterisiert, die hauptsächlich auf der Wasserdurchlässigkeit, der Haftung und der Beschädigung des Anstrichs nach einer natürlichen Alterung eines Jahres beruhen. Die Merkmale bezüglich des Aussehens umfassen Kriterien bezüglich der Transparenz (oder des Deckvermögens, d.h. der Fähigkeit, einen Untergrund mit einer anderen Farbe zu maskieren), des Glanzes und der Dicke (oder des Füllvermögens). Die mit diesen Kriterien verbundenen Klassen wurden in die Anhänge der **TI 249** und in den ersten Teil der Norm (NBN EN 927-1) aufgenommen.

Dank dieser Norm ist es leichter, die Eigenschaften eines Produktes zu kennen, und zwar in dem Sinne, dass **die bloße Angabe der Nutzungsklasse für die Bestimmung der technischen Leistungen des Anstrichs ausreichen müsste**. Trotz dieser scheinbaren Einfachheit wird die europäische Normierung für die Nutzer gleichermaßen nicht gebührend anerkannt.

Im Vergleich zu den in den STS (STS 52.1, 52.04.8, 04.3) definierten nationalen Klassen, **würde es das Klassifikationssystem der Norm außerdem ermöglichen, alle Anstrichsysteme zu umfassen** (Ölfarben, Lasuren, Lacke ...) und die Übereinstimmung ihrer Leistungen mit den in Erwägung gezogenen Anwendungen zu gewährleisten.

Die Norm geht noch ein Stück weiter, indem sie auch **den Einfluss der Holzart** berücksichtigt. So empfiehlt sie, – trotz des Umstandes, dass die Verwendung von Kiefern und Fichten für die Bewertung und den Vergleich der Basisleistungen der Anstriche auferlegt wird – auch Prüfungen an anderen Holzarten auszuführen.

Obwohl die erhaltenen Ergebnisse lauter eine Ergänzung zur europäischen Klassifizierung darstellen, gestatten sie das Verhalten des Anstrichs bei einer Anwendung auf den gängigsten Untergründen für die in Erwägung gezogene Nutzung besser einzuschätzen.

A | Nach der Norm NBN EN 927 definierte Nutzungsklassen.

Nutzungsklasse des Anstrichs	Zugelassene Dimensionsschwankungen des Holzes	Anwendungsbeispiele
Stabil	Die Dimensionsschwankungen müssen minimal sein	Schreinerarbeiten: Fenster, Türen ...
Halbstabil	Die Dimensionsschwankungen müssen begrenzt sein	Holz-Dachstuhl, Verkleidung mit Zapfenverbindung ...
Nicht stabil	Dimensionsschwankungen sind zugelassen	Einzäunungen, Gartenhäuser, Verkleidung aus Lattung mit belüfteten Luftzwischenraum ...



B | Vorschlag von europäischen Spezifikationen in Übereinstimmung mit den in den nationalen Leitfäden definierten Klassen.

In den STS definierte nationale Klassen	Entsprechende europäische Klassen und Spezifikationen
C2	Stabil / Mittleres Füllvermögen (Gesamt-DFT (*) im Bereich von 20 bis 60 µm) / Halbtransparent
C3	
CTOP	Stabil / Großes Füllvermögen (Gesamt-DFT im Bereich von 60 bis 100 µm) / Halbtransparent
Anstrich	Stabil / Großes (Gesamt-DFT im Bereich von 60 bis 100 µm) oder sehr großes Füllvermögen (Gesamt-DFT größer als 100 µm) / Nicht transparent

(*) DFT: Dry Film Thickness oder Trockenschichtdicke.

Die Tabelle B macht einen Vorschlag, die Klassen aus den nationalen Leitfäden, die wegen der europäischen Norm veraltet sind, und die Spezifikationen dieser Norm zueinander in Beziehung zu setzen. Der Unterschied zwischen den Klassen C2 und C3 aus den STS beruht hauptsächlich im Schutz gegen Schimmelpilze und Insekten, der durch die Systeme der Klasse C2 und nicht der der Klasse C3 sichergestellt wird. Dieses Kriterium wird nicht durch die Norm NBN EN 927, sondern durch die Norm NBN EN 599 in Bezug auf die Schutzbehandlungsprodukte bewertet. Obwohl bestimmte Anstriche Fungizide und Biozide enthalten können, ist es jedoch wichtig, anzumerken, dass diese Produkte nicht in das Holz durchdringen und dass sie somit nicht die gleiche Dauerhaftigkeit bieten wie eine tiefergehende Schutzbehandlung.

VOC-Gehalt

Bei der Wahl eines Anstrichs werden zunehmend ökologische Aspekte, und insbesondere der VOC-Gehalt, also der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen, berücksichtigt. Seit 2010 auferlegt eine europäische Richtlinie maximale VOC-Gehalte für zwölf Produktklassen, einschließlich Anstrichsystemen für Holz im Außenbereich. **Im Gegensatz zu den Innenanstrichen für Wände und Decken sind die auferlegten Grenzwerte weniger streng. So ist die Anwendung von zahlreichen Anstrichen auf Lösungsmittelbasis noch stets zugelassen und diese Produkte sind noch auf dem Markt erhältlich.** Für niedrigere VOC-Gehalte wird empfohlen, auf Produkte zurückzugreifen, die über das europäische Ecolabel verfügen und wofür die tolerierten Werte viel strenger

sind (siehe [TI 249](#) und [Les Dossiers du CSTC 2011/3.8](#)). Für Anwendungen in der Werkstatt gilt die Richtlinie 1999/13/EG (siehe [Les Dossiers du CSTC 2011/3.8](#)). Wir möchten ebenfalls daran erinnern, dass es obligatorisch vorgeschrieben ist, den VOC-Gehalt auf der Verpackung der Anstrichfarbe anzugeben.

Lebensdauer und Wasserdampfdurchlässigkeit der Anstriche

Die Norm macht bisher keine Angabe über die Lebensdauer der Anstriche oder die Auswirkung ihrer Wasserdampfdurchlässigkeit. Diese Faktoren werden gegenwärtig in verschiedenen Forschungsprojekten untersucht, mit dem Ziel ihrer Aufnahme in die Norm.

Obwohl die Dauerhaftigkeitsprüfungen wegen der beträchtlichen Dauer der natürlichen Alterungsprüfungen noch im Gange sind (siehe nachstehende Abbildung), zeichnen sich jedoch schon einige erste Tendenzen im Zusammen-

hang mit der Wasserdampfdurchlässigkeit ab. So können unter anderem große Unterschiede im Verhalten der Anstriche beobachtet werden. Diese Eigenschaft wird einen Einfluss auf die Ableitungsgeschwindigkeit der Feuchtigkeit haben, die in das Holz wandern kann. Für Anwendungen, bei denen ein großes Risiko in Bezug auf Wasserinfiltrationen besteht (z.B. mangelhafte Ausführung, Rauigkeit, die eine homogene Anwendung einschränkt ...), genießen die Produkte, die den Untergrund am besten atmen lassen (kleinster Wasserdampfdiffusionswiderstand S_d) den Vorzug, insbesondere bei sehr absorbierenden Holzarten (z.B. Lärchen ...). Auf diese Weise ließen sich eine Wasserstagnation im Untergrund und die Ablösung des Anstrichs vermeiden. Diese Produkte werden aller Wahrscheinlichkeit nach jedoch eine Unterhaltung in regelmäßigen Abständen erfordern, und zwar wegen ihrer geringeren Dicke. **I**

E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Holz und Coatings, WTB

Holzproben, die einer natürlichen Alterungsprüfung unterzogen werden.



Vor der Inbetriebnahme einer Heizungsanlage muss sie einer Leck- und Druckprüfung unterzogen werden. Denn es ist von äußerster Wichtigkeit, dass die Anlage leakticht ist, um deren ordnungsgemäßen Betrieb zu garantieren und etwaige Schäden zu vermeiden. Die Norm NBN EN 14336 liefert hierfür eine Prüfmethode.

Wie eine Leck- und Druckprüfung an Heizungsanlagen ausführen?

Anwendungsgebiet der Norm

Die in der Norm NBN EN 14336 beschriebene Methode gilt für Zentralheizungsanlagen mit Warmwasser in einem geschlossenen Kreislauf und deckt sowohl deren Leckdichtheit als auch deren Festigkeit ab (Schraub-, Press-, Quetsch-, Löt- und Schweißverbindungen).

Moment für die Ausführung der Prüfungen

Da bestimmte Anlagenkomponenten (z.B. der Wärmeerzeuger, das Überdruckventil, das Ausdehnungsgefäß und der Entlüfter) nicht gegen einen zu hohen Prüfdruck beständig sind, empfiehlt es sich, die Prüfung **in zwei oder sogar mehr Phasen** auszuführen.

Soweit keine anderen Vorgaben gemacht werden, wird die **erste Prüfung** bei einem Prüfdruck durchgeführt, der dem 1,3-fachen des maximalen Betriebsdrucks bei einem Mindestdruck von 4 bar entspricht. Dieser Betriebsdruck ist gleich dem Einstelldruck des Überdruckventils (meistens 3 bar, manchmal 5 bar oder höher). Die Prüfung findet nach der Fertigstellung des Hydraulikkreislaufs statt, mit anderen Worten wenn der gesamte Kreislauf für die Inspektion zugänglich ist und es noch möglich ist, etwaige Instandsetzungen auszuführen.

Bei dieser ersten Prüfung kann man zwei Situationen unterscheiden:

- Wenn die **Leitungen auf der tragenden Rohdecke und in den Wänden** installiert werden (z.B. für die Radiatoren oder Konvektoren und die Wandhei-

zung), wird die Prüfung vor den Verputzarbeiten und der Ausführung der Nivellierungsschicht, der Dämmung und des Estrichs durchgeführt. Falls die Radiatoren nicht sofort installiert werden, müssen die Leitungen an der Wand-Austrittsstelle mit einem Abstandhalter versehen werden, so dass sie bis zur späteren Installation der Radiatoren korrekt positioniert werden können. Die Leitungen müssen in dem Fall aneinander mithilfe einer vorübergehenden Schleife angeschlossen werden (was als das ‚Durchschleifen‘ der Leitungen bezeichnet wird)

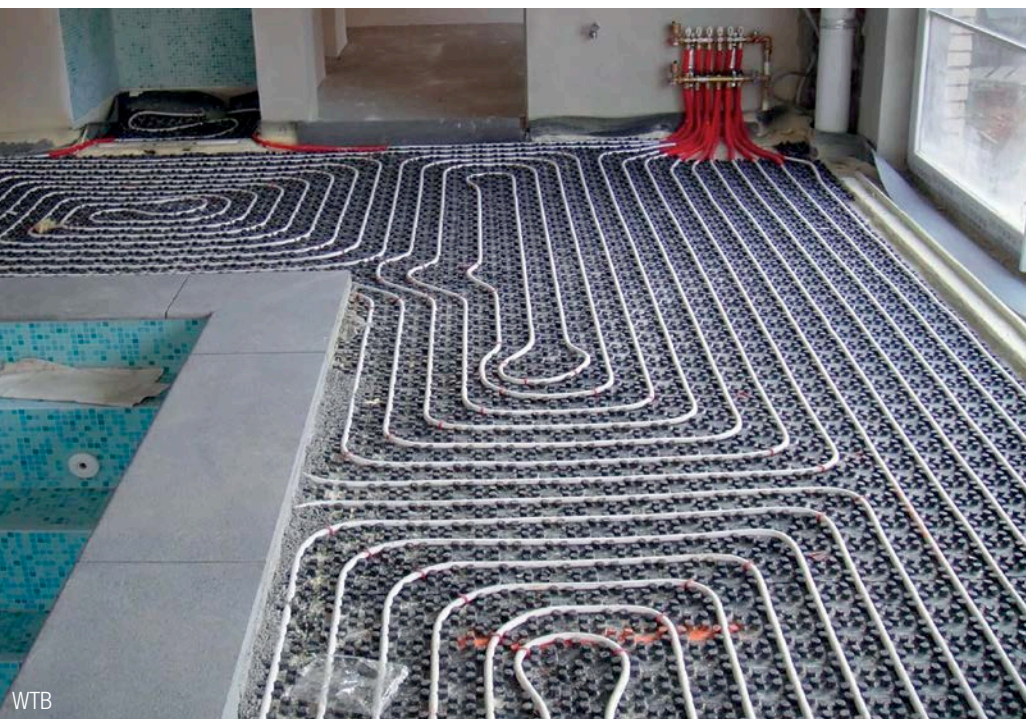
- Bei der Installation von **Fußbodenheizungssystemen** werden die Leitungen an den Sammlern angeschlossen, wobei die Prüfung stattfindet, bevor der Estrich gelegt wird (siehe Abbildung 1).

Nach der Montage der Komponenten, die nicht gegen den üblichen Prüfdruck beständig sind, kann eine **zweite Prüfung** bei einem normalen Betriebsdruck ausgeführt werden (meistens 1 bis 1,5 bar).

Vorbereitung der Prüfung

Die Anlage muss mit **kaltem, sauberem (Trink-)Wasser**, das frei von Sedimenten ist, gefüllt werden. Dazu muss ein Filter mit einer Maschenweite $\leq 150 \mu\text{m}$ zur Anwendung kommen. Die Anlage wird erst nach der Prüfung mit behandeltem Wasser gefüllt, um zu vermeiden, dass während der Prüfung vorbehandeltes Wasser verloren gehen könnte (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/2.13).

1 | Bei Fußbodenheizungssystemen findet die Prüfung statt, bevor der Estrich verlegt wird.





Français

RAPPORT D'ESSAI D'ETANCHEITE ET DE PRESSION

DONNEES ADMINISTRATIVES

Références	
Dossier	
Nom	
Adresse	
Commune	
Commentaire	

Bâtiment	
Adresse	
Commune	
Partie considérée	
Commentaire	

Installateur	
Nom	
Adresse	
Commune	
Commentaire	

CONDITIONS D'ESSAI	PRESSION D'EPREUVE	PRESSION DE SERVICE
Remplissage de l'installation		
eau potable filtrée	☐	☐
autre:	☐	☐
Manomètre		
type		
Composants non testés		
générateur de chaleur	☐	☐
soupape de sécurité	☐	☐
vase d'expansion	☐	☐
purgeur	☐	☐
manomètre	☐	☐
thermomètre	☐	☐
séparateur de boue - filtre	☐	☐

2 | Beispiel für die Vorlage zum Dokumentieren der Prüfergebnisse.

Auf jeder zu prüfenden Zone muss ein **Manometer** mit einem ausreichenden Messbereich und einer Ablesegenauigkeit von 0,1 bar angebracht werden.

Schließlich wird empfohlen, in der Kaltwasser-Zuführungsleitung der Anlage einen **dauerhaften Wasserzähler** vorzusehen. Auf diese Weise kann man:

- das effektive Füllvolumen während der Prüfung überprüfen
- darauf achten, dass keine Nachfüllung durch Unbefugte erfolgt
- die Menge an Nachfüllwasser während der Lebensdauer der Anlage überwachen.

Ausführung der Prüfung

Bei der **ersten Prüfung** muss man die folgende Arbeitsweise anwenden. Die

Anlage muss:

- langsam gefüllt und an allen hochliegenden Stellen entlüftet werden
- dem üblichen Prüfdruck ausgesetzt werden
- systematisch auf Verformungen oder Lecks kontrolliert werden (visuell und/oder auditiv).

Bei Nichtvorhandensein von einfach zu erkennenden Lecks muss der Druck in der Anlage mindestens zwei Stunden lang aufrechterhalten werden. Der Prüfdruck muss protokolliert werden.

Bei der **zweiten Prüfung** muss die Anlage:

- langsam gefüllt und an allen hochliegenden Stellen entlüftet werden
- dem normalen Betriebsdruck ausgesetzt werden
- systematisch auf Lecks kontrolliert

werden (visuell und/oder auditiv; bedeutende Lecks machen sich auf dem Manometer schnell bemerkbar).

Nachsorge nach den Prüfungen

Es wird empfohlen, die Anlage während der weiteren Arbeiten auf dem normalen Betriebsdruck zu halten. Durch diese Arbeitsweise kommen etwaige Probleme gewöhnlich schnell ans Licht.

Man muss jedoch vermeiden, dass die Anlage während der Zeiten mit Frostgefahr gefüllt ist. Die Verwendung von Frostschutzmittel kann in dem Fall keine Abhilfe für das Problem bringen, und zwar wegen dessen hohen Kosten, der Notwendigkeit später die Anlage vollständig zu entleeren und der Verpflichtung, das Frostschutzmittel entsprechend der Umweltgesetzgebung zu entsorgen.

Außerdem wird davon abgeraten, das Wasser abzulassen, da in einer Anlage, die aus Leitungen, Radiatoren und Pumpen aus Stahl aufgebaut ist, ein Risiko in Bezug auf innere Korrosion besteht.

Wenn die Anlage behandeltes Wasser erfordert, muss die Behandlung nach den Prüfungen schnellstmöglich durchgeführt werden.

Dokumentieren der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Leck- und Druckprüfung müssen in einen **Prüfbericht** aufgenommen werden. Auf der CSTC-Website steht dafür eine Vorlage zur Verfügung (siehe Abbildung 2).

*P. Van den Bossche, Ing., Leiter des Laboratoriums Heizung und Lüftung, WTB
C. Delmotte, Ir., Leiter des Laboratoriums Leistungsmessungen technischer Anlagen, WTB*

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle Energie und Raumklima, mit der finanziellen Unterstützung des FÖD Wirtschaft und des NBN, verfasst.



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2018/4.9

Korrosion kann die Durchlöcherung der Innenwand eines Metall-Rauchkanals zur Folge haben und dessen Luftdichtheit beeinträchtigen. Im Falle von konzentrischen Kanälen kann das dafür sorgen, dass der Rauch zum Kessel zurückgeführt wird. Dieser Artikel geht näher auf die wichtigsten Ursachen von Korrosion ein und erläutert wie Sie einen geeigneten Rauchkanal auswählen können.

Wie wählen Sie einen geeigneten Metall-Rauchkanal?

1 Ursachen von Korrosion

Die innere Korrosion von Rauchkanälen wird durch das Vorhandensein von bestimmten Bestandteilen hervorgerufen:

- **Wasser**, das von der Kondensation des Rauchs auf der Innenwand des Rauchkanals stammt, wenn die Temperatur dieses Kanals örtlich unter den Taupunkt sinkt. Brennwertkessel sind somit diesem Korrosionsrisiko ganz besonders ausgesetzt. Bei anderen Typen von Wärmeerzeugern befindet sich der Rauchkanal im Allgemeinen in einer trockenen Umgebung (*), was dieses Risiko – sogar wenn der Rauch korrosive Substanzen enthält – beträchtlich verringert
- **Schwefeloxide**, die während der Verbrennung von Heizöl, Holz und Kohle gebildet werden. Diese Brennstoffe enthalten von Natur aus bereits variable Mengen an Schwefel. Auch in Erdgas ist Schwefel vorhanden, wenn auch in kleinerem Maße. Der Rauch, der von diesen Brennstoffen herrührt, enthält somit variable Mengen an Schwefeloxiden

- **Chlor**, das von Natur aus bereits in kleinen Mengen in Kohle und Holz enthalten ist. Dieser Bestandteil liegt auch in der Verbrennungsluft vor (in Küstenregionen und in bestimmten spezifischen Räumen, wie z.B. Friseursalons und Schwimmbädern).

Das Material, aus dem der Rauchkanal aufgebaut ist, muss somit in Abhängigkeit der Brennstoffart, des Arbeitsprinzips des Erzeugers (ggf. mit Nutzung des Kondensationseffekts) und der Qualität der Verbrennungsluft gewählt werden.

2 Wahl des Metallkanals

2.1 Qualität des Brennstoffs

Das in Belgien vertriebene **Erdgas** enthält sehr wenig Schwefel und der Rauch, der durch dessen Verbrennung erzeugt wird, weist geringe korrosive Eigenschaften auf.

Um die Auswirkung der Heizung auf die Luftqualität und das Entstehen von saurem Regen zu reduzieren, wird der

Schwefelgehalt im **Heizöl** ständig verringert. So beträgt der gegenwärtige maximale Schwefelgehalt 50 ppm (*parts per million* oder Teile pro Million), gegenüber einer früheren Größenordnung von 1.000 ppm, was die korrosive Eigenschaften des Rauchs stark reduziert. Man kann auch Heizöl „Extra“ verwenden, dessen Schwefelgehalt kleiner als 10 ppm ist.

Unbehandeltes Holz enthält in der Regel weniger als 300 ppm Schwefel. Behandeltes Holz (mit Schutzbehandlung und/oder einem Anstrich) kann dagegen sehr korrosive Substanzen freisetzen.

Die für die Heizung am häufigsten verwendete **Kohle** ist Anthrazit. Dieser Brennstoff kann bis zu 10.000 ppm Schwefel enthalten. Die anderen Kohlesorten (z.B. Steinkohle und Koks) enthalten noch mehr Schwefel und erzeugen folglich einen noch korrosiveren Rauch.

2.2 Widerstandsklasse gegen Korrosion

Die Widerstandsklasse gegen Korrosion eines Metall-Kanalelements lässt sich durch eine Prüfung bestimmen oder kann vom Hersteller deklariert werden. Die durch Prüfungen bestimmten Klassen werden mit **V1, V2 oder V3** angegeben und die vom Hersteller deklarierte

Der Rauchkanal muss in Abhängigkeit der Brennstoffart, des Arbeitsprinzips des Erzeugers und der Qualität der Verbrennungsluft gewählt werden.

(*) In einer trockenen Umgebung kondensiert der Rauch im Kanal nicht (ausgenommen während kurzer Zeiten, in denen der Kanal kälter ist, im Allgemeinen beim Hochfahren des Kessels). Das Risiko der Kondensatbildung in einem Rauchkanal kann nach der Norm NBN EN 13384-1 berechnet werden.



Zusammenhang zwischen der Widerstandsklasse gegen Korrosion und der verwendeten Brennstoffart.

Widerstandsklasse gegen Korrosion		Brennstoffart		
Kanalelemente	Installierter Kanal	Erdgas	Heizöl	Holz, Kohle
V ₁	1	Zugelassen	Verboten	Verboten
V ₂	2	Zugelassen	Zugelassen	Verboten
V ₃	3	Zugelassen	Zugelassen	Zugelassen

Klasse mit **V_m**. Die letztgenannte Klasse wird außerdem mit einem Code versehen, der das Material und die Kanalstärke definiert (siehe nachstehende Abbildung).

Die obenstehende Tabelle, die der belgischen Norm NBN B 61-002 von 2006 entnommen wurde, stellt einen Zusammenhang zwischen der Widerstandsklasse gegen Korrosion der Kanalelemente und des installierten Kanals einerseits und der Brennstoffart, die verwendet werden kann, andererseits her. Für die Kanäle der Klasse V_m (nicht geprüft), muss man den Hersteller konsultieren.

So gehören die Kanäle aus Edelstahl vom Typ 316L (1.4404 nach den europäischen Normen) mit einer Dicke von 0,4 mm im Allgemeinen zur Widerstandsklasse gegen Korrosion V₂.

Wir möchten darauf hinweisen, dass sogar die widerstandsfähigsten Rauchkanäle (V₂ und V₃) nicht geeignet sind für sehr korrosive Umgebungen, wie

z.B. Friseursalons, wo halogenierte Aerosole verwendet werden, oder Räume für die Chlorbehandlung von Schwimmbadwasser. In solchen Situationen muss die Verbrennungsluft der Außenumgebung entnommen werden (z.B. mithilfe von Wärmeerzeugern vom luftdichten Typ).

2.3 Sonstige Kriterien

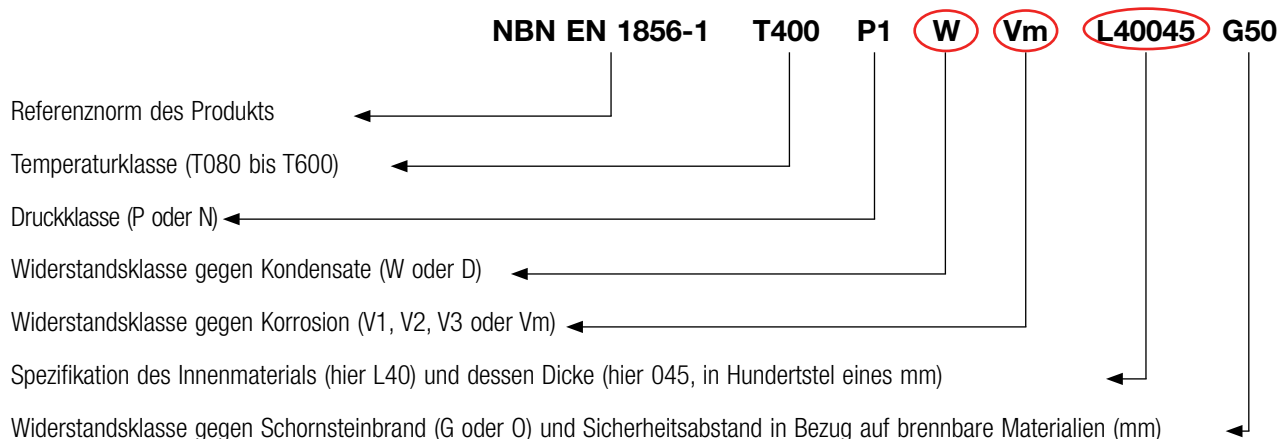
Die Widerstandsklasse gegen Korrosion (V₁, V₂, V₃ oder V_m) ist nicht das einzige Auswahlkriterium für einen Rauchkanal. Für diese Wahl müssen auch **andere Parameter** herangezogen werden, wie z.B. die Rauchtemperatur, der Druck und die Rauch-, Kondensat- und Schornsteinbrandbeständigkeit. Diese Eigenschaften werden auch in der Kennzeichnung eines normierten Rauchkanals angegeben (siehe nachstehende Abbildung).

X. Kuborn, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB

Aktuelles aus der Praxis

Die im Labor für die V₃-Versuche verwendeten Prüfeinrichtungen sind gegenwärtig nicht verfügbar. Für die Wärmeerzeuger auf Basis von **Kohle** entscheidet man sich infolgedessen im Allgemeinen für Kanäle vom Typ V_m (nicht geprüft). In Abhängigkeit ihrer Erfahrung schlagen die Hersteller einen für die in Erwägung gezogene Verwendung angepassten Materialtyp mit einer geeigneten Dicke vor. Für die Wärmeerzeuger auf Basis von **unbehandeltem Holz** werden im Allgemeinen Kanäle vom Typ V₂ angewendet, ohne dass dies Probleme verursacht. Bestimmten Herstellern zufolge könnte man für Geräte, die mit **Heizöl Extra** heizen, sogar Kanäle vom Typ V₁ auswählen.

Unter Berücksichtigung des Vorhergehenden könnte die in diesen Artikel aufgenommene Tabelle, die eine Widerspiegelung der gegenwärtigen Normierung darstellt, einigen Änderungen ausgesetzt sein. Diese Betrachtungen sind auch Gegenstand der Norm NBN EN 1856-1 für Metall-Rauchkanäle, die sich momentan in der Überarbeitung befindet.



Beispiel für die Kennzeichnung eines Rauchkanals nach der Norm NBN EN 1856-1. Die sich auf die Dauerhaftigkeit beziehenden Klassen sind rot eingekreist.



Über Folgendes sind sich alle einig: Die zur Verbesserung der Energieleistungen unserer Wohnungen ergriffenen Maßnahmen werden ständig ehrgeiziger. Dies ist sowohl durch die progressive Verschärfung der Anforderungen vonseiten der öffentlichen Behörden als auch durch die Zunahme an innovativen effizienten Technologien bedingt. Die Nutzung des Gebäudes selbst hat jedoch auch eine beträchtliche Auswirkung auf den Energieverbrauch.

Energetisch leistungsfähige Häuser: Was ist ihr tatsächlicher Verbrauch?

Das WTB und die KU Leuven haben von Januar bis Dezember 2016 **den Energieverbrauch (Elektrizität, Gas, Heizöl, Holz oder Pellets) von 24 Häusern in Wallonien untersucht**. Die meisten dieser Häuser wurden zwischen 2008 und 2012 gebaut und wurden ausgewählt, weil sie bessere Energieleistungen aufwiesen als jene, die damals aufgelegt wurden. Daneben wurden auch fünf Passivhäuser untersucht und verschiedene Baumethoden (Holzskelett, Mauerwerk ...) und technische Anlagen berücksichtigt.

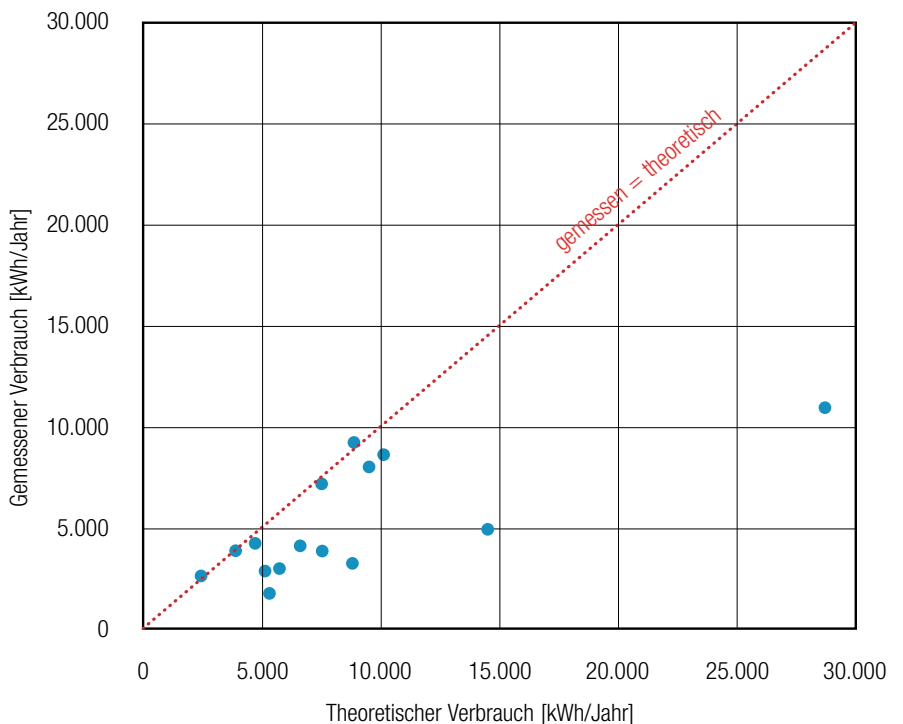
Für sechzehn dieser Wohnungen betrug der mittlere Energieverbrauch **für die Heizung und die Erzeugung von sanitärem Warmwasser 8.200 kWh/Jahr**. Anhand von fünfzehn Messungen konnte wiederum abgeleitet werden, dass der mittlere Verbrauch **nur für die Heizung etwa 5.200 kWh/Jahr** betrug. Zum Vergleich: Im Jahr 2015 belief sich der mittlere Verbrauch von Einfamilienhäusern in Wallonien auf 19.500 kWh/Jahr für die Heizung und die Erzeugung von sanitärem Warmwasser, während er nur für die Heizung 16.600 kWh/Jahr betrug (*). Dieser Unterschied ist nicht nur zurückzuführen auf eine leistungsfähige Gebäudehülle (Dämmung, Luftdichtheit) und

effiziente Systeme, die ab der Entwurfsphase vorgesehen werden, sondern auch auf das energiesparende Verhalten der Bewohner.

Eine energetische Optimierung ab der Entwurfsphase

Es existieren verschiedene Hilfsmittel und Software, mit denen sich die Energieleistungen von Gebäuden bewer-

ten lassen (z.B. PEB, DesignBuilder, EnergyPlus, PHPP ...). Die PEB-Methode unterscheidet sich von den anderen Tools durch ihren verordnungsrechtlichen Rahmen: Denn **sie verpflichtet zur Errichtung von energieeffizienten Gebäuden**. Die gemäß dieser Methode berechnete Leistung geht hinsichtlich Belegung und Klima von Standardvorgaben aus. Man kann dennoch aus dem Vergleich dieser Berechnungen mit dem gemessenen Verbrauch Lehren ziehen.



1 | Vergleich des Verbrauchs für die Heizung [kWh/Jahr].

(*) Diese Informationen sind der Energiebilanz der Wallonie von 2015 im Haushaltsbereich und gleichwertigen Bereichen entnommen, die im Oktober 2017 vom ICEDD erstellt wurde.



So wurden für die 24 Wohnungen sowohl der Verbrauch für die Heizung und die Erzeugung von sanitärem Warmwasser als auch für die Heizung allein (falls dies möglich war) mit den theoretischen Leistungen verglichen, die anhand der 2016 in der Wallonie geltenden PEB-Methode bestimmt wurden (siehe Grafiken).

Jeder Punkt in der Grafik entspricht dem theoretischen Verbrauch (horizontale Achse) und dem tatsächlich gemessenen Verbrauch (vertikale Achse) eines Gebäudes. Falls sich der Punkt unterhalb der roten Linie befindet, ist der gemessene Wert kleiner als der theoretische Wert. Wenn der Punkt oberhalb von ihr liegt, ist der gemessene Wert größer.

Anhand dieser zwei Grafiken ergibt sich, dass der gemessene Verbrauch für die Heizung (ggf. mit sanitärem Warmwasser) mit den theoretischen Werten übereinstimmt oder kleiner ist. So beträgt der mittlere tatsächliche Verbrauch nur 71 % des theoretischen Werts. Kann man trotz des Umstandes, dass der Unterschied zwischen diesen zwei Werten groß zu sein scheint, jedoch wirklich von einem Leistungsunterschied sprechen?

Die PEB-Methode verpflichtet zur Errichtung von energieeffizienten Gebäuden.

Jede vorherige theoretische Berechnung basiert unweigerlich auf Hypothesen, die nach dem Errichten des Gebäudes etwas von der realen Situation abweichen können. Dies ist nicht nur bei der PEB-Methode der Fall, sondern auch bei allen anderen theoretischen Rechenmethoden. Obwohl es nicht Ziel der PEB-Methode ist, den genauen tatsächlichen Verbrauch jedes Gebäudes einschätzen zu können, liefert sie jedoch einen ausgezeichneten Indikator für dessen Energieleistungen.

Das Verhalten der Bewohner als wichtiger Faktor zur Energieeinsparung

Die Innen- und Außentemperaturen wurden ebenfalls gemessen und es wurde eine Zufriedenheitsstudie bei den Bewohnern durchgeführt.

Anhand der gesammelten Daten ließ sich feststellen, dass die Zimmer in 13 der 24 Häuser nicht beheizt wurden. Trotz dieser fehlenden Beheizung wurde die Komforttemperatur doch – dank der in den anderen Räumen installierten Heizungssysteme – erreicht. Dennoch fanden die Bewohner von 4 dieser 13 Wohnungen die Innentemperatur der Zimmer im Winter doch ‚etwas zu kalt‘.

Das Einstellen der Solltemperatur in Abhängigkeit der Belegung der verschiedenen Lebensräume ist nicht der einzige Aspekt der Regulierung, die es ermöglicht, den Energieverbrauch zu verringern. So kann man auch:

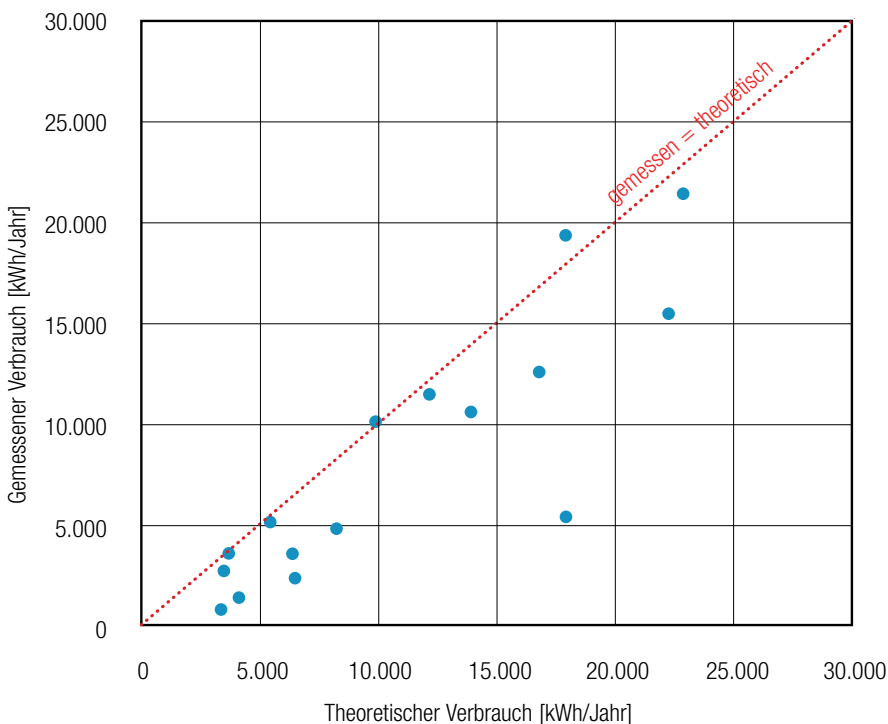
- **die Heizung im Falle einer längeren Abwesenheit entsprechend einstellen.** Sogar bei Heizungssystemen mit einer großen Trägheit (z.B. eine einzige lokale Heizung für die gesamte Wohnung, Fußbodenheizung) lässt sich die Einstelltemperatur mehrere Tage lang absenken. Es kann allerdings notwendig sein, dass das erneute Hochfahren der Heizungsanlage rechtzeitig vor der Rückkehr vorzusehen ist
- **Zimmeröfen oder Kamineinsätze mit Holz oder Pellets weniger nutzen.** Da diese auch zur Atmosphäre in den Lebensräumen beitragen, werden sie häufiger als nötig eingesetzt, was die Gesamtenergieberechnung des Hauses steigen lässt.

In der Langfassung dieses Artikels wird auf den Elektrizitätsverbrauch der Gebäude näher eingegangen und ein Beispiel für die Auswirkung des Bewohnerverhaltens anhand zweier Wohnungen mit äquivalenten Energieleistungen geliefert.

J. Deltour, Ir., Projektleiter, Laboratorium Energieeigenschaften, WTB

V. Vanwelde, Ir., Projektleiter, Laboratorium Licht, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des MEASURE-Projekts verfasst, das von der Wallonie (DGO4) bezuschusst wird.



2 | Vergleich des Verbrauchs für die Heizung und die Erzeugung von sanitärem Warmwasser [kWh/Jahr].



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2018/4.11

Die belgische Norm NBN S 01-400-1 auferlegt bezüglich des durch die Anlagen in einer Wohnung erzeugten Lärms eine Anzahl von Einschränkungen. Sie erwähnt dagegen keine Anforderungen für die Anlagen, die sich außerhalb der Wohnung befinden, wie z.B. die Außeneinheiten von Wärmepumpen. Diesbezüglich kann man auf andere Verordnungen zurückgreifen, die Grenzwerte für die Schalldruckpegel außerhalb und innerhalb von Wohngebäuden festlegen. Trotzdem bleiben die Bestimmungen lückenhaft.

Welche Geräuschgrenzwerte gelten für Wärmepumpen?

1 Geräuschemission

Die Geräuschemission von Geräten (d.i. die Schallleistung, die das vom jeweiligen Gerät ausgesendete Geräusch aufweist) wird auf europäischer Ebene geregelt. Die derzeitigen europäischen Verordnungen legen fest, dass der **Schallleistungspegel L_{WA}** von Außeneinheiten von Wärmepumpen mit einer Nennwärmeabgabe ≤ 6 kW maximal 65 dB ⁽¹⁾ betragen darf. Für Wärmepumpen mit einer Wärmeabgabe ≤ 12 kW oder ≤ 30 kW entspricht diese Leistung 70 dB bzw. 78 dB. Der Schallleistungspegel von üblicherweise in Wohnungen verwendeten Wärmepumpen beträgt etwa 50 bis 65 dB.

2 Geräuschimmission

Neben den Anforderungen, die an die Schallleistung von Wärmepumpen gestellt werden, können auch Einschränkungen bezüglich des **Schalldruckpegels L_{pA}** auferlegt werden, der die Geräuschimmission ausdrückt (d.i. das Geräusch, das man in einem ganz bestimmten Abstand von der Pumpe wahrnimmt). Da die Gesetzgebung für Umgebungslärm eine regionale Befugnis ist, können die Anforderungen von Region zu Region unterschiedlich sein. Dabei wird außerdem zwischen Wärmepumpen mit oder ohne Melde-

pflcht oder städtebaulicher Genehmigung unterschieden.

2.1 Wärmepumpen mit Meldepflicht oder städtebaulicher Genehmigung

Die Bedingungen für die Meldepflicht oder städtebauliche Genehmigung in den drei Regionen sind unterschiedlich und sind unter anderem von der Leistung der Wärmepumpe, dem Typ der Wärmequelle und der Menge an fluoriertem Kältemittel abhängig.

In der **Flämischen Region** ist eine Wärmepumpe, die der Meldepflicht oder städtebaulichen Genehmigung unterliegt, den Geräuschgrenzwerten für klassifizierte Einrichtungen ⁽²⁾ unterworfen, die im *„Besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne“* (VLAREM II) angegeben sind. Darin werden sowohl Anforderungen an den spezifischen Schalldruckpegel in der Nähe bewohnter Gebäude als auch in angrenzenden Wohngebäuden gestellt.

In der **Wallonischen Region** müssen Wärmepumpen, die der Meldepflicht oder städtebaulichen Genehmigung unterliegen, die allgemeinen Grenzwerten aus dem *„Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procé-*

dure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement“ erfüllen. Darin werden sowohl Anforderungen an den spezifischen Schalldruckpegel in der Nähe bewohnter Gebäude als auch in angrenzenden Wohngebäuden gestellt.

In der **Region Brüssel-Hauptstadt** muss eine Wärmepumpe, die der Meldepflicht oder städtebaulichen Genehmigung unterliegt, den Bedingungen aus dem *„Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées“* für die Geräuschimmissionen entsprechen, die außen wahrgenommen werden und von den klassifizierten Einrichtungen herrühren. Die Anforderungen an Geräuschimmissionen innerhalb von Gebäuden werden durch den *„Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage“* festgelegt.

2.2 Wärmepumpen ohne Meldepflicht oder städtebauliche Genehmigung

Für kleinere Wärmepumpen, die Luft als Wärmequelle einsetzen oder einen horizontalen Erdreichwärmetauscher ohne fluoriertes Kältemittel nutzen,

⁽¹⁾ Zum Vergleich: Der mittlere Schallleistungspegel eines Rasenmähers beträgt 90 bis 100 dB, der eines Staubsaugers 70 bis 80 dB und der einer Geschirrspülmaschine 40 bis 50 dB.

⁽²⁾ Es handelt sich um Aktivitäten, Ausrüstungen oder Produkte, die Konsequenzen für die Umwelt und ihre Umgebung haben können und für die man eine Umweltgenehmigung braucht oder eine Erklärung machen muss, um sie ausüben oder benutzen zu dürfen.

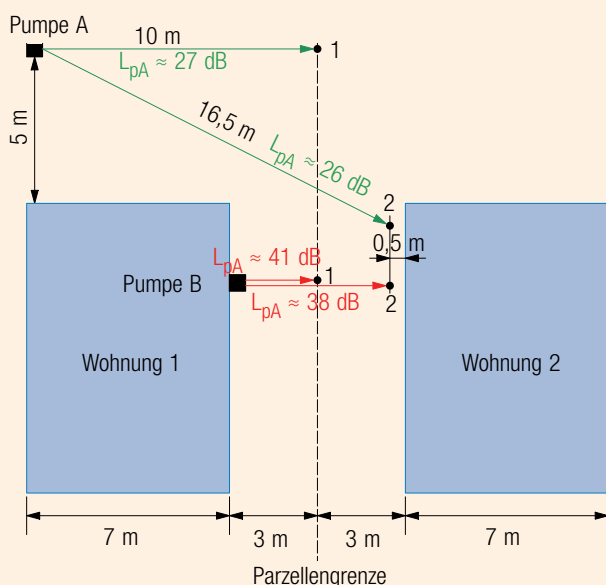


Beispiel

Das nachstehende Schema veranschaulicht den geschätzten Schalldruckpegel L_{pA} , verursacht durch zwei relativ leise Wärmepumpen mit einem Schalleistungspegel L_{WA} von 55 dB, von denen eine im Garten (Pumpe A) und eine an der Fassade (Pumpe B) installiert ist. Der Schalldruckpegel ist unter anderem vom Schalleistungspegel der Pumpe, dem Abstand zwischen der Pumpe und dem Messpunkt und den möglichen Fassaden- und Bodenreflektionen abhängig.

Die erhaltenen Schalldruckpegel werden mit den Anforderungen verglichen, die in den drei Regionen für eine außen installierte Wärmepumpe mit Meldepflicht gelten. In der Flämischen und Wallonischen Region muss der Lärm, falls möglich, in einem Mindestabstand von 3,5 m von der Fassade zur Vermeidung von Reflektionen gemessen werden (Messpunkt 1 im nachstehenden Schema). In der Region Brüssel-Hauptstadt werden die Schalldruckpegel in einem 0,5 m-Abstand von der Nachbarwohnung bewertet (Messpunkt 2). Da eine Wärmepumpe auch nachts in Betrieb ist, sind gelten die höchsten Anforderungen für den Zeitraum von 22 bis 7 Uhr.

Falls die Wärmepumpe an der Fassade installiert wird, werden die in den drei Regionen geltenden Geräuschgrenzwerte überschritten. Eine mögliche Lösung für dieses Problem besteht darin, die Außeneinheit im Garten auf einem ausreichenden Abstand von der Parzellengrenze zu installieren. Falls dies nicht möglich ist, muss man andere Maßnahmen ergreifen, wie z.B. das Wählen einer leiseren Wärmepumpe oder das Vorsehen einer Einkapselung.



Region	Bedingung	Pumpe A	Pumpe B
Flämische Region	L_{pA} , Messpunkt 1 ≤ 30 dB	27 dB	41 dB
Wallonische Region	L_{pA} , Messpunkt 1 ≤ 40 dB	27 dB	41 dB
Region Brüssel-Hauptstadt	L_{pA} , Messpunkt 2 ≤ 30 dB	26 dB	38 dB

Vergleich zwischen den Anforderungen an die Geräuschimmission für klassifizierte Einrichtungen in den drei Regionen und dem durch eine im Garten oder an der Fassade angebrachte Wärmepumpe verursachten Schalldruckpegel.

ist normalerweise keine Meldung oder Genehmigung erforderlich.

In **Brüssel** auferlegt der oben erwähnte Erlass bezüglich der Bekämpfung des Nachbarschaftslärms nicht nur dem Außenlärm Grenzwerte, sondern legt auch Grenzwerte für die Wahrnehmung des durch die Nachbarschaft verursachten Lärms innerhalb eines Gebäudes fest.

In der **Flämischen und der Wallonischen Region** gelten für Wärmepumpen, die nicht der Meldepflicht oder städtebaulichen Genehmigung unterliegen, keine Schallschutzanforderungen. Auf lokaler Ebene können jedoch durchaus Anforder-

ungen auferlegt werden (z.B. durch die Baugenehmigung oder örtliche Polizeiverordnungen).

3 Schlussfolgerung

Wir können das Fazit ziehen, dass die derzeitigen akustischen Vorschriften für Wärmepumpen sehr lückenhaft sind. So gelten die Geräuschgrenzwerte aus der Umweltverordnung in der Flämischen und Wallonischen Region nicht für alle Typen von Wärmepumpen. Außerdem enthält die Akustiknorm NBN S 01-400-1 für Wohngebäude keine Geräuschforderungen für außerhalb der Wohnung

installierte Anlagen. Ferner können sogar kleinere Wärmepumpen bei einer nicht durchdachten Installation für eine beträchtliche Lärmbelästigung sorgen. Es besteht somit ein Bedarf an zusätzlichen Normen und Verordnungen.

A. Dijkmans, Dr. Ir., Projektleiter,
Laboratorium Akustik, WTB

Dieser Artikel wurde verfasst im Rahmen der Normen-Außenstelle Akustik, bezuschusst vom FÖD Wirtschaft, und des Technologischen Beratungsdienstes C-Tech: Construction Technology, Sustainable Building innovation, bezuschusst von der Region Brüssel-Hauptstadt.

Um den zukünftigen Baufachleuten beim Annehmen der durch BIM gestellten Herausforderungen zu helfen, ist es wichtig, die Kompetenzen zu identifizieren, die ihnen während ihrer Erstausbildung oder später durch etwaige Weiterbildungen zu vermitteln sind. Die Arbeitsgruppe ‚Schulungen‘ des Technischen Komitees BIM & ICT und des Clusters BIM hat durch das Aufstellen einer ‚BIMKompetenzmatrix‘ einen ersten Schritt in diese Richtung gemacht.

Wie die BIM-Kompetenzen identifizieren?

1 Zielsetzungen

Zum Entwickeln dieser Matrix hat sich die Arbeitsgruppe der Identifizierung der BIM-Kompetenzen gewidmet, wobei der Fokus auf dem Umfang des Bausektors in seiner Gesamtheit lag und somit nicht auf der Identifizierung von ‚BIM-Funktionen‘ (BIM-Manager, BIM-Koordinator ...) und den ihnen zugeordneten Kompetenzen. Die identifizierten Kompetenzen können trotzdem zum Qualifizieren dieser Funktionen als Referenz dienen (siehe § 3).

2 Struktur der Matrix

In der BIM-Kompetenzmatrix werden die BIM-Kompetenzen nach drei Themen unterteilt: Tools, Informationen und Management. Jedes Thema umfasst sieben Niveaus (von 0 bis 6). Die Niveaus 1 bis 6 basieren auf der Taxonomie nach Bloom, der die Lernziele in verschiedene Stufen einteilt, von sehr einfach bis sehr komplex.

2.1 Sieben Niveaus

• Niveau 0 – Gemeinsame Basis
Verfügen über allgemeine Kenntnisse von BIM, d.h. das Kennen der allgemeinen Prinzipien, des Grundwortschatzes (siehe das ‚Dictionnaire du BIM‘ auf www.bimportal.be) ... Dieses Niveau wird die gemeinsame Basis genannt, weil es das geforderte Grundwissen für die drei Themen enthält.

• Niveau 1 – Wissen
Fähigkeit zum Umgehen mit Informationen auf elementarem Niveau und zum Wiedergeben der erworbenen Kenntnisse. Es handelt sich dabei um Aktionen wie Identifizieren, Auflisten,

Unterscheiden, Vortragen der sich zuvor angeeigneten Informationen ...

• Niveau 2 – Verständnis
Fähigkeit zum Verarbeiten von Informationen, nachdem man deren Sinn verstanden hat. Es geht dabei um Aktionen wie Umschreiben, Erklären, Diskutieren, Nachweisen ...

• Niveau 3 – Anwendung
Fähigkeit zum In-die-Praxis-Umsetzen einer Regel oder einer Methode und zum Anwenden von Wissen in einer ganz bestimmten Situation. Es handelt sich dabei um Aktionen wie Verwenden, Lösen, Ausführen, Entwickeln ...

• Niveau 4 – Analyse
Untersuchen der Informationen durch das Identifizieren ihrer Bestandteile und ihrer Struktur. Es geht dabei um Aktionen wie Organisieren, Vergleichen, Kategorisieren, Argumentieren ...

• Niveau 5 – Bewertung
Fähigkeit zum Aufstellen von Annahmen und zum Einschätzen der Qualität einer Aktion, eines Tools oder der gleichen nach bestimmten Kriterien. Es handelt sich dabei um Aktionen wie Urteilen, Bewerten, Verantworten, Verteidigen, Wählen ...

• Niveau 6 – Kreation
Fähigkeit zum Korrigieren der existierenden Tools, zum Vorschlagen neuer Methoden und zum Entwerfen neuer Tools. Es handelt sich dabei um Aktionen wie Erfinden, Reorganisieren, Vorschlagen, Entwickeln ...

2.2 Drei Themen

Die Kompetenzen, die für die drei The-

men relevant sind, werden im Folgenden in allgemeinen Zügen beschrieben. Für eine detaillierte Darlegung der gemäß den verschiedenen Niveaus verteilten Kompetenzen verweisen wir auf die eigentliche Matrix, die zu finden ist unter www.bimportal.be.

• Tools

Das Thema ‚Tools‘ ist mit dem ‚technischen/technologischen‘ Aspekt von BIM verknüpft. Es behandelt vor allem Fähigkeiten auf dem Gebiet der *Software* und *Hardware*. Wir möchten darauf hinweisen, dass eine Person

Die sieben Niveaus stehen in der linken Spalte der Matrix.

Niveau	Thema
Niveau 0	Tools
Niveau 1	Tools
Niveau 2	Tools
Niveau 3	Tools
Niveau 4	Tools
Niveau 5	Tools
Niveau 6	Tools
Niveau 0	Informationen
Niveau 1	Informationen
Niveau 2	Informationen
Niveau 3	Informationen
Niveau 4	Informationen
Niveau 5	Informationen
Niveau 6	Informationen
Niveau 0	Management
Niveau 1	Management
Niveau 2	Management
Niveau 3	Management
Niveau 4	Management
Niveau 5	Management
Niveau 6	Management



je nach dem Typ des Tools ein unterschiedliches Kompetenzniveau haben kann. So kann sie z.B. in der Lage sein, mehrere Modellierprogramme zu benutzen, während ihre Kenntnisse bezüglich der Koordinations- oder Kontrolltools (wie z.B. *Viewer*) viel weniger ausgeprägt sein können.

• Informationen

Das Arbeiten mit BIM bedeutet vor allem, dass man die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt im guten Format den richtigen Beteiligten zur Verfügung stellt. Das Thema 'Informationen' (das 'I' von BIM) ist daher sehr wichtig. Es umfasst Fähigkeiten, die mit dem Strukturieren, dem Austauschen und dem Verwalten von Informationen verbunden sind. In diesem Zusammenhang stößt man häufig auf Begriffe wie *Common Data Environment* (gemeinsame Datenumgebung oder kollaborative Plattform), *Clash Detection* (Erkennen von Inkohärenzen) ...

• Management

Kompetenzen auf dem Gebiet des Managements versetzen die Person

in die Lage, kurz- und langfristige Strategien für das Implementieren von BIM innerhalb eines Unternehmens oder eines Projekts auszuarbeiten. Hierbei kann es um Aspekte gehen wie z.B. *Leadership*, Planung und Veränderungsmanagement. Eine Person mit Kompetenzen auf dem Gebiet des BIM-Managements ist über die bezüglich des BIM-Prozesses bestehenden Normen, Bestimmungen und Leitfäden informiert, versteht deren Auswirkung auf die Organisation des Unternehmens bzw. Projekts und hat eine gute Vorstellung von den Herausforderungen, die mit der kollaborativen Arbeitsweise einhergehen. Sie ist in der Lage, bestimmte Konventionen einzuführen und für deren Einhaltung in einem spezifischen Kontext zu sorgen, um die Wirksamkeit der BIM-Aktivitäten und die Leistungen der dabei beteiligten Personen und Organisationen zu analysieren.

3 Anwendungen

Die vom WTB entwickelte Kompetenz-

matrix bietet eine Grundlage für:

- das Abfassen von Kompetenzprofilen für verschiedene Funktionen/Gewerke
- das Charakterisieren existierender Ausbildungsprogramme
- das Entwerfen (oder Verbessern) bestimmter Ausbildungsmodule
- das Entwickeln einer Bewertungsmethode für individuelle BIM-Kompetenzen.

So kann eine Ausbildungseinrichtung die Matrix verwenden, um seine Angebote zu präzisieren. Sie kann z.B. angeben, dass es eine gewisse Schulung gestattet, Kompetenzen von Niveau 3 auf der Ebene der Tools, von Niveau 3 auf der Ebene der Informationen und von Niveau 4 auf der Ebene des Managements zu erwerben. Die Matrix kann auch verwendet werden, um bestimmte Lücken auf dem Gebiet der individuellen Kompetenzen innerhalb einer Organisation zu identifizieren, damit sich die Profile abgrenzen lassen, die erforderlich sind, um deren gutes Funktionieren zu gewährleisten, was gleichbedeutend mit der Klärung der Auswahlkriterien für die Personalbeschaffung ist. Auch Teamleiter können darauf zurückgreifen, um – auf Basis der Kompetenzen der verschiedenen Arbeitnehmer –, ein Team zusammenzustellen, das über die erforderlichen Qualifikationen verfügt, um das Projekt erfolgreich durchführen zu können.

4 Einschränkungen

Diese Matrix beabsichtigt nicht, eine vollständige Liste aller BIM-bezogenen Fähigkeiten aufzulisten, bietet aber durchaus eine Übersicht von den Kompetenzen, die im Bausektor erworben und/oder gepflegt werden müssten. Diese globale Darlegung weist jedoch einige Einschränkungen auf, unter anderem auf dem Gebiet der mit den Tools verknüpften Kompetenzen. Denn der bloße Umstand, dass der Nutzer ein bestimmtes Optionsfeld aktiviert, versetzt ihn weder in die Lage, die von ihm verwendeten Tools, noch seine Beherrschung eines bestimmten BIM-Modells anzugeben ... Derartige Angaben lassen sich jedoch anhand von zusätzlichen Anmerkungen genau vornehmen.

P. Dewez, Ir.-Arch., Berater, Abteilung Construction 4.0, WTB.

Die Kompetenzen, die für die drei Themen relevant sind, sind in den drei anderen Spalten beschrieben.

Thema	Informationen	Management	Tools
1. Die Fähigkeit, Informationen zu strukturieren, zu organisieren und zu verwalten.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu strukturieren, zu organisieren und zu verwalten.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu strukturieren, zu organisieren und zu verwalten.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu strukturieren, zu organisieren und zu verwalten.
2. Die Fähigkeit, Informationen zu analysieren und zu interpretieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu analysieren und zu interpretieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu analysieren und zu interpretieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu analysieren und zu interpretieren.
3. Die Fähigkeit, Informationen zu kommunizieren und zu präsentieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu kommunizieren und zu präsentieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu kommunizieren und zu präsentieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu kommunizieren und zu präsentieren.
4. Die Fähigkeit, Informationen zu integrieren und zu verknüpfen.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu integrieren und zu verknüpfen.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu integrieren und zu verknüpfen.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu integrieren und zu verknüpfen.
5. Die Fähigkeit, Informationen zu bewerten und zu verbessern.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu bewerten und zu verbessern.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu bewerten und zu verbessern.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu bewerten und zu verbessern.
6. Die Fähigkeit, Informationen zu schützen und zu sichern.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu schützen und zu sichern.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu schützen und zu sichern.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu schützen und zu sichern.
7. Die Fähigkeit, Informationen zu teilen und zu kollaborieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu teilen und zu kollaborieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu teilen und zu kollaborieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu teilen und zu kollaborieren.
8. Die Fähigkeit, Informationen zu steuern und zu kontrollieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu steuern und zu kontrollieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu steuern und zu kontrollieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu steuern und zu kontrollieren.
9. Die Fähigkeit, Informationen zu überwachen und zu messen.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu überwachen und zu messen.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu überwachen und zu messen.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu überwachen und zu messen.
10. Die Fähigkeit, Informationen zu evaluieren und zu reflektieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu evaluieren und zu reflektieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu evaluieren und zu reflektieren.	Die Person ist in der Lage, Informationen zu evaluieren und zu reflektieren.





Ein korrektes Preisangebot auszuarbeiten ist eine der wichtigsten Aufgaben des Bauunternehmers. Schon seit vielen Jahren bietet das WTB Schulungen an, gibt maßgeschneiderte Ratschläge und stellt seinen Mitgliedern das Rechentool CPRO zur Verfügung. Mit diesem Tool ist der Nutzer imstande, für all seine Bauprojekte Kostenvoranschläge zu machen, den Fortschrittszustand anzugeben, Rechnungen zu erstellen und Nachkalkulationen durchzuführen.

Berechnen Sie Ihre Kosten mit CPRO 2.0



CPRO bietet dem Bauunternehmer die Möglichkeit, seine Projekte schnell und einfach **in einem Programm** zu verfolgen, vom Angebot und der Ausführung bis zur finanziellen Analyse nach Abschluss der Arbeiten.

Im Bausektor stellt die schlechte Kostenberechnung die hauptsächlichste Ursache für Konkurse dar. Die Abteilung Verwaltung und Qualität des WTB wird täglich mit Bauunternehmern konfrontiert, die die gleiche Art von Fehlern begehen. Viele von ihnen begnügen sich beispielsweise damit, ihre Preise schlichtweg an die ihrer Konkurrenten anzupassen. Das kann jedoch mit einigen Gefahren verbunden sein, weil jedes Unternehmen eine andere Kostenstruktur aufweist. Andere Bauunternehmer arbeiten wiederum mit festen Einheitspreisen (z.B. 50 € pro Quadratmeter). Auch diese Arbeitsweise birgt Risiken in sich, da jedes Projekt anders ist und seine eigene Komplexitäten in sich trägt. Die Anwendung eines Festpreises, ohne zu wissen, ob alle Kosten gedeckt werden, kann deshalb nicht für alle Projekttypen eine geeignete Lösung sein. Schließlich gibt es noch Bauunternehmer, die nie Kostenberechnungen durchführen und die ihre Preise nur auf eine grobe Schätzung basieren.

CPRO unterscheidet sich von anderen Rechentools dadurch, **dass es einen Zusammenhang zwischen der Analyse der Unternehmenskosten einerseits und den Rechenparametern für alle Projekte andererseits herstellt.** Damit diese Ana-

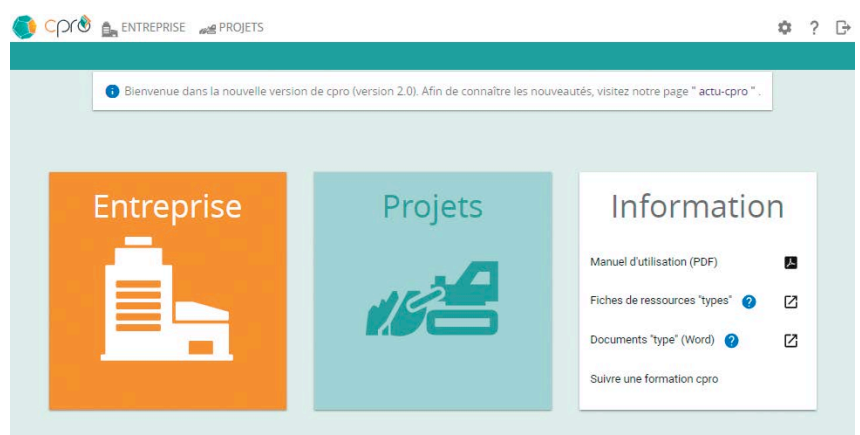
lyse korrekt ist, muss der Nutzer für die verschiedenen Projekte allerdings die regelmäßigen Kosten für die Löhne, die Subunternehmer, das Material und die zu fakturierenden Dienstleistungen identifizieren (direkte Kosten). Er muss ebenfalls die Betriebskosten des Unternehmens berücksichtigen (indirekte Kosten), die unter anderem die Abschreibungen und die Kosten für das Verwaltungspersonal umfassen. Auf Basis dieser Daten kann der Bauunternehmer berechnen, wie viel er dem Kunden in Rechnung stellen muss, um seine Kosten zu decken.

Da jeder Posten für den Eintrag in verschiedene Erfassungsblätter zerlegt werden muss, erfordert es einige Zeit und Mühe, die Arbeit mit CPRO beginnen

zu können. Sobald diese Daten jedoch eingegeben sind, braucht der Nutzer nur noch die erforderlichen Materialien auszuwählen, die Normzeiten zu bestimmen und die korrekten Oberflächen und Mengen anzugeben. **Die Berechnung erfolgt danach automatisch!**

Für WTB-Mitglieder ist dieses Tool völlig kostenlos. Um es zu benutzen, reicht es aus, dass Sie sich anmelden unter cpro.cstc.be (es ist keine Installation erforderlich). Nach der Anmeldung erhalten Sie eine Bestätigungs-E-Mail an der von Ihnen angegebenen E-Mail-Adresse. Durch einen Klick auf den Link in dieser E-Mail sind Sie bereit, CPRO zu entdecken.

Abteilung Verwaltung und Qualität, WTB



Homepage von CPRO.

WTB-Winterkurse



Effizienter Bauen dank der *Lean*-Methode

Dieser Kurs findet an zwei Abenden statt, und zwar in:

Perwez (IFAPME):	Mittwoch, den 16. und 23. Januar 2019
Mons (IFAPME):	Mittwoch, den 30. Januar und 6. Februar 2019
Brüssel (ECAM):	Mittwoch, den 13. und 20. Februar 2019
Verviers (IFAPME):	Mittwoch, den 13. und 20. März 2019



Ausführung von Sichtbetonbauwerken

Dieser Kurs findet an zwei Abenden statt, und zwar in:

Gembloux (IFAPME):	Montag, den 4. und 11. Februar 2019
Mons (IFAPME):	Mittwoch, den 13. und 20. Februar 2019
Brüssel (ECAM):	Mittwoch, den 27. Februar und 13. März 2019
Grâce-Hollogne (ConstruForm):	Mittwoch, den 27. März und 3. April 2019

Melden Sie sich bitte über die Website www.cstc.be (Rubrik ‚Agenda‘) an.

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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



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

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

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

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

www.wtb.be

Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als 55 Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit den Beiträgen der 85.000 angeschlossenen belgischen Bauunternehmen finanziert. Dank dieser heterogenen Mitgliedergruppe sind fast alle Gewerke vertreten und kann das WTB zur Qualitäts- und Produktverbesserung beitragen.

Forschung und Innovation

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

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

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

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

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

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

Eine gute Informationsverbreitung ist jedoch nicht nur auf elektronischem Wege möglich. Ein persönlicher Kontakt ist häufig noch stets die beste Vorgehensweise. Jährlich organisiert das Bauzentrum ungefähr 650 Informationssitzungen und Thementage für Baufachleute. Auch die Anfragen an unseren Beratungsdienst Technische Gutachten finden regen Zuspruch, was anhand von mehr als 18.000 geleisteten Stellungnahmen jährlich deutlich wird.

FIRMENSITZ

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

BÜROS

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

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

VERSUCHSGELÄNDE

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

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

DEMONSTRATIONS- UND INFORMATIONSZENTRUM

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
Tel.: 011/79 95 11
Fax: 02/725 32 12

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

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

BRUSSELS GREENBIZZ

Rue Dieudonné Lefèvre 17, B-1020 Brüssel
Tel.: 02/233 81 00