



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2017/2



**Kreislauf-
wirtschaft**
S. 4-5

**Spontaner
Glasbruch**
S. 14-15

Legionellen
S. 26-27

3D-Scannen
S. 32-33



Inhalt 2017/2

Greifen Sie zu Ihrem **Terminkalender!** 3



Die **Kreislaufwirtschaft**: weit mehr als Recycling 4



Neue **TI zur Betonarmierung**: Messung und Biegedorne 6



Brandschutzanforderungen für **geneigte Dächer**: umfassende Frage- und Antwortrunde 8



Feuchtigkeitsprobleme durch **Umkehrkondensation** in warmen Flachdächern 10



Brandschutz von **Holzterrassen** auf **Flachdächern** 12



Spontaner Glasbruch durch **NiS-Einschlüsse** 14



ETICS-Systeme und der **Brandschutz** von Fassaden 16

Im Fokus + FAQ 18



Wasserabdichtung von bodengleichen Duschen in Einfamilienhäusern 20



Rechenblatt für die Bewertung von **Farbkontrasten** und die Dimensionierung der **Signalisation** 22



Der Einfluss der **Lüftung** auf das **E-Niveau**: Überarbeitung des PEB-Rechenverfahrens 24



Legionellen: noch immer ein Problem in unseren Wasserinstallationen 26



Dampfdurchlässige Wände: eine Alternative zur Lüftung? 28



Flankierende Schallübertragung beim Bauen mit **CLT** 30



3D-Scannen im Dienste des Bauunternehmers 32



Opticost: hin zu einer Optimierung der Baukosten 34



Greifen Sie zu Ihrem Terminkalender!

Der Versuch, die Baukosten zu verringern, ist das tägliche Los für alle Unternehmen ... Denn nicht nur ihre Rentabilität, sondern auch die Zukunft des gesamten Sektors hängen davon ab. Es liegt auf der Hand, dass die Kosten so niedrig wie möglich bleiben müssen, um potenzielle Kunden nicht zu entmutigen. Die überwiegende Mehrheit der Unternehmen, sowohl große wie kleine, haben schon lange verstanden, dass zum Optimieren ihrer Prozesse eine gute Organisation notwendig ist.

Eine neue Philosophie im Bausektor ist **Lean Construction**. Dieser Ansatz besteht hauptsächlich darin, alle Formen des Spektrums der Verschwendung zu reduzieren, das von Zeitverlusten bis zu nutzlosen Arbeiten reicht. Andere Sektoren, wie z.B. der Automobilsektor, wenden diesen Ansatz schon länger an und es ist ihnen so gelungen, zu einer besseren Prozessbeherrschung zu kommen. Jetzt sind wir an der Reihe, das Gleiche zu tun!

Da in diesem Zusammenhang kürzlich mehrere neue Initiativen auf die Beine gestellt wurden, haben das WTB und die *Confédération Construction* der Region Brüssel-Hauptstadt beschlossen, ihre nächste **Summer University** dem Thema **Lean Construction** zu widmen. Diese Veranstaltung, die am **12. September 2017** stattfinden wird, zielt darauf ab, die Baufachleute über die allgemeinen **Lean Construction**-Konzepte zu informieren, ihnen eine Anzahl Hilfsmitteln an die Hand zu geben und deren Anwendung in der Praxis vorzustellen. Dabei geht es darum, zu zeigen, dass **Lean Construction** nicht bloß ein theoretisches Konzept ist. Im Gegenteil! Jedes Unternehmen, sei es klein oder groß, profitiert davon und kann damit seine Konkurrenzfähigkeit verbessern.

Um zu einer geringeren Verschwendung zu kommen, sind auch ein besserer Projektentwurf und eine genauere Baustellenvorbereitung erforderlich. In diesem Zusammenhang kann sich die Nutzung von BIM und anderen digitalen Lösungen als nützlich erweisen. Dies hat die *Confédération Construction* und das WTB dazu veranlasst, die erste große belgische sektorale Messe bezüglich BIM und den modernen Kommunikationstools zu organisieren: die **BIM Brussels Digital Construction Days**, die am **11. und 12. Oktober 2017** in Brüssel stattfinden werden. Auf dieser Veranstaltung werden verschiedene Präsentationen gegeben werden und Workshops stattfinden, die die Baufachleute in die Lage versetzen müssen, eine bessere Vorstellung von den Möglichkeiten zu erhalten, die die digitale Revolution bereithält. In der nächsten Ausgabe des WTB-Kontakt wird das Programm dieser Veranstaltung näher erläutert werden.

Notieren Sie diese Termine bereits in Ihrem Terminkalender. Denn diese Veranstaltungen stellen die ideale Gelegenheit dar, zahlreiche neue Horizonte in einer angenehmen Atmosphäre zu entdecken.

Der belgische Bausektor produziert jährlich mehr als 15 Millionen t Abfall. Obwohl der größte Teil dieses Abfalls recycelt wird, gibt es noch zahlreiche Herausforderungen anzunehmen. So wird dieser Abfall größtenteils in niederwertigen Anwendungen verwendet (*Downcycling*). Andererseits entsteht auch ständig mehr nichtsteinartiger Abfall, für den es noch keine gute Lösung zur Verwertung gibt.

Die Kreislaufwirtschaft: weit mehr als Recycling

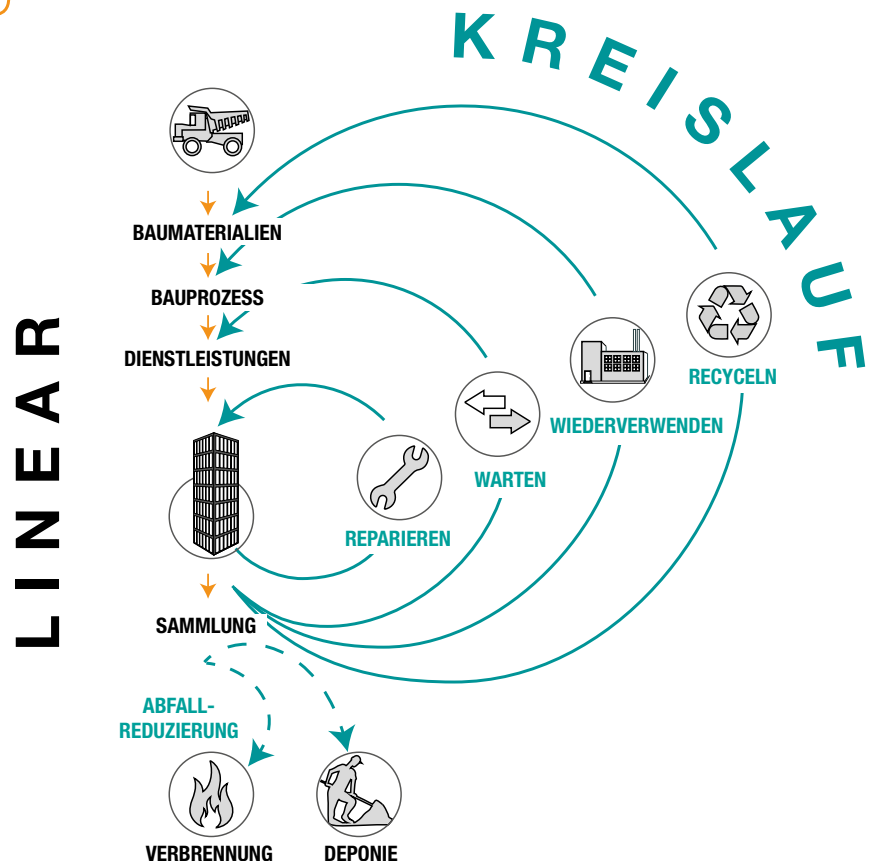
Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft besteht darin, den Wert der Produkte und Materialien so lange wie möglich zu erhalten. Dieses Prinzip steht somit im Gegensatz zum linearen ökonomischen Modell, dass durch Gewinnen, Produzieren, Konsumieren und Wegwerfen gekennzeichnet ist.

Die Kreislaufwirtschaft ist bestrebt, die Abfallproduktion zu verringern, indem einerseits die Produkte repariert, gewartet und wiederverwendet werden und andererseits die Materialien recycelt werden (siehe nebenstehendes Schema). Dieser Ansatz umfasst nicht nur das Finden von technischen Lösungen zum Schließen des Kreislaufes, sondern auch das Nachdenken über den Entwurf und die Art und Weise, in der Produkte zusammenzustellen sind, damit ihre Lebensdauer verlängert wird. Parallel dazu werden neue ökonomische Modelle entwickelt, um diesen Gedanken des Kreislaufs zu unterstützen.

Eine Kreislaufwirtschaft kann zahlreiche Vorteile mit sich bringen, wie z.B. eine niedrige Auswirkung auf die Umwelt, eine größere Sicherheit über die Verfügbarkeit von Rohstoffen, die Entwicklung von innovativen Lösungen und die Schaffung von lokalen Beschäftigungsmöglichkeiten.

Im Bausektor hat die Umsetzung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft eine Auswirkung auf drei große Themen, die Baufachleuten nicht nur Opportunitäten bieten, sondern sie auch vor Herausforderungen stellen:

- das **Entwerfen und Errichten von**



Prinzip der Kreislaufwirtschaft in der Wertekette des Bausektors (angepasste Version einer Grafik vom World Economic Forum (*)).

Gebäuden, von denen die Materialien am Ende ihrer Lebensdauer wiederverwertet werden können

- die **Gewinnung der verfügbaren Rohstoffe** aus den bestehenden Gebäuden und deren Valorisierung
- die **Entwicklung neuer ökonomischer Modelle** im Hinblick auf die Schaffung eines Mehrwerts während der gesamten Lebensdauer der Gebäude und der Materialien.

Entwerfen und Bauen im Kreislauf

Sobald man mit dem Entwurf von neuen Gebäuden beginnt, muss man darüber nachdenken, was mit den Gebäuden und den darin vorhandenen Materialien geschehen soll, und zwar sowohl während der Nutzungsphase als auch am Ende ihrer Lebensdauer. Die Lebensdauer der Gebäude kann auf diese Weise verlängert und die darin verwendeten

(*) <https://www.weforum.org/agenda/2016/05/can-the-circular-economy-transform-the-world-s-number-one-consumer-of-raw-materials/>.



Laufende Projekte

Das WTB führt eine Anzahl von Untersuchungen in Bezug auf die Kreislaufwirtschaft aus:

- **Pilotbaustellen für die Bauabfall-Verwaltung in Brüssel**
- **BBSM**: Der Gebäudepark von Brüssel: eine Quelle neuer Materialien
- **RecyBeton**: Nutzung von recycelten Granulaten in gebrauchsfertigem Beton
- **Sand2Sand**: Anwendung von recyceltem Sand in Beton
- **OVERS©HOT**: Recycling von (chemisch) verunreinigtem Abrissholz.

Für weitere Informationen: www.cstc.be/go/projects.

Materialien können dadurch wiederverwertet werden. Die Realisierung eines im Kreislauf eingebetteten Gebäudes stützt sich auf die folgenden grundlegenden Prinzipien:

- **Die Gebäude müssen so entworfen werden, dass sie** an andere Funktionen und eine Änderung der Erfordernisse der Nutzer **angepasst werden können**. Auf diese Weise ließe sich ein Gebäude, das ursprünglich als Bürogebäude fungierte, in ein Appartementshaus umwandeln, vorausgesetzt, dass die Struktur eine andere Planeinteilung zulässt und die Geschosshöhe für die einzurichtenden Wohneinheiten ausreichend ist
- Da die kombinierten Schichten eines Gebäudes (Struktur, Gebäudehülle, räumliche Einteilung, Systeme) verschiedene Lebensdauern haben, kann man dadurch, dass man **in voneinander unabhängigen Schichten** baut, bestimmte Bestandteile ersetzen ohne andere zu beschädigen
- Bei der Wahl der Materialien ist es

vorzuziehen, **sich für Recycling-Materialien** (z.B. Beton mit recycelten Granulaten ...) oder für Materialien **zu entscheiden**, die am Ende ihrer Lebensdauer recycelt oder wiederverwendet werden können

- Die Materialien müssen **auf eine zugängliche und umkehrbare Art und Weise verbunden werden**, z.B. durch Schrauben oder Klammern, die es ermöglichen, die zusammengefügte Teile und Materialien wiederzuverwenden ohne sie zu beschädigen.

Valorisierung der Materialien von bestehenden Gebäuden

Die Kreislaufwirtschaft betrachtet die bestehenden Gebäude als eine ‚Mine von Materialien‘ (*urban mining*) und den Abfall als Rohstoff. Dadurch, dass man Materialien aus bestehenden Gebäuden wiederverwendet, kann man unter anderem die Gewinnung von neuen Rohstoffen vermeiden.

Folglich muss man vor der Renovierung oder dem Abriss Informationen über die Gebäudekomponenten und die verwendeten Materialien sammeln. Durch die Nutzung eines ‚Vorabriss-Verzeichnisses‘ lässt sich das Valorisierungspotenzial bewerten: Übersicht der Mengen und der Qualität der Materialien, Identifikation der Schadstoffe ...

Danach kann man zur selektiven Demontage mit zwei Zielen vor Augen übergehen:

- **die Wiederverwendung von Bauelementen**, das heißt der Prozess, bei dem Produkte für den gleichen Zweck erneut verwendet werden,

für den sie entworfen wurden. Die Wiederverwendung macht gegenwärtig bezogen auf das Recycling nur einen kleinen Anteil aus (sie bleibt beschränkt auf bestimmte Materialien aus dem Gebäudeerbe, wie z.B. Blaustein, keramische Fliesen, antike Ziegelsteine ...). Dies bringt zahlreiche Herausforderungen mit sich, wie das Garantieren von Leistungen der für die Wiederverwendung bestimmten Elemente und das Abstimmen von Angebot und Nachfrage

- **die Schaffung von homogenen Abfallströmen**, die einfacher und vorzugsweise in einem geschlossenen Kreislauf recycelt werden können. Gegenwärtig werden mehr als 90 % des steinartigen Anteils recycelt. Es müssen allerdings noch technische und rentable Lösungen für mehrere Materialtypen gefunden werden, die in großen Volumen vorkommen, aber einen geringen Wert haben, die aneinander geklebt sind oder aus Verbundwerkstoffen bestehen.

Entwicklung von neuen ökonomischen Modellen

Parallel zu den oben erwähnten technischen Entwicklungen entstehen neue ökonomische Modelle, die es ermöglichen müssen, einen Wert auf eine alternative Weise zu schaffen. Denn die derzeitige Tendenz besteht darin, die Funktion oder die Verwendung eines Guts anstelle des eigentlichen Produkts zu verkaufen. So verkauft ein Lampenhersteller keine Armaturen und Lampen mehr, sondern wird dafür bezahlt, eine bestimmte Menge an verbrauchtem Licht zur Verfügung zu stellen. Der Hersteller bleibt in dem Fall Eigentümer des Produkts und der Nutzer bezahlt nur für dessen Nutzung. Dies versetzt den Hersteller unter anderem in die Lage, die Produkte besser zu recyceln.

Andere Materialhersteller stellen immer häufiger Sammelsysteme für den Abfall ihrer Produkte auf der Baustelle zur Verfügung. So verwerten sie ‚gebrauchte‘ Rohstoffe, für die sie die Lebensdauer verlängern können. |

A. Romnée, Ir., Projektleiter und J. Vrijders, Ir., stellvertretender Laboratoriumsleiter, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB

Innovation Paper

Auf der CSTC-Website (siehe Technologischer Beratungsdienst ‚Eco-construction‘) ist ein **Innovation Paper** verfügbar, in dem auf die Entwicklungen, die Innovationen, einige gute Beispiele und die Perspektiven der Kreislaufwirtschaft im Bausektor eingegangen wird.

Der Entwurf und die Ausführung von Bauwerken aus armierten Beton sind häufig sehr komplex, weil man dafür zahlreiche Dokumente einsehen muss: den Eurocode 2 (NBN EN 1992) für die Dimensionierung, die Norm NBN EN 13670 für die Ausführung, die Norm NBN EN 10080 für die Betonstahlkennwerte, die Norm NBN EN ISO 3766 für die Zeichnungsart der Betonarmierung ... Darüber hinaus wird der größte Teil dieser Normen durch einen nationalen Anhang ergänzt, der die Anwendung in Belgien speziell präzisiert. Man stellt jedoch fest, dass der Inhalt dieser Dokumente oft nicht gut genug beherrscht wird, obwohl sie häufig durch die Lastenhefte obligatorisch vorgeschrieben werden.

Neue TI zur Betonarmierung: Messung und Biegedorne



Um die Bauunternehmer und die Planer durch das Labyrinth der Referenzdokumente zu lotsen, hat das WTB im Jahr 2000 die Technische Information Nr. 217 veröffentlicht, die dem Flechtwerk für armierten Beton gewidmet ist.

Da sich der normative Kontext seitdem beträchtlich verändert hat, wurde dieses Dokument gründlich überarbeitet und verbessert. Diese Überarbeitung wurde kürzlich als **TI 260** veröffentlicht.

Diese neue TI bespricht alle Schritte des Armierungsprozesses: die Wahl der Stahlsorte, die Bearbeitung, die Rationalisierung des Flechtwerks, die Lagerung, die Angaben auf den Plänen, die auszuführenden Kontrollen, die Toleranzen, die Preisberechnung und die eigentliche Ausführung.

Dieser Artikel geht auf zwei spezifische Themen der TI näher ein, die einer ausführlicheren Erläuterung bedürfen: die Messung der Stablänge und die Bestimmung des Biegedorndurchmessers der Stäbe.

Messung der Stäbe

Es gibt häufig in Bezug auf die bei der Preisberechnung zu berücksichtigende Stablänge Diskussionen zwischen der Armierungszentrale, dem Bauunternehmer und dem Bauherr. Um diesbezüglich Abhilfe zu schaffen, hat die Arbeitsgruppe, die die TI verfasst hat, festgelegt, wie diese Längen zu messen sind. So ist zu unterscheiden zwischen der tatsächlichen Stablänge (also der Länge, die der Längsachse nach gemessen wird) und der theoretischen Stablänge (d.h. der Summe der im gebogenen Zustand angegebenen Teilmaße). Die Teilmaße (also die linearen Abmessungen der durch eine Umbiegung, einen Haken oder ein Stabende begrenzten

Stabteile) berücksichtigen den Biegeradius nicht. Diese Unterschiede werden in der Abbildung auf der nächsten Seite wiedergegeben. Die theoretische Länge ist immer größer als die tatsächliche Länge. Der Unterschied zwischen den beiden Werten wird ‚Biegeverkürzung‘ genannt.

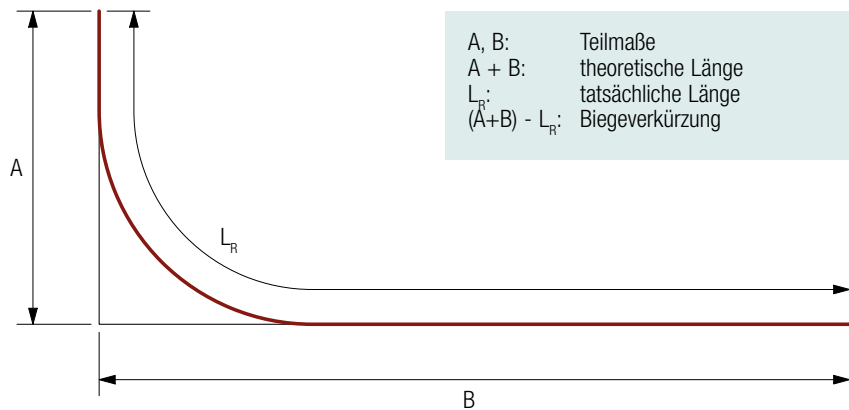
Die Kosten für die Armierung werden anhand der theoretischen Stablängen und der theoretischen Dichte des Stahls (7.850 kg/m^3) berechnet. Wenn die Biegeverkürzung in außergewöhnlichen Fällen berücksichtigt wird, muss man dies in den Vertragsdokumenten (Lastenheft, Preisangebot und Vertrag) angeben.

Der Bauherr und der Bauunternehmer müssen eine klare Vereinbarung über die Hilfsarmierung (die nur zur Montage oder Ausführung dient und nicht zur strukturellen Festigkeit des Bauelements beiträgt) schließen. Im Idealfall wird in einer Klausel im Lastenheft angegeben, ob die Hilfsarmierung Gegenstand oder nicht eines gesonderten Postens ist. Falls das Lastenheft keine anderslautenden Angaben enthält oder vorsieht, dass die Hilfsarmierung nicht gesondert bezahlt wird, muss der Bauunternehmer dies in seinem Angebot berücksichtigen, indem er den für die Hilfsarmierung vorgesehenen Preis in seinem Einheitspreis für den Posten der Armierung verrechnet.



Biegedorn

Die Armierungsstäbe müssen gemäß bestimmten Mindest-Biegeradien gebogen werden, und zwar um zu vermeiden, dass einerseits im Stahl Biegerisse entstehen könnten und dass andererseits die Armierung zu große Spannungskonzentrationen im Beton entstehen lassen könnte, wenn sie auf Zug belastet wird. Denn diese Spannungskonzentrationen können zu einer lokalen Abplatzung des Betons führen.



Teilmaße, theoretische Länge und tatsächliche Länge eines Stabs.

Um das Auftreten von Biegerissen zu vermeiden, muss der Mindest-Biegedorndurchmesser gleich:

- dem Vierfachen des Stabdurchmessers sein, wenn dieser kleiner als oder gleich 16 mm ist
- dem Siebenfachen des Stabdurchmessers sein, wenn die Stabdurchmesser größer sind.

Um eine gute Festigkeit des Betons in Höhe der Biegung zu gewährleisten, liefert der Eurocode 2 eine Formel, die die Zugkraft im Stab, die Betonfestigkeit,

den Abstand der Armierungsstäbe und der Betondeckung berücksichtigt. Zur Vereinfachung kann man anhand der nachstehenden Tabelle aus der **TI 260** schnell ermitteln, welcher Biegedorndurchmesser für den Fall einer Hauptarmierung erforderlich ist, die bis zu ihrer Streckgrenze belastet wird.

G. Zarnati, Ir., Projektleiter und
B. Parmentier, Ir., Abteilungsleiter,
Abteilung Strukturen, WTB

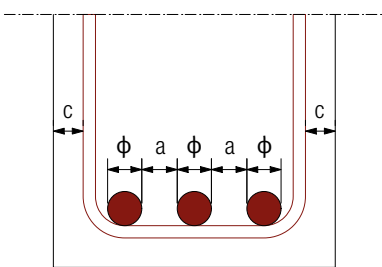
Dieser Artikel wurde im Rahmen der
Normen-Außenstelle Konstruktive Eurocodes,
mit der finanziellen Unterstützung des
FÖD Wirtschaft, verfasst.

Zu verwendender Biegedorndurchmesser in Abhängigkeit der Projektbedingungen, um die Abplatzung des Betons zu vermeiden, wenn die Struktur mechanisch belastet wird.

min (a/2;c) (*)	Biegedorndurchmesser ϕ_m							
	Festigkeitsklasse des Betons							
	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	≥ C55/67
0,5 ϕ	38 ϕ	31 ϕ	26 ϕ	22 ϕ	19 ϕ	17 ϕ	15 ϕ	14 ϕ
1 ϕ	30 ϕ	24 ϕ	20 ϕ	17 ϕ	15 ϕ	13 ϕ	12 ϕ	11 ϕ
1,5 ϕ	26 ϕ	20 ϕ	17 ϕ	15 ϕ	13 ϕ	11 ϕ	10 ϕ	9 ϕ
2 ϕ	23 ϕ	18 ϕ	15 ϕ	13 ϕ	12 ϕ	10 ϕ	9 ϕ	8 ϕ
2,5 ϕ	21 ϕ	17 ϕ	14 ϕ	12 ϕ	11 ϕ	9 ϕ	9 ϕ	8 ϕ
3 ϕ	20 ϕ	16 ϕ	13 ϕ	12 ϕ	10 ϕ	9 ϕ	8 ϕ	7 ϕ
≥ 3,5 ϕ	19 ϕ	15 ϕ	13 ϕ	11 ϕ	10 ϕ	9 ϕ	8 ϕ	7 ϕ

(*) Mindestwert zwischen a/2 und c, wobei:

- a: Abstand der Stäbe
- c: Betondeckung.



Anwendungsbeispiel

Falls Folgendes gegeben ist:

- Stabdurchmesser: 12 mm
- Betondeckung c: 25 mm
- Abstand der Stäbe a: 30 mm
- Festigkeitsklasse des Betons: C30/37
- $\min(a/2;c) = \min(30/2;25) = 15 \text{ mm}$, d.h. $\pm 1 \phi$

dann beträgt der Biegedorndurchmesser das 20-Fache des Stabdurchmessers: 240 mm (20 x 12 mm).

Dieser Artikel bespricht die wichtigsten Punkte bezüglich des Brandschutzes von geneigten Dächern mithilfe von Fragen, die uns in regelmäßigen Abständen unterbreitet werden, und stellt eine Ergänzung zu den diesbezüglichen Informationen der TI 251 dar. Die Antworten basieren auf den Vorschriften des Königlichen Erlasses ‚Normes de prévention de base‘, der für Neubauten gilt. Die in diesem Artikel angegebenen Vorschriften gelten jedoch nicht für Dächer von Einfamilienhäusern, da diese nicht den Brandschutzanforderungen unterworfen sind.

Brandschutzanforderungen für geneigte Dächer: umfassende Frage- und Antwortrunde

1 Dem Bericht zur Brandverhütung zufolge müssen die strukturellen Elementen des Dachs eines niedrigen Gebäudes einen Feuerwiderstand R30 aufweisen. Was versteht man unter ‚strukturellen Elementen‘? Was bedeutet ‚R30‘ und wie kann man dem entsprechen?

Zuallererst möchten wir daran erinnern, dass der Königliche Erlass ‚Normes de prévention de base‘ zwischen niedrigen Gebäuden ($h < 10$ m), mittelhohen Gebäuden (zwischen 10 und 25 m) und hohen Gebäuden ($h > 25$ m) unterscheidet. Dann möchten wir deutlich machen, dass der Feuerwiderstand als das Vermögen eines Bauelementes beschrieben werden kann, während einer bestimmten Brandzeitdauer den Anforderungen im Zusammenhang mit der Tragfähigkeit (Kriterium R), dem Raumabschluss (Kriterium E), der Wärmedämmung (Kriterium I) und/oder einer beliebigen anderen geforderten Funktion weiterhin entsprechen zu können.

Die Feuerwiderstandsanforderung R30 steht somit bei Brand für eine Tragfähigkeit R, die 30 Minuten lang aufrechterhalten wird. Wir möchten allerdings darauf hinweisen, dass diese Anforderungen für die mittelhohen Gebäude (R60) und die hohen Gebäude

(R120) strenger sind und dass sie nicht für Dächer von nicht eingerichteten Dachböden gelten, sofern die Decke unter dem Dach, die Türen und die Bodenfalltüren selbst ausreichend feuerbeständig sind.

Es ist anzumerken, dass die Anforderung für die sogenannten strukturellen Elemente gilt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2011/4.4](#)). Dies sind die tragenden Elemente, die die Tragfähigkeit des gesamten Gebäudes oder eines Teils davon sicherstellen (Säulen, tragende Wände, Hauptträger ...) und die bei deren Versagen zu einem fortschreitenden Einsturz führen. In diesem Zusammenhang müssen die zur primären Konstruktion gehörenden Elemente, genauer gesagt die Binder und die Pfetten die geforderte Tragfähigkeit aufweisen. Die Elemente, die zur sekundären Konstruktion gehören, wie z.B. die Bindersparren, Sparren, Laten, Konterlaten oder selbsttragenden Platten, werden im Allgemeinen nicht als strukturelle Elemente betrachtet und müssen somit nicht über einen bestimmten Feuerwiderstand verfügen.

Um der geltenden Tragfähigkeitsanforderung zu entsprechen, müssen die strukturellen Elemente (also die Binder und Pfetten) für den Fall eines Brandes

ausgelegt werden ⁽¹⁾. Für strukturelle Elemente aus Holz wird dies hauptsächlich von der Holzart, dem ausgeführten Querschnitt, den im Brandfall aufzunehmenden Belastungen (Eigengewicht des Dachs, Windbelastung) und der Spannweite abhängen. So genügen Pfetten mit einem Querschnitt von 100 x 300 mm, einem maximalen Abstand von 2 m und einer maximalen Spannweite von 6 m in der Regel der Anforderung R30. Bei strengeren Anforderungen (R60 oder R120) besteht die Alternative darin, die strukturellen Elemente (z.B. mithilfe von Gipsplatten, deren Dicke und Anzahl experimentell validiert sind) zu schützen.

2 Dem Lastenheft zufolge muss die Dachdeckung zur Klasse B_{roof}(t₁) gehören. Was bedeutet das? Genügen die Schieferplatten und die Dachziegel eines geneigten Dachs dieser Anforderung?

Die Klasse B_{roof}(t₁) gibt die Leistung eines Dachs wieder, das einem externen Brand ausgesetzt ist und wird nach einem Laborversuch ⁽²⁾ gewährt. In einem Beschluss der Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2000/553/EG) wird allerdings eine Reihe von Dachdeckungsprodukten angegeben, von denen man annehmen

⁽¹⁾ Gemäß den Eurocodes, unter anderem der Norm NBN EN 1995-1-2, die der Dimensionierung von Holzelementen im Brandfall gewidmet ist.

⁽²⁾ Dieser Versuch muss gemäß der Norm NBN CEN TS 1187 ausgeführt werden. Die Klassifizierung muss gemäß der NBN EN 13501-5 erfolgen. Für weitere diesbezügliche Informationen verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2014/4.6](#), die dem Brandverhalten von Flachdächern gewidmet sind.

kann, dass sie der Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ entsprechen, ohne dass man zu Versuchen übergehen muss. Naturschieferplatten und Dachziegel aus Beton, Ziegelstein, Keramik oder Stahlbleche gehören zu dieser Kategorie.

3 Müssen – neben der Dachdeckung – auch die anderen Dachkomponenten (Innenverkleidung, Dämmung, Unterdach) bestimmten Brandschutzanforderungen entsprechen?

Die Dämmung und das Unterdach unterliegen nicht direkt den verordnungsrechtlichen Anforderungen. Wenn es sich jedoch bei der Dachdeckung um kein Produkt handelt, für das man annehmen darf, dass es der Klasse

$B_{\text{roof}}(t_1)$ entspricht (siehe oben), muss man zu einem Laborversuch für den Dachaufbau übergehen wie er ausgeführt werden wird (Dachdeckung, Unterdach, Dämmung, Dachunterkonstruktion, Befestigungen ...).

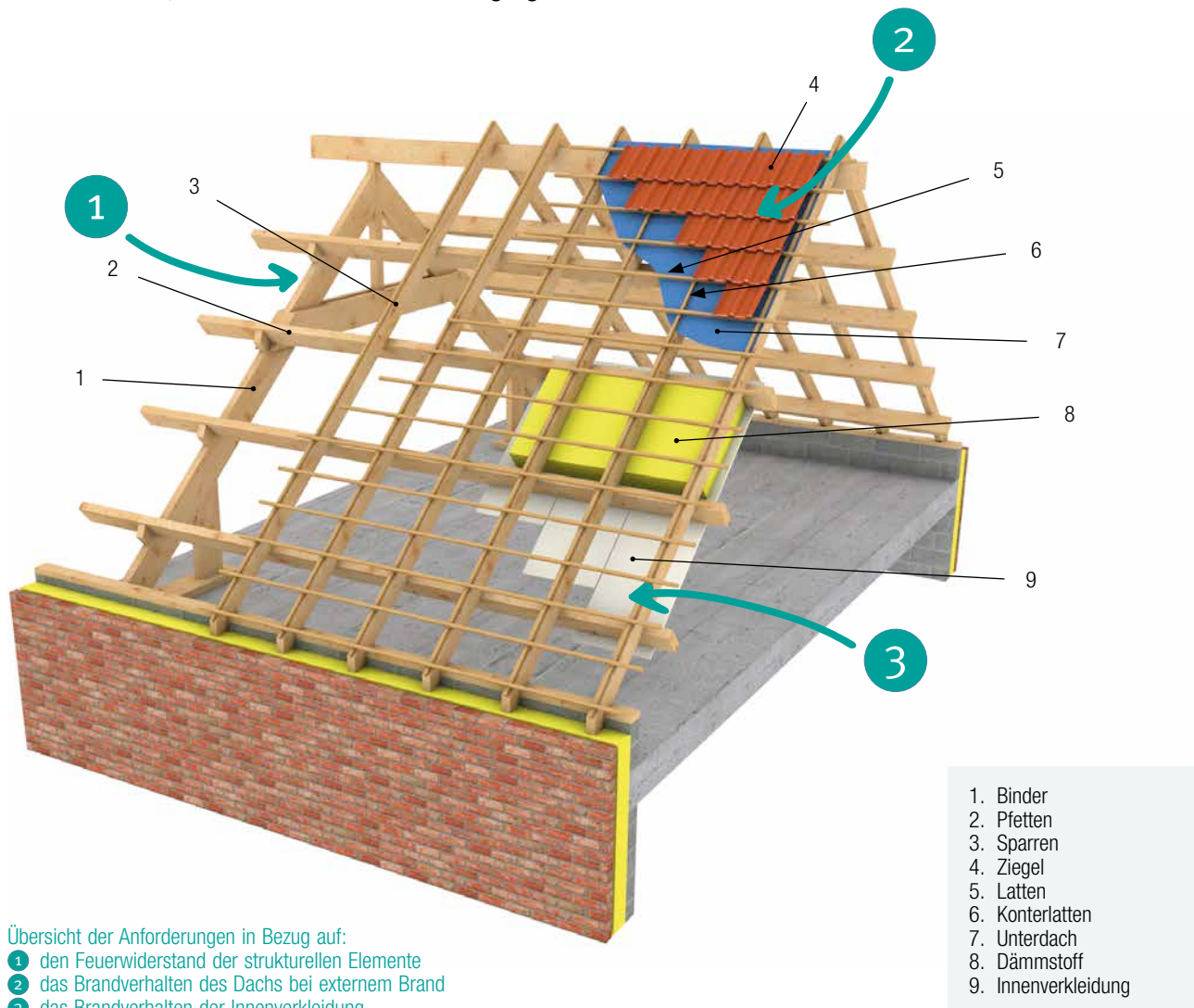
Für die Innenverkleidung des Dachs kann im Übrigen eine Brandverhaltensklasse gefordert werden.

Das Brandverhalten ist das Verhalten eines Bauprodukts, das – durch seine eigene Zersetzung – das Feuer, dem es ausgesetzt ist, anfacht. Die europäische Brandverhaltensklassifizierung unterscheidet sieben Hauptklassen (A1, A2, B, C, D, E und F – in aufsteigender Reihenfolge der Brennbarkeit), unter Hinzufügung der Klasse s für die Rauch-

entwicklung und der Klasse d für die Bildung von brennenden Tröpfchen. Diese Anforderungen sind von dem Gebäudetyp (niedrig, mittelhoch oder hoch) und dem Nutzertyp ⁽³⁾ abhängig. Die Deckenverkleidung eines Technikraums eines niedrigen, mittelhohen oder hohen Gebäudes muss beispielsweise der Klasse A2-s3, do entsprechen (z.B. Gipsplatte, Faserzementplatte). **I**

Y. Martin, Ir., Leiter der Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle Brandverhütung, mit der finanziellen Unterstützung des FÖD Wirtschaft, verfasst.



Übersicht der Anforderungen in Bezug auf:

- ① den Feuerwiderstand der strukturellen Elemente
- ② das Brandverhalten des Dachs bei externem Brand
- ③ das Brandverhalten der Innenverkleidung.

(3) Typ 1 (nicht zur Selbsthilfe fähige Nutzer: Pflegeheime, Krankenhäuser ...), Typ 2 (schlafende, zur Selbsthilfe fähige Nutzer: Appartementshäuser, Hotels ...) und Typ 3 (wachsamen, zur Selbsthilfe fähige Nutzer: Bürogebäude, Sportzentren, Einkaufszentren ...).

Wenn man mit Feuchtigkeit in Flachdächern konfrontiert wird, denkt man oft in erster Linie an Infiltrationen (siehe Les Dossiers du CSTC 2016/4.6). An der Unterseite der Flachdächer können jedoch auch Feuchtigkeitsprobleme auftreten, die mit dem Regenwetter nicht im Zusammenhang stehen. In dem Fall ist die Kondensation meistens der Übeltäter. In diesem Artikel wird näher auf die Erscheinung der Umkehrkondensation und auf die Vorgehensweisen eingegangen, mit denen man die dadurch hervorgerufenen Probleme in warmen Flachdächern vermeiden kann.

Feuchtigkeitsprobleme durch Umkehrkondensation in warmen Flachdächern

1 Innere Kondensation und Umkehrkondensation

Die innere Kondensation in Flachdächern entsteht vor allem während der kälteren Zeiten des Jahres (Winter), genauer gesagt wenn die warme, feuchte Innenluft durch die Wärmedämmung gelangt, um dort an einer kalten und dampfdichten Schicht (meistens der Abdichtung) zu kondensieren. Um dieses Problem zu vermeiden, wird im Dachaufbau im Allgemeinen eine Dampfsperre vorgesehen, die auch als Luftsperre fungiert (siehe TI 215, § 6).

Bei kaltem Wetter ist der Dampfdruck (°) in den Innenräumen im Allgemeinen größer als der Dampfdruck im Dach und der Außenumgebung, wodurch es zu einem Dampftransport (über den Dachaufbau) von innen nach außen kommt. Bei warmem Wetter verläuft dieser Dampftransport meistens in umgekehrter Richtung.

Wenn sich eine gewisse Menge an Feuchtigkeit im Dachaufbau befindet, könnte diese infolge des umgekehrten Dampftransports zur Innenumgebung wandern (°). Falls die Temperatur der Dachunterkonstruktion und/oder der Dampfsperre niedriger als die Taupunkttemperatur im Dachaufbau ist,

kann die so gewanderte Feuchtigkeit an diesem Ort kondensieren. Diese Erscheinung wird als Umkehrkondensation bezeichnet.

Dieses Kondenswasser kann Probleme hervorrufen, wenn es über die Unterbrechungen in der Dampfsperre und/oder der Dachunterkonstruktion (z.B. in Höhe der Lichtpunkte oder der Fugen) nach innen sickert. Da sich auch Infiltrationen häufig an diesen Stellen äußern, ist es nicht immer einfach, zwischen den beiden Phänomenen zu unterscheiden. Die Witterungsverhältnisse, bei denen die Feuchtigkeitsprobleme auftreten, können – wie bereits in Les Dossiers du CSTC 2016/4.6 erläutert wurde – in diesem Zusammenhang Aufschluss geben.

2 Randbedingungen für das Auftreten der Umkehrkondensation

Damit eine Umkehrkondensation in einem Flachdach auftreten kann, müssen drei Randbedingungen erfüllt sein:

- eine gewisse Menge an eingeschlossener (Bau-)Feuchtigkeit muss vorhanden sein
- der Dampfdruckunterschied über die feuchten Schichten des Dachaufbaus muss groß genug sein

- die Temperatur der Dachunterkonstruktion und/oder der Dampfsperre muss ausreichend niedrig sein.

2.1 Eingeschlossene (Bau-)Feuchtigkeit

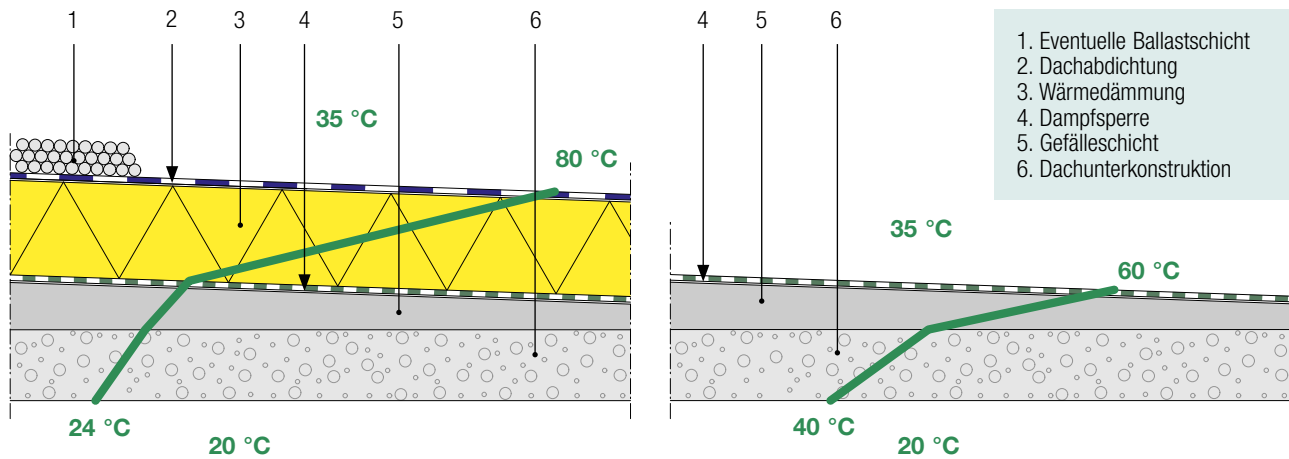
Die im Flachdach vorhandene Feuchtigkeit kann von verschiedenen Quellen herrühren.

So kann eine gewisse Menge an Feuchtigkeit als Folge von Infiltrationen oder einer inneren Kondensation in den Dachaufbau gelangen. Diese Feuchtigkeit kann sich unverzüglich in den Innenräumen unter dem Dach manifestieren, sie kann sich aber auch um die Wärmedämmungsschicht herum und in dieser ansammeln. Bei dieser Letzteren kann es übrigens vor oder während der Anbringung zu einer Befeuchtung kommen (was natürlich zu vermeiden ist).

Eine zweite Feuchtigkeitsursache liegt in der Verwendung von Materialien unter der Dämmschicht, die eine bedeutende Feuchtigkeit aufweisen. Denken wir in diesem Zusammenhang nur einmal an Gefälleschichten auf Zementbasis (z.B. aus Schaumbeton; siehe auch Les Dossiers du CSTC 2014/2.5). Um das Auftreten der inneren Kondensation

(°) Der Dampfdruck ist der Druck, den der Wasserdampf auf seine Umgebung in einem Wasserdampf-Luft-Gemisch ausübt. Dieser Druck ist von der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der Luft abhängig (siehe TI 153).

(°) Bei 'Kompaktdächern' baut man auf dieses Phänomen, um die Trocknung des Dachaufbaus zustande zu bringen. Dies ist allerdings nicht ohne Risiko: Es sind dabei zahlreiche Randbedingungen zu erfüllen (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/2.6).



Informatorischer Temperaturverlauf in einem Dachaufbau mit Wärmedämmung (links) und ohne Wärmedämmung (rechts).

während der kälteren Zeiten des Jahres zu vermeiden, muss man auf solchen Gefälleschichten und Tragdecken immer eine Dampfsperre anbringen (siehe TI 215, § 6).

Bei Dachunterkonstruktionen mit Hohlplatten oder profilierten Stahlblechen kann schließlich während der Bauphase Feuchtigkeit in die jeweiligen Kanäle gelangt sein. Um das Vorhandensein dieser Feuchtigkeit im Rahmen des Möglichen zu vermeiden, muss man diese Dachunterkonstruktionen an ihrem niedrigsten Punkt mit Bohrungen versehen.

2.2 Umgekehrter Dampftransport

Die Umkehrkondensation kann nur auftreten, wenn der Dampfdruckunterschied über die feuchten Schichten des Dachaufbaus (also die Gefälle- und Dämmschichten) hinweg groß genug ist.

Bei Gefälleschichten mit eingeschlossener Baufeuchtigkeit wird der Temperaturgradient – und demzufolge auch der Dampfdruckunterschied – in dem Maße abnehmen, wie der Dämmgrad des Dachs steigt (siehe Abbildung). Dadurch wird die Austrocknung langsamer verlaufen und das Risiko in Bezug auf die Umkehrkondensation sinken (es sei denn, dass Wärmebrücken im Dachaufbau vorhanden sind). Die Baufeuchtigkeit in den Gefälleschichten wird im Prinzip nur in Dachaufbauten mit einer begrenzten Wärmedämmung zu einer Umkehrkondensation führen. Bei Dächern, die gemäß der geltenden Energiegesetzgebung gedämmt wurden,

ist die Wahrscheinlichkeit einer Umkehrkondensation dagegen gering.

Falls die Wärmedämmung vor oder während der Anbringung befeuchtet wurde, muss man jedoch in Bezug auf dieses Problem besorgt sein. Denn der Dämmstoff-Temperaturgradient kann in dem Fall dermaßen groß werden, dass die eingeschlossene Feuchtigkeit zur Innenseite durchdringt und dort an der Dampfsperre oder der Rohdecke kondensiert.

2.3 Temperatur der Rohdecke und/oder der Dampfsperre

In dem Maße, wie die Temperatur der Rohdecke und/oder der Dampfsperre niedriger wird, wird das Risiko in Bezug auf eine Kondensation zunehmen.

Bei beheizten Gebäuden mit einem wärmegeprägten Dach kann man davon ausgehen, dass die Dachunterkonstruktion sich fast konstant auf dem gleichen Niveau der Temperatur befindet. Falls dies nicht der Fall ist, muss man die thermische Trägheit der Rohdecke ausreichend berücksichtigen. Denn bei schweren Dachunterkonstruktionen (z.B. aus Beton) dauert es recht lang bevor ein Gleichgewicht mit der Umgebungstemperatur erreicht wird. Bei nicht beheizten Gebäuden geschieht es beispielsweise nicht selten, dass die Temperatur der Betonrohdecke längere Zeit niedriger bleibt als die der Umgebungsluft.

Dies trägt bei Vorhandensein von Baufeuchtigkeit nicht nur zum Auftreten der Umkehrkondensation bei, sondern kann während der wärmeren und feuchteren

Zeiten auch zu einer Oberflächenkondensation an der Unterseite der Rohdecke (z.B. in nicht beheizten Garagen) führen, was sich in einer Tropfenbildung manifestiert.

3 Schlussfolgerung

Um das Auftreten einer Umkehrkondensation in Flachdächern zu vermeiden, muss man diese mit einer korrekten Wärmedämmung versehen und darauf achten, dass die Dämmschicht keine Unterbrechungen (Wärmebrücken) aufweist. Außerdem muss man vor, während und nach der Anbringung vermeiden, dass es zu einer Befeuchtung des Dämmstoffs kommt. In einem Flachdach wird sogar das Vorsehen einer Dampfsperre mit einem niedrigen oder variablen Dampfdiffusionswiderstand die übermäßige Befeuchtung des Dämmstoffes nicht verhindern können.

Bei einem Flachdach, das der Umkehrkondensation unterworfen ist, bei dem aber keine neue Feuchtigkeit zu- (z.B. durch innere Kondensation und/oder Infiltration) mehr auftritt, darf man erwarten, dass diese Erscheinung nach einer gewissen Zeit spontan verschwindet. Es ist allerdings unmöglich vorherzusagen, wie viel Zeit dies genau beansprucht, weil dies von der Menge der eingeschlossenen Feuchtigkeit und den Trocknungsgegebenheiten abhängig ist. Die Hinzufügung einer Dämmschicht zum Dachaufbau kann in manchen Fällen eine Lösung bieten. |

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

Dieser Artikel geht näher auf die geltenden Anforderungen bezüglich des Brandverhaltens von Dachdeckungen und ganz speziell auf das von Holzterrassen ein, die auf den Dächern von Gebäuden installiert sind, wenn diese einem externen Brand ausgesetzt sind. Im Rahmen des Forschungsprojekts ‚Do-It Houtbouw‘ wurde ein Prüfprogramm zur Bestimmung realisiert, ob die Installation einer Holzterrasse auf einem Flachdach einen negativen Einfluss auf die Leistungen dieses Dachs hat, wenn es einem externen Brand ausgesetzt ist. Dieser Artikel präsentiert die Lösungen, die es gestatten, die Vorschriften zu erfüllen und die im Laufe dieses Prüfprogramms validiert wurden. Dies erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Thomas & Piron, das die Realisierung der Prüfstücke übernommen hat.

Brandschutz von Holzterrassen auf Flachdächern

Der **Königliche Erlass ‚Normes de prévention de base‘** legt die Brandschutzanforderungen fest, denen alle Neubauten (mit Ausnahme von Einfamilienhäusern) entsprechen müssen. So auferlegt er unter anderem für die betreffenden Bauten (niedrige, mittelhohe, hohe und Industrie-Gebäude) die folgende Anforderung: „Die Produkte für die Dachdeckung weisen die Merkmale der Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ auf“. Wie in **Les Dossiers du CSTC 2014/4.6** bezüglich des Brandverhaltens von Flachdächern bereits erwähnt wurde, gibt die Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ die Leistung eines Dachs wieder, das einem externen Brand ausgesetzt ist. Diese Klasse muss die Entstehung von sekundären Brandherden auf dem Dach verhindern, indem seine mögliche Durchbohrung und eine etwaige Brandausbreitung auf der Dachoberfläche vermieden werden.

Da eine Holzterrasse auf einem Flachdach im Rahmen des oben erwähnten Königlichen Erlasses als eine Dachde-

ckung betrachtet wird, muss sie die Eigenschaften der Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ aufweisen. Dies muss **durch einen Klassifizierungsbericht nachgewiesen** werden, der auf Laborversuchen basiert ⁽¹⁾. Während dieser Versuche wird das Dach 30 Minuten lang einer Brandbelastung (in Form eines mit Holzwolle gefüllten Stahldrahtkorbs) unterworfen (siehe Fotos auf der nächsten Seite). Zur Bestimmung, ob eine Klassifizierung des Dachaufbaus in die Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ zulässig ist oder nicht, wurden die folgenden Kriterien bewertet:

- **Begrenzung der externen Brandausbreitung** (im Bereich der Außenverkleidung, in diesem Fall der Holz-Terrassenplanken)
- **Begrenzung der internen Brandausbreitung** (im Bereich der Abdichtung und der Dämmung)
- **Nichtvorhandensein von brennenden Materialien oder Tröpfchen**, die vom Modell fallen oder das Dach durchbohren
- **Nichtvorhandensein von Öffnungen, die durch das Dach hindurchgehen.**

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Prüfungen nicht an unabhängigen Bedeckungen ausgeführt wurden, sondern an vollständigen Dachaufbauten, die für jene, die in der Praxis installiert werden, repräsentativ sind. Im Rahmen der Bewertung von Holzterrassen auf Flachdächern wurden die Versuche vorgenommen an Prüfstücken (Abmessungen 1,8 x 0,8 m) des Dachaufbaus (Dichtungsmembran, Dämmung und Dachunterkonstruktion) und der Holzterrasse (Holzplanken, Fugen zwischen den Planken, Befestigungen, Tragkonstruktion (Stützbalken und Polypropylen-Terrassenträger) ...).

Es ist selbstverständlich, dass es nicht machbar ist, alle existierenden Varianten von Holzterrassen auf Flachdächern zu prüfen. Um doch eine möglichst große Anzahl von Terrassenkonfigurationen in Bezug auf ihre Übereinstimmung mit der Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ bewerten zu können, wurden indikative Prüfungen an verschiedenen Dachaufbauten durchgeführt. Dies

„Eine Holzterrasse auf einem Flachdach entspricht unter bestimmten Bedingungen den Eigenschaften der Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$, die die Leistung eines Dachs wiedergibt, das einem externen Brand ausgesetzt ist.“

⁽¹⁾ Gemäß der Klassifizierungsnorm NBN EN 13501-5, der Prüfnorm NBN CEN/TS 1187 und der Norm CEN/TS 16459 für die Erweiterung des Anwendungsbereichs der Prüfergebnisse.

erfolgte durch die Variation bestimmter Hauptparameter (z.B. angewendete Holzarten, Abmessungen der Holzplanen, Breite der Fugen zwischen den Planken ...). Auf Basis der Ergebnisse wurde dann eine ‚kritische‘ Konfiguration identifiziert, geprüft und validiert (durch offizielle Prüfungen), die *de facto* alle anderen weniger kritischen Konfigurationen umfasst.

Dieser Artikel beabsichtigt weder die Details der geprüften Konfigurationen, noch die Ergebnisse der ausgeführten Prüfungen zu präsentieren, sondern er möchte vor allem deutlich machen, dass während der indikativen und validierenden Prüfungen alle Kriterien der Norm erfüllt wurden. So kann man dank des Prüfprogramms garantieren, dass eine Holzterrasse auf einem Flachdach der geltenden belgischen Brandschutzverordnung für Neubauten, also der Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$, entspricht, und zwar unter der Voraussetzung, dass die folgenden

Bedingungen erfüllt werden:

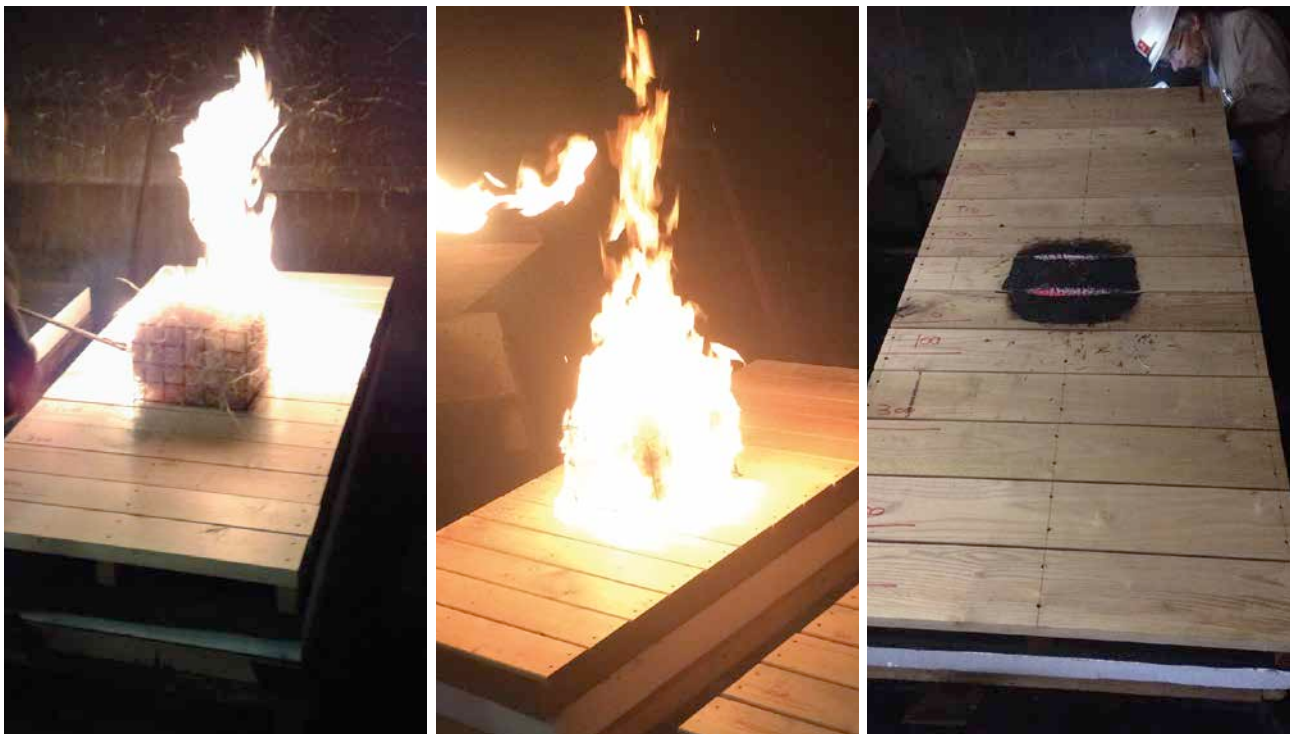
- **Holz-Terrassenplanken:** Dichte von 750 bis 1.050 kg/m³ (Robinie, Padouk, Itauba, Ipe, Bilinga, Jatoba ...), Dicke von 21 bis 40 mm, Mindestbreite von 120 mm, mechanische Befestigung auf einer Holz-Tragkonstruktion, parallel oder senkrecht zur Dachneigung
- **Breite der Fugen zwischen den Planken:** 4 bis 6 mm
- **Holz-Tragkonstruktion:** Holz-Stützbalken (Minstdichte von 750 kg/m³, Querschnitt von 60 x 40), direkt auf dem Dach installiert oder mit dazwischen gelegten Polypropylen-Terrassenträgern (max. 6 pro m²)
- **Dächer unter der Holzterrasse:** alle bituminösen Flachdächer (Gefälle von 0 bis 20°), die zur Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ gehören.

Wir möchten darauf hinweisen, dass es die heutigen europäischen Normen streng genommen nicht zulassen, die Prüfergebnisse auf andere Dächer als

bituminöse Dächer zu erweitern ⁽²⁾. Anhand der Prüfungen hat sich jedoch herausgestellt, dass die Holzterrassen entsprechend den untersuchten Parametern das Verhalten bei einem externen Brand nicht verschlechterten, sondern dass sie dem unter der Terrasse befindlichen Dach eher einen sicheren Schutz boten. Obwohl sie nicht unter die gegenwärtigen Extrapolationsregeln fallen, könnte man es daher durchaus vertreten, dass die vorgeschlagenen Lösungen auch für andere Dächer gelten, auf denen eine Holzterrasse installiert ist, sofern diese selbst zur Klasse $B_{\text{roof}}(t_1)$ gehören. **I**

Y. Martin, Ir., Leiter der Abteilung
Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB
K. De Proft, Dr. Ir., Manager
Research & Technology, WOOD.BE

Dieser Artikel wurde im Rahmen der
Normen-Außenstelle Brandverhütung,
mit der finanziellen Unterstützung des
FÖD Wirtschaft, verfasst.



Veranschaulichung der Prüfung vom Beginn (Entzündung des mit Holzwolle gefüllten Stahldrahtkorbs) bis zum Ende (begrenzte Beschädigung der Holzverkleidung).

⁽²⁾ Das geprüfte, unter der Holzterrasse befindliche Dach war ein Standard-Renovierungsaufbau nach der Norm CEN/TS 16459: Es bestand aus einer Dachunterkonstruktion aus Holzspanplatten, einer Dämmung vom Typ EPS (10 cm, Brandverhaltensklasse E, mechanische Befestigung an der Dachunterkonstruktion) und einer zweischichtigen Dichtungsmembran aus oxidiertem Bitumen. Auch die Kombination mit einer PIR-Dämmung wurde geprüft (10 cm, Brandverhaltensklasse E, mechanische Befestigung an der Dachunterkonstruktion).

Es kommt vor, dass die Abteilung Technische Gutachten des WTB mit Schadensfällen durch spontanen Glasbruch bei vorgespannten Verglasungen konfrontiert wird. Dieses Phänomen ist auf Nickelsulfid-Einschlüsse (NiS-Einschlüsse) in der Verglasung zurückzuführen. Obwohl sich dieses Schadensrisiko nicht vollständig vermeiden lässt, kann es mithilfe des *Heat-Soak*-Verfahrens stark reduziert werden.

Spontaner Glasbruch durch NiS-Einschlüsse

Die Anwendung einer vorgespannten Verglasung hat in Bezug auf ihr Basisprodukt, dem gekühltem Glas, zahlreiche Vorteile zu bieten. So hat vorgespanntes Glas eine bedeutend größere mechanische Festigkeit und Stoßfestigkeit, sowie eine bessere Beständigkeit gegen thermischen Glasbruch (siehe [Les Dossiers du CSTC 2012/4.9](#)). Außerdem wird auch die Gefahr in Bezug auf Schnittwunden dadurch begrenzt, dass das Glas in nichtschneidende Stückchen bricht.

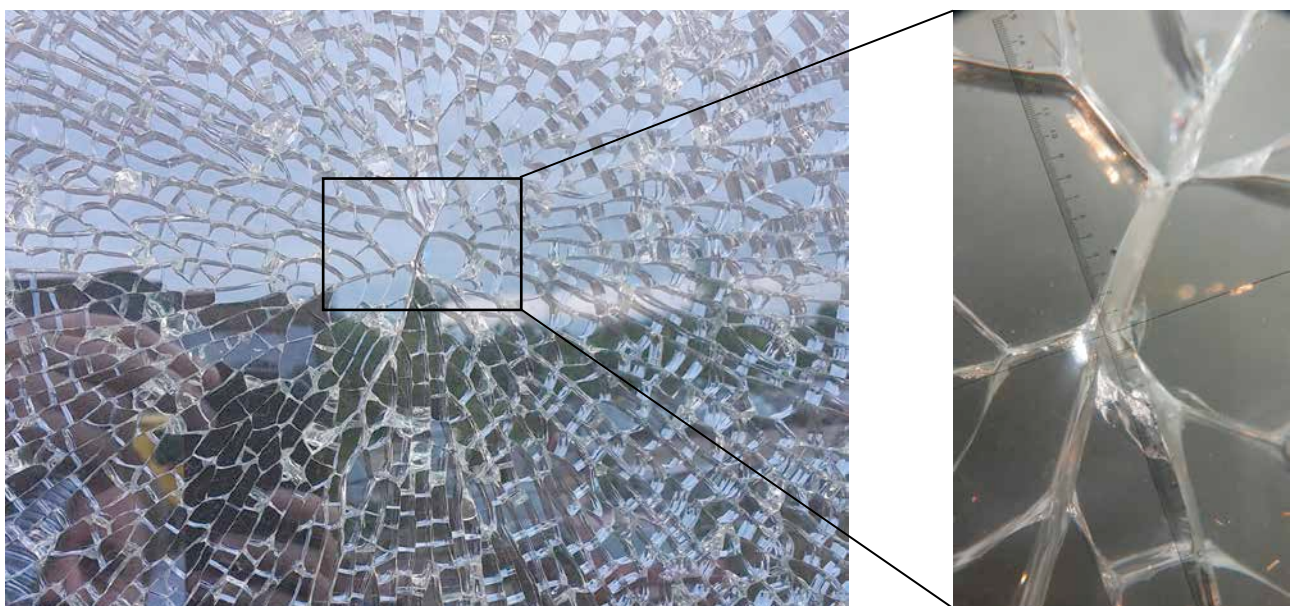
Manchmal kann es bei vorgespannten Verglasungen jedoch zu einem sponta-

nen Glasbruch kommen. Obwohl dieser Schaden häufig recht schnell nach dem Einbau auftritt, ist es nicht ausgeschlossen, dass es zu einem solchen Glasbruch noch Jahre danach kommt.

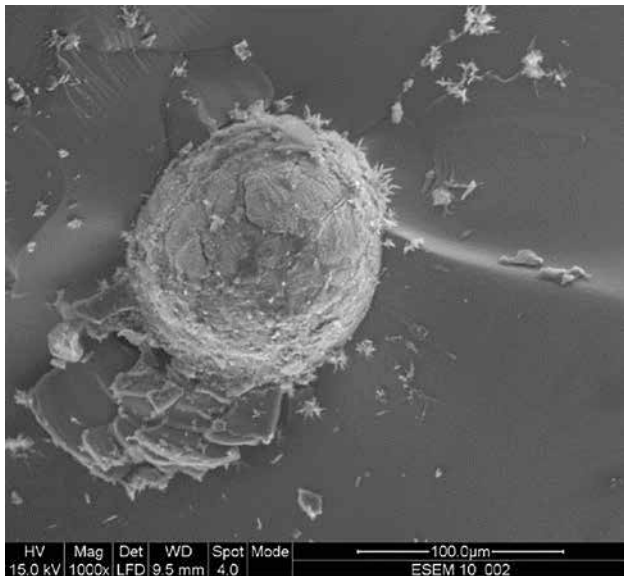
Ursache

Man muss sich darüber bewusst sein, dass gekühltes Glas Einschlüsse von Nickelsulfid enthalten kann, häufig in einer sehr begrenzten Menge (Größenordnung von 1 auf 300 m²). Diese Verunreinigungen, die gewöhnlich eine sphärische Form haben, sind inhärent mit

dem Produktionsprozess von gekühltem Glas verbunden, während dem unvermeidlich Unreinheiten von Sulfid und Nickel erzeugt werden. Sie können unter anderem von dem Grundmaterial für die Glasproduktion, dem verwendeten Brennstoff oder den Produktionselementen aus Edelstahl stammen. Dadurch, dass diese NiS-Einschlüsse bei niedrigen und hohen Temperaturen eine unterschiedliche kristalline Struktur haben, ist das eingenommene Volumen bei einer niedrigen Temperatur größer. Falls die Verglasung während der Produktion einer langsamen Senkung der Temperatur ausgesetzt ist,



1 | Der Anfangspunkt des Glasbruchs bei vorgespanntem Glas weist ein schmetterlingsförmiges Muster auf.



2 | Mithilfe eines Elektronenmikroskops lassen sich die NiS-Einschlüsse auffinden.

werden diese NiS-Einschlüsse wieder ihre ursprüngliche kristalline Struktur annehmen und keine Gefahr für die Verglasung darstellen.

Der Härtingsprozess, bei dem die Verglasung auf eine Temperatur von ca. 650 °C erwärmt und danach schnell abgekühlt wird, sorgt jedoch dafür, dass es zum Einschluss der NiS-Teilchen kommt, bevor sie wieder ihre ursprüngliche kristalline Struktur annehmen können, was zu lokalen Spannungen führt und sogar einen Glasbruch hervorrufen kann.

Das Schadensbild, das bei einer Überschreitung der Festigkeit auftritt, ist vergleichbar mit dem Bruchmuster von gehärtetem Glas: Das Glas zerbricht in zahlreiche kleine Bruchstücke. Falls die vorgespannte Verglasung allerdings für die Herstellung von Verbundglas verwendet wird, lässt sich feststellen, dass der Anfangspunkt des Glasbruchs ein schmetterlingsförmiges Muster aufweist (siehe Abbildung 1). Der Bruch tritt am Einschluss in Höhe der Spannungskonzentration auf und das Glas

weist keine Spuren einer mechanischen Einwirkung auf.

Häufig kann man den NiS-Einschluss, dessen Durchmesser meistens etwa 50 bis 550 Mikrometer beträgt, mithilfe einer Lupe an der Bruchfläche zwischen den zwei Glasteilen des schmetterlingsförmigen Musters erkennen (siehe Abbildung 1).

Es gibt zahlreiche Techniken, um nach dem Bruch von vorgespannten Verglasungen das Vorhandensein von NiS-Einschlüssen zu ermitteln, u.a. sind eine XRD-Analyse (Beugung von Röntgenstrahlen), die Untersuchung mit einem Elektronenmikroskop (siehe Abbildung 2) und eine chemische Analyse möglich. Ferner wird an Techniken gearbeitet, die es zukünftig gestatten, NiS-Einschlüsse während der Produktion oder sogar nach dem Einbau des gehärteten Glas aufzufinden.

Heat-Soak-Verfahren

Um das Risiko in Bezug auf einen spon-

tanen Bruch zu begrenzen, kann man auf das sogenannte *Heat-Soak*-Verfahren nach der Norm NBN EN 14179-1 zurückgreifen. Dabei wird das Glas mehrere Stunden lang in einen Ofen gelegt, wobei eine Temperatur von ca. 290 °C zur Anwendung kommt. Die in der Norm vorgesehene Zeitdauer von zwei Stunden ermöglicht es, ungefähr 98,5 % der Verglasungen mit NiS-Einschlüssen zu identifizieren.

Die Effektivität dieses Verfahrens ist auch von der Glasdicke und der Oberfläche der zu prüfenden Verglasung abhängig. Durch diese Prüfung lässt sich ein Großteil der vorgespannten Verglasungen mit einem latenten Bruchrisiko aus der Produktionslinie aussortieren. Dies hat jedoch zur Folge, dass diese Glasscheiben erneut gefertigt werden müssen.

Die Anwendung des *Heat-Soak*-Verfahrens wird hauptsächlich für Verglasungen empfohlen, die in tragenden Elementen verwendet werden und im Hinblick auf ihrem Austausch schwer zugänglich sind, und dies umso mehr, wenn es sich um eine dicke Verglasung handelt. Schließlich ist noch anzumerken, dass dieses Verfahren einen Aufpreis mit sich bringt und dass es die Qualität der Verglasung in bestimmten Fällen beeinträchtigt, und zwar wegen des Temperaturverlaufs, dem das gehärtete Glas erneut ausgesetzt wird.

Wie in der [TI 214](#) bereits erwähnt wurde, fällt es in die Zuständigkeit des Auftraggebers oder dessen Vertreters festzulegen, ob das oben erwähnte Verfahren ggf. vorzusehen ist. Er muss dann im Sonderlastenheft spezifizieren, welche Glasscheiben diesem Verfahren zu unterziehen sind.

*F. Caluwaerts, Ing., Senior-Hauptberater,
Abteilung Technische Gutachten, WTB
V. Detremmerie, Ir., Leiter des Laboratoriums
Dach- und Fassadenelemente, WTB*

Wenn es zum Einschluss der NiS-Teilchen in der Verglasung kommt, können sie lokale Spannungen und sogar einen Glasbruch hervorrufen.

Dieser Artikel gibt eine kurze Übersicht über die geltenden Anforderungen bezüglich des Brandschutzes von Fassaden. Dabei wird auch näher auf die Anforderungen und die ergänzenden konstruktiven Maßnahmen zur Begrenzung des Risikos der Brandausbreitung über die Fassaden eingegangen, und zwar für den Spezialfall von Außenfassaden-Dämmstoffsystemen mit Gipsputz, die auch als ETICS-Systeme bezeichnet werden. Es gibt gegenwärtig eine intensive Debatte über diese Maßnahmen innerhalb einer Arbeitsgruppe des Hohen Rates für Brand- und Explosionsschutz.

ETICS-Systeme und der Brandschutz von Fassaden

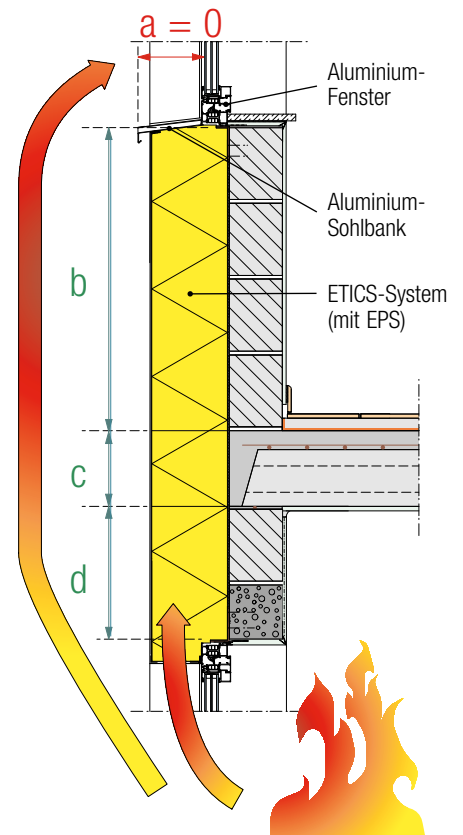
Mit Ausnahme der Einfamilienhäuser, die nicht den Brandschutzanforderungen unterworfen sind, müssen alle Neubauten den verordnungsrechtlichen Anforderungen entsprechen, deren Ziel die Begrenzung des Risikos der Brandausbreitung über die Fassaden ist.

Diese Anforderungen beziehen sich einerseits auf das Brandverhalten der Fassadenverkleidung ⁽¹⁾ (Mindestklasse D-s3, d1 für niedrige Gebäude und B-s3, d1 für mittelhohe und hohe Gebäude) und andererseits auf den Feuerwiderstand des Fassadenelements und seinen Anschluss an die Decke ⁽²⁾. Im Falle von mittelhohen und hohen Gebäuden muss das Fassadenelement einen Feuerwiderstand E60 aufweisen (Raumabschluss während 60 Minuten), und zwar über eine minimale abgewinkelte Länge von 1 m ($a + b + c + d$, siehe Abbildung 1), die entsprechend

dem Königlichen Erlass „Normes de prévention de base“ zu berechnen ist. Nur Elemente mit einem Feuerwiderstand E60 werden dabei berücksichtigt, was somit unter anderem die Sohlbänke und Fensterrahmen aus Aluminium sowie die Putzsysteme auf EPS ausschließt.

Die letzten Jahren waren gekennzeichnet durch eine Zunahme der längs der Außenseite gedämmten Fassadenflächen, der dabei angewendeten Dämm-dicken und folglich auch der brennbaren Massen in den Fassaden. Dies bringt jedoch das Risiko mit sich, dass das Feuer bis in das Fassadensystem gelangen kann, und zwar speziell über die brennbare Dämmung eines ETICS-Systems (siehe Abbildung 1). Denn der Brand könnte den durch das E60-Element gebotenen Schutz umgehen und sich über einen beträchtlichen Teil der Fassade ausbreiten. Im Gegensatz zu

1 | Abgewinkelte Länge von 1 m des E60-Elements ($a + b + c + d$) und Risiko der Brandausbreitung in der Fassade ($a = 0$, da die Aluminium-Sohlbank und das ETICS-System keinen Feuerwiderstand E60 aufweisen).



Das Fassadenelement muss einen Feuerwiderstand E60 über eine minimale abgewinkelte Länge von 1 m aufweisen.

⁽¹⁾ Das Brandverhalten von ETICS-Systemen wird vom Hersteller deklariert (siehe ETA- und ATG-Zulassungen).

⁽²⁾ Diese Vorschriften werden in mehreren Dossiers (Les Dossiers du CSTC 2010/4.8, 2013/3.8 und 2015/1.5) und in der TI 257 ausführlich behandelt, die den ETICS-Systemen gewidmet ist.



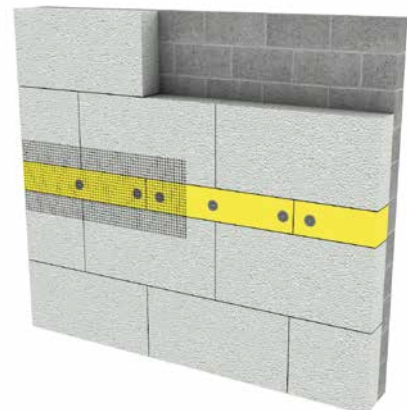
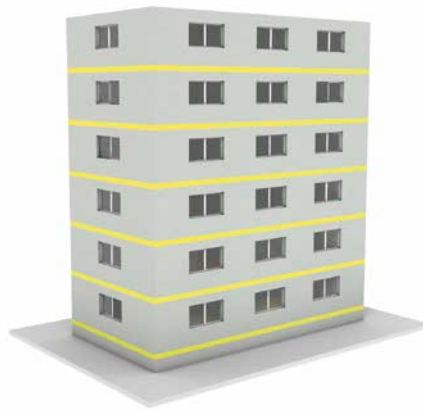
bestimmten Nachbarländern berücksichtigt die gegenwärtige belgische Verordnung jedoch dieses Risiko nicht. Trotzdem empfehlen viele Feuerwehrendienste in ihrem der städtebaulichen Genehmigung beigelegten Bericht zur Brandverhütung einige konstruktive Lösungen, um dieses Ausbreitungsrisiko zu begrenzen.

Eine Arbeitsgruppe des Hohen Rates für Brand- und Explosionsschutz befasst sich gegenwärtig eingehend mit der Abfassung von entsprechenden Regeln. Sie schlägt bereits die folgenden vorläufigen Empfehlungen vor ⁽³⁾:

- **für niedrige Gebäude ($h < 10$ m):** keine ergänzenden Anforderungen neben der geltenden Verordnung
- **für sehr hohe Gebäude ($h > 36$ m):** Nichtbrennbarkeit (Klasse A2-s3, d1) der Außenverkleidungen und der wesentlichen Fassadenkomponenten
- **für die anderen Gebäude (h zwischen 10 und 36 m):** Typlösungen, basierend auf einer regelmäßigen Unterbrechung der brennbaren Dämmung (bei einem ETICS-System) oder des Luftspalts (bei einer Fassadenverkleidung mit einem belüfteten Luftspalt).

Die Typlösungen für diese letzten Gebäude wären auf die Prinzipien zu basieren, die in Deutschland und Frankreich gelten.

In diesem Artikel beschränken wir uns auf die Besprechung der französischen Regeln, die in der *Instruction technique* IT 249 zu Fassaden erwähnt und durch einen Leitfaden für ETICS-Systeme mit einer EPS-Dämmung ergänzt werden. Das Hauptprinzip besteht darin, die



2 | Streifen aus Steinwolle von 200 mm Höhe am Fassadenfuß und auf jedem Geschoss.

brennbare EPS-Dämmung mittels nicht brennbarer Streifen zu unterbrechen (siehe Abbildung 2). Diese Streifen aus Steinwolle (Brandverhaltensklasse A1 und Mindestdichte von 90 kg/m^3) werden mechanisch befestigt und vollständig auf dem Untergrund aus Beton oder Mauerwerk verklebt. Sie sind genauso dick wie die EPS-Dämmung und sind mindestens 200 hoch. Zur Begrenzung des Risikos der Rissbildung im Putz wurde ein zusätzliches Armierungsgewebe angebracht. Um Mängeln hinsichtlich des Aussehens zu verhindern, muss die Realisierung eines zu dicken Grundputzes vermieden und die darunterliegende Armierung in Höhe der Überlappung weiter in die Tiefe gedrückt werden, indem ein stärkerer Druck ausgeübt wird (siehe TI 257, § 6.7.4.2). Die Streifen müssen sowohl am Fassadenfuß als auch auf jedem Geschoss angebracht werden. Diese Lösung lässt sich anwenden auf ETICS-Systemen mit dünnen (≤ 10 mm)

oder dicken (> 10 mm) Putzsystemen (Grundputz und Deckputz) auf einer EPS-Dämmung, die höchstens 200 mm dick ist, oder mit dicken Putzen auf einer EPS-Dämmung, die höchstens 300 mm dick ist.

Um das Risiko der Brandausbreitung über die Fassaden zu begrenzen und die Anforderungen der Feuerwehrendienste zu harmonisieren, müsste die Arbeitsgruppe des Hohen Rates Empfehlungen vorschlagen, die nach geraumer Zeit auch in die belgische Brandverordnung aufzunehmen wären. |

Y. Martin, Ir., Leiter der Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle Brandverhütung, mit der finanziellen Unterstützung des FÖD Wirtschaft, verfasst.

Normen-Außenstelle

Um seinen Weg im Labyrinth der Brandschutzregeln zu finden, stellt die Website der Normen-Außenstelle Brandverhütung (www.normes.be/feu) eine Datenbank zur Verfügung, in der alle in Belgien geltenden Vorschriften auf der föderalen, regionalen und gemeinschaftlichen Ebene aufgenommen werden. Die Suche in den verordnungsrechtlichen Texten kann nach Regionen und nach Gebäudetypen erfolgen.

⁽³⁾ Die Alternative wäre, dass das Fassadensystem eine Brandprüfung in wahrer Größe besteht (nach den zu spezifizierenden Prüfmethoden).



CPRO-ON-WEB: das ideale Tool für Ihre Preisangebote

Ein korrektes Angebot ausarbeiten ist eine wichtige Aufgabe des Bauunternehmers. Mit **CPRO-ON-WEB** können Sie Angebote, Fortschrittszustände und Rechnungen für Ihre gesamten Bauprojekte erstellen. Dieses Tool bietet somit den Luxus, dass alles in einem Programm erstellt werden kann, wodurch Sie Ihre Projekte schnell und einfach vom Angebot bis zur Abnahme verfolgen können.

Für WTB-Mitglieder ist dieses Tool völlig kostenlos. Um damit arbeiten zu können, bedarf es nur einer einmaligen Registrierung via cpro.cstc.be. Sie tragen Ihre E-Mail-Adresse ein und wählen selbst ein Passwort (das sich von dem für die Website des WTB unterscheidet). Nach der Registrierung erhalten Sie eine Bestätigungs-E-Mail. Klicken Sie auf den darin befindlichen Link und Sie sind bereit, **CPRO-ON-WEB** zu entdecken.

Benötigen Sie Hilfe? Ziehen Sie auf jeder Seite die Hilfefunktion zu Rate, indem Sie auf das Fragezeichen rechts oben klicken. Möchten Sie gerne persönliche Hilfestellungen? Nehmen Sie dann in Kürze an einer der Schulungen teil, die in Zusammenarbeit mit den Berufsorganisationen geplant ist. Für weitere Informationen kontaktieren Sie uns via cpro@bbri.be oder unter 02/716.42.11.

Warten Sie nicht länger und registrieren Sie sich noch heute! Sie werden sehen, dass **CPRO-ON-WEB** die Ausübung Ihres Gewerbes erleichtern wird.



Batibouw-Wettbewerb

Sie sind in großer Zahl zur Batibouw-Messe gekommen, um unseren neuen Stand zu entdecken, um bei einer der Präsentationen während der Tage für Baufachleute dabei zu sein und um an unserem Wettbewerb teilzunehmen.

Die Gewinner dieses Wettbewerbs wurden persönlich in Kenntnis gesetzt: Es handelt sich um die Unternehmen **BOUTRIBATI** aus Tournai und **BETONADVIES GIJKO** aus Temse. Sie durften jeweils ein Baustellenradio in Empfang nehmen.

Das WTB dankt allen Bauunternehmern, die am Wettbewerb teilgenommen haben und gratuliert den Gewinnern.



Weitere Infos

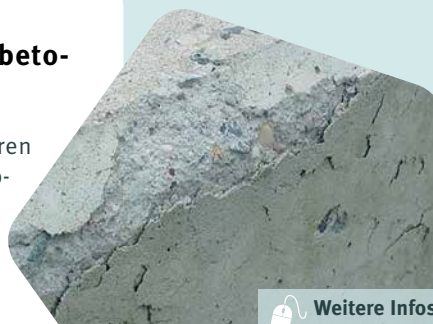
NBN EN 806-2 (§ 3.6)
Les Dossiers du CSTC 2014/2.12

Was ist die akzeptable Wartezeit für sanitäres Warmwasser an einer Entnahmestelle?

In der Norm NBN EN 806-2 wird angegeben, dass die Wassertemperatur mindestens 60 °C innerhalb von 30 Sekunden nach dem Öffnen des Wasserhahns betragen muss. Aus einigen Umfragen ging jedoch hervor, dass die meisten Nutzer für den Erhalt von Wasser von ungefähr 40 °C eher eine Wartezeit von 5 bis 10 Sekunden als akzeptabel empfinden. Man muss sich somit für einen Entwurf der Installation entscheiden, der die Wartezeit angemessen begrenzt. Die Wartezeit kann in Abhängigkeit der Wasserdurchflussmenge und der Länge, des Durchmessers und des Werkstoffs der Leitung abgeschätzt werden.

Darf man während der Winterzeit betonnieren?

Da die Betonerhärtung bei kalten Temperaturen (genauer gesagt, wenn es zum Zeitpunkt des Betonierens oder während der folgenden 72 Stunden kälter als 5 °C ist) verlangsamt oder sogar verhindert wird, muss man unter diesen Umständen Schutzmaßnahmen ergreifen.



Weitere Infos

CSTC-Digest Nr. 12

Ist es wirtschaftlich rentabel, energetisch zu renovieren?

Im Rahmen der Renovierungsarbeiten muss man stets die Energieeinsparungsmöglichkeiten des Gebäudes untersuchen. Es ist dabei allerdings auch der Umstand ausreichend zu berücksichtigen, dass ein gesundes Raumklima sichergestellt werden muss. Anhand einer guten Analyse der Investitionskosten, der eingesparten Energiekosten und der Unterhaltungskosten kann man von Fall zu Fall überprüfen, was die interessanteste Wahlmöglichkeit ist (Austausch der Fenster und/oder des Heizkessels, Dämmung des Dachs und/oder der Wände, Anbringung einer 10 oder 20 cm dicken Dämmschicht ...). In Les Dossiers du CSTC 2012/3.18 wurde ein Beispiel für eine solche Analyse aufgenommen.



Weitere Infos

Les Dossiers du CSTC 2012/3.18

Der Ausdruck ‚bodengleiche Dusche‘ umfasst alle Duschen ohne Schwelle oder mit einer Schwelle, die nur eine sehr geringe Höhe aufweist (max. 2 cm). Der Untergrund besteht im Allgemeinen aus einem Estrich, zu verfliesenden Platten oder einer vorgefertigten Duschwanne. Solche Duschen haben endgültig ihren Platz im modernen Badezimmer erobert. In diesem Artikel wird näher auf die Art und Weise eingegangen, in der deren Wasserabdichtung zu realisieren ist.

Wasserabdichtung von bodengleichen Duschen in Einfamilienhäusern

1 Wasserabdichtung: Aufmerksamkeit gebührt den Details!

Für geflieste bodengleiche Duschen darf nicht mit der Wasserdichtheit des Fliesenbelags gerechnet werden. Der Untergrund muss immer geschützt werden gegen eine mögliche Eindringung von Feuchtigkeit über den Boden, die vertikalen Wände und deren Anschlüsse mit dem Boden. Sogar bei der Verwendung von Verlege- und Fugenprodukten mit einer hohen Wasserbeständigkeit, wie z.B. Klebern vom Typ R nach der Norm NBN EN 12004 und Fugenmitteln vom Typ RG nach der Norm NBN EN 13888, kann das Risiko einer Feuchtigkeitsinfiltration über die Risse zwischen den Fliesen und dem Fugenmaterial nie vollständig ausgeschlossen werden.

Die Art und Weise, in der die Duschwände, der Boden und deren Anschlüsse wasserdicht gemacht werden müssen, ist vor allem vom Aufbau der bodengleichen Dusche abhängig. In den folgenden Abschnitten besprechen wir die drei wichtigsten Typen.

1.1 Bodengleiche Duschen mit zu verfliesenden Platten

Die zu verfliesenden Platten, die für den Fliesenbelag der bodengleichen Dusche als Untergrund dienen, müssen gemäß den Richtlinien des Herstellers ausgeführt werden. Während die Platten selbst grundsätzlich eine ausreichende Wasserfestigkeit aufweisen, ist dies für die Anschlüsse und die Fugen zwischen den Platten nicht der Fall. Für

den Anschluss der Platten untereinander werden im Allgemeinen Kleberkitten verwendet. Um die Fugen zwischen den Platten wasserdicht auszuführen, wird wiederum vor allem auf Abdichtungsbändern zurückgegriffen. Es ist von äußerster Wichtigkeit, dass die Abdichtung mit den richtigen Produkten erfolgt. Dies gilt sowohl für die Anschlüsse zwischen den zu verfliesenden Platten und dem Badezimmerboden, als auch für den Anschluss an den Ablauf, die Anschlüsse zwischen den zu verfliesenden Platten und den vertikalen Wänden sowie die Anschlüsse zwischen den Wänden untereinander. Es wird daher empfohlen, sich für zu verfliesende Platten, Abdichtungsbänder, Dichtungswinkel und Kleber zu entscheiden, die zu ein und demselben System gehören, für das der Hersteller Garantien bietet.



Quelle: Peter Goegebeur

1 | Anbringen eines flüssigen Abdichtungsprodukts.



1.2 Bodengleiche Duschen mit vorgefertigter Duschwanne

Für die wasserdichte Ausführung von bodengleichen Duschen mit vorgefertigter Duschwanne gelten die gleichen Empfehlungen wie für die Abdichtung rund um Badewannen. Man muss dabei darauf achten, dass die Wasserabdichtung der Wände rund um die Duschwanne gut an diese Letztere ausgeführt ist. So kann man vermeiden, dass das abströmende Wasser zwischen der Duschwanne und der jeweiligen Wand eindringen kann. Die Fuge zwischen der Duschwanne und der Wand kann auf unterschiedliche Weise abgedichtet werden: mit einem Profil oder mit einer Fugenvorfüllung, die mit einer elastischen Fugendichtungsmasse noch fertigzustellen ist. Falls die Duschwanne werkseitig mit einem bereits angeklebten Abdichtungsstreifen versehen wurde, muss dieser mit der Wasserabdichtung der vertikalen Wand verbunden werden.

1.3 Bodengleiche Duschen mit gefliestem Estrich

Für den Schutz des Untergrundes bei diesem Typ von bodengleichen Duschen gegen Feuchtigkeitsinfiltrationen gibt es verschiedene Typen von Produkten. Diese werden in [Les Dossiers du CSTC 2010/2.11](#) ausführlich behandelt. Daneben existieren gegenwärtig noch eine Anzahl anderer innovativer Materialien, wie zu spritzende, zu sprühende und/oder selbstklebende Wasserabdichtungsprodukte auf dem Markt.

Falls mit einer flüssig angebrachten oder pastenförmigen Wasserabdichtung (siehe Abbildung 1) gearbeitet wird, muss man die kritischen Stellen (z.B. in Höhe der Ecken und rund um die Armaturen und Abläufe) nach dem Trocknen der Grundierung mit Abdichtungsbändern (siehe Abbildung 2), vorgeformten Winkeln, Muffen oder Manschetten versehen. Erst danach kann man dazu übergehen, das Wasserabdichtungssystem über die gesamte Fläche anzubringen.

Auch wenn das Wasserabdichtungssystem der bodengleichen Dusche aus Membranen besteht, stellt die Verbindung mit den benachbarten Bauelementen eine kritische Zone dar. Dabei

wird die Membran meistens in der auf dem Boden aufgetragenen Klebeschicht platziert und angedrückt. Dann werden die Ränder der Membran bis ungefähr 10 cm oberhalb des späteren fertigen Fliesenbelags aufgekantet, wodurch sozusagen ein Bottich gebildet wird. Danach werden die Membranen so auf den Wänden angebracht, dass sie auf der zuvor gebildeten Aufkantung der Bodenmembran aufliegen und diese von oben herab dachziegelartig überlappen.

Eine alternative Technik besteht darin, zuerst die Wände und den Boden wasserdicht zu machen und anschließend die Abdichtungsbänder und vorgeformten Winkel in Höhe der Anschlüsse zwischen dem Boden und den Wänden anzubringen.

Auch dem Anschluss zwischen dem Estrich und dem Ablauf gebührt eine besondere Aufmerksamkeit. Der Boden rund um die Wasserablaufeinrichtung wird im Allgemeinen mithilfe einer Paste oder einer Membran und einem geeigneten Kleber wasserdicht gemacht. Es existieren auch Duschabläufe mit einem Boden- oder Wandflansch, an dem das Wasserabdichtungssystem angeschlossen werden kann.

2 Zusätzliche zu beachtende Punkte für den Aufbau und die Ausführung

Um die korrekte Montage des Duschablaufs gewährleisten zu können, muss immer eine Mindesthöhe des Estrichs gegeben sein. Denn der Estrich muss nicht nur den Siphon – der vorzugsweise mindestens 5 cm hoch ist – darin aufnehmen können, sondern dient auch zur Aufnahme der horizontalen Abflussleitungen, die mit einem Gefälle von 1 % zu verlegen sind und in der Lage sein müssen, auch große Durchflussmengen (bei der Nutzung der Regendusche) abzuleiten. Ein zu kleiner Duschablauf kann zu einer Überschwemmung im Duschaum führen. Das Ablaufsystem muss außerdem regelmäßig gereinigt werden, um Verstopfungen zu verhindern. In der Norm NBN EN 1253-1 über Abläufe für Gebäude werden unter anderem die Mindestdurchflussmengen spezifiziert, die diese abzuleiten haben. Bei Einsatz eines mit dieser Norm konfor-

men Bodenablaufs müsste es möglich sein, die durch den Duschkopf erzeugte Durchflussmenge abzuleiten.

Der Estrich und der Fliesenbelag müssen ein Mindestgefälle von 1,5 % in Richtung des Duschablaufs aufweisen, um eine etwaige Wasserstagnation auf den Fliesen zu vermeiden.

3 Ausführungsmaterialien

Die Materialwahl für die Wand- und Bodenbeläge ist häufig in erster Linie eine Frage der Ästhetik. Bei bodengleichen Duschen – und vor allem was den Boden dieser Duschen betrifft – muss man jedoch auch darauf achten, dass diese Materialien für den Einsatz in Feuchträumen geeignet sind. Das heißt, dass die Wand- und Bodenbeläge pflegeleicht, rutschfest, wenig wasserabsorbierend und spritzwasserfest sein müssen. Eine Ausführung mit Mosaik, Keramikfliesen oder Naturstein ist diesbezüglich die beste Wahl. Auf die spezifisch zu beachtenden Punkte bei diesen Materialien wird in der Langfassung dieses Artikels eingegangen. **I**

T. Vangheel, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB

D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums Mineralogie und Mikrostruktur, WTB

2 | Anbringen von Abdichtungsbändern in kritischen Bereichen.



Quelle: Blanke



Via CSTC-Mail (siehe www.cstc.be) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2017/2.9



Ziel des ‚Design for all‘-Ansatzes ist eine maximale Zugänglichkeit von Gebäuden. Darunter fällt auch die Zugänglichkeit von visuellen Informationen (siehe Abbildung 1 und 2). In diesem Artikel wird ein vom WTB ausgearbeitetes Rechentool vorgestellt, das bei dem Bewerten und dem Vorschreiben von Farbkontrasten und dem Dimensionieren der Signalisation (vor allem der Beschriftungen) eine Unterstützung bietet.

Rechenblatt für die Bewertung von Farbkontrasten und die Dimensionierung der Signalisation

Kontrast

Zahlreiche Faktoren spielen bei der Wahrnehmung des Kontrasts eine Rolle: die Position des Beobachters, die Art der Oberfläche, die Beleuchtung, die Abmessungen des Gegenstands und die visuellen Fähigkeiten des Beobachters. Obwohl es auf dem Gebiet der Zugänglichkeit mehrere Normen gibt, die die Anforderungen für Kontraste festlegen, weisen sie von Dokument zu Dokument große Abweichungen auf, und zwar sowohl was die Kontrastformel und die verwendeten Größen als auch das Akzeptanzkriterium betrifft. Dies wird durch die nachstehende Tabelle veranschaulicht, in der:

- **C für den Kontrast steht**
- **L für die Leuchtdichte steht.** Diese

fundamentale photometrische Größe ist ein Maß für die scheinbare Helligkeit von Oberflächen und steht daher in einem direkten Zusammenhang mit der visuellen Wahrnehmung der Umgebung. Jede Oberfläche im Sichtfeld, sowohl eine Lichtquelle als auch eine beleuchtete Oberfläche, kann durch einen bestimmten Leuchtdichtewert (ausgedrückt in cd/m^2) charakterisiert werden. Die Leuchtdichte von Oberflächen kann nur durch die Nutzung von Simulationssoftware (z.B. DIALux oder Radiance) oder nach Abschluss der Arbeiten (mithilfe eines Leuchtdichtemessgeräts) bestimmt werden

- **LRV für den Light Reflectance Value steht.** Dies ist der Anteil an sichtbarem Licht, der von einer Oberfläche

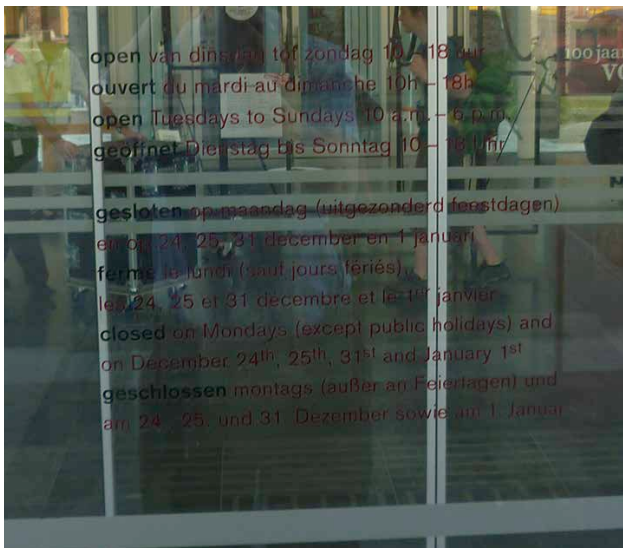
reflektiert wird. Dieser Wert wird in Abhängigkeit der normierten spektralen Augenempfindlichkeit $V(\lambda)$ gewichtet. Die Definition und das Messverfahren für diesen Reflektionskoeffizienten wurden von der britischen Norm BS 8493 übernommen. Der LRV-Wert ist abhängig von dem Material, der Farbe und der Textur einer Oberfläche und kann im Voraus gemessen werden.

Das WTB hat in diesem Zusammenhang ein Rechenblatt entwickelt, das unter der Rubrik ‚Outils de calcul‘ auf www.cstc.be zur Verfügung steht. Dieses Rechenblatt enthält die gemessenen LRV-Werte der verschiedenen Farbkommunikations- und Farbklassifizierungssysteme. Man kann damit für verschiedene Anwen-

Übersicht über einige Kontrastformeln und Akzeptanzkriterien in verschiedenen Ländern.

Referenznorm oder -dokument	Land	Kontrastformel	Akzeptanzkriterium (°)
ISO 21542 (2011)	INT	$C = LRV_1 - LRV_2$ [Punkte]	$C \geq 15$; $C \geq 30$; $C \geq 60$
BS 8300 (2009) und BS 8493 (2010)	VK	$C = LRV_1 - LRV_2$ [Punkte]	$C \geq 15$; $C \geq 20$; $C \geq 30$; $C \geq 70$
DIN 32975 (2009) und DIN 18040-1 (2010)	DEU	$C = [(L_1 - L_2) / (L_1 + L_2)] * 100$ [%]	$C \geq 40$ (°); $C \geq 70$; $C \geq 80$
Guide des bonnes pratiques de mise en couleur (2009)	FR	$C = [(L_1 - L_2) / L_2] * 100$ [%]	$C \geq 50$; $C \geq 70$
Guide d'aide à la conception d'un bâtiment accessible (2013)	BEL	$C = [(L_1 - L_2) / L_2] * 100$ [%]	$C \geq 70$
Handboek Toegankelijkheid Publieke Gebouwen (eingesehen im April 2017)	BEL	$C = LRV_1 - LRV_2$ [Punkte]	$C \geq 30$

(°) Das Akzeptanzkriterium ändert sich in Abhängigkeit der Anwendung. So erfordern kleinere Elemente (z.B. der Signalisation) oder Elemente, die mit einem Sicherheitsaspekt verbunden sind (z.B. Stufennasen) einen größeren Kontrast.
 (°) Um zu verhindern, dass eine zu dunkle Farbkombination zum Einsatz kommt, fordert man zusätzlich einen Mindest-Reflektionskoeffizienten von 0,5 für die hellste Farbe.



1 | Unzureichender Kontrast zwischen dem Text und dem Hintergrund.



2 | Der weiße Text bildet einen Kontrast zum Hintergrund.

dungen überprüfen, ob die Kombination von zwei Farben einen ausreichenden Kontrast gemäß den Anforderungen der Norm ISO 21542 ergibt. Diese Farben lassen sich dann in ein Lastenheft oder Aufmaß aufnehmen. Wir möchten jedoch schon darauf hinweisen, dass in dem Rechenblatt ausgegangen wird von opaken, diffus reflektierenden Oberflächen (wie dies für die meisten Baumaterialien der Fall ist), die ausreichend, gleichmäßig und achromatisch beleuchtet sind. Bei der Messung des Kontrasts auf der Baustelle sind noch eine Reihe zusätzlicher Faktoren zu berücksichtigen, wie beispielsweise die Veränderung der Farbe über die Zeit (Verschmutzung, Trocknung/Befeuchtung, Verschleiß, UV-Strahlung...). Dies berücksichtigt das Rechenblatt allerdings nicht.

Die so gewählten, einen Kontrast aufweisenden Farben müssen auf korrekte Weise angebracht werden (z.B. auf ausreichenden großen Oberflächen, am geeignetsten Ort auf dem Bauelement). Die diesbezüglich im Rechenblatt gelieferten Empfehlungen wurden der Norm ISO 21542 entnommen, in der für alle möglichen Anwendungen (Stufennasen bei Treppen, Sichtbarkeit von Glaswänden ...) eine Beschreibung gegeben wird.

Lesbare Beschriftungen

Eine zweite Anwendungsmöglichkeit

des Rechenblatts besteht darin, mit ihm die Mindestgröße für Beschriftungen nach der Methode des CIE-Berichts 196 zu bestimmen.

Diese Methode geht von einem schwarzen Text auf einem weißen Hintergrund aus (dies entspricht in etwa der Anforderungen von 60 LRV-Punkten für die Signalisation) und gestattet es, den Text zu dimensionieren in Abhängigkeit von:

- **dem Beobachtungsabstand:** d.h. dem Abstand zwischen dem Beobachter und der Signalisation
- **den visuellen Kennwerten des Beobachters:** d.h. seinem Alter oder seiner Sehschärfe
- **der Leuchtdichte:** Es reicht nicht, Farben mit einem guten Kontrast zu wählen. Es muss auch eine ausreichende Beleuchtungsstärke vorhanden sein, um die effektive erforderliche Leuchtdichte zu erreichen
- **der Schriftart** (mit oder ohne Serife) und **dem Maßstabsfaktor**, die die Lesbarkeit erhöhen können.

In der Basisversion des Rechenblatts (Version 1.0) kann der Nutzer nur den Beobachtungsabstand und die Schriftart eingeben, die für das zu erhaltende Ergebnis ausschlaggebend sind. Damit dessen Nutzung korrekt erfolgen kann, wurden auf der Website www.cstc.be ein Dokument mit erläuternden Informationen und eine Anleitung zur Verfügung gestellt.

Es wird auch eine Schulung angeboten. Mittels einer flexibleren Version des Rechenblatts werden die Teilnehmer an dieser Schulung Zugang zu weiteren Optionen erhalten, die sie selbst parametrieren können. So lässt sich das Rechenblatt auch dazu verwenden, Kriterien von anderen Normen oder Richtlinien zu prüfen (siehe Tabelle auf der vorherigen Seite).

*S. Danschutter, Ir.-Arch., Senior-Projektleiter,
Abteilung Nachhaltige Entwicklung und
Renovierung, WTB*

*Dieses Rechenblatt wurde entwickelt im
Rahmen des von der VLAIO bezuschussten
VIS-Projekts 'Groen Licht Vlaanderen 2020'.*

Zukunfts- perspektiven

Es ist beabsichtigt, das Rechenblatt noch mit anderen Materialien und Farbsystemen zu erweitern. Hersteller, die interessiert sind, ihren Beitrag dazu zu leisten, können mit der Abteilung Nachhaltige Entwicklung und Renovierung des WTB Kontakt aufnehmen.

Die Gebäude werden immer energieeffizienter. Und das ist auch gut so, da die regionalen Anforderungen bezüglich der Energieleistung und des Raumklimas von Gebäuden (PEB) immer strenger werden. Um eine gute Luftqualität sicherzustellen, ist jedoch auch eine leistungsfähige Lüftungsanlage erforderlich. Die energetische Auswirkung von Lüftungssystemen wird gegenüber den anderen Energieleistungsparametern (Dämmung, Luftdichtheit ...) immer wichtiger. Die Lüftung nimmt daher eine entscheidende Rolle beim Verringern des E-Niveaus ein (*). Dieser Artikel geht näher auf die Anpassungen ein, die in diesem Zusammenhang beim PEB-Rechenverfahren vorgenommen wurden.

Der Einfluss der Lüftung auf das E-Niveau: Überarbeitung des PEB-Rechenverfahrens

Es existieren zahlreiche Möglichkeiten, mit denen sich der Einfluss der Lüftung auf das E-Niveau verringern lässt. Diese wurden bereits ausführlich besprochen im Infomerkblatt 42.3. Denken wir hier nur an das Entwerfen eines Kanalnetzes mit geringen Druckverlusten, das Wählen eines sparsamen Ventilators, das korrekte Einstellen der Volumenströme oder das Messen der Volumenströme der mechanischen Lüftung, die Leistungsaufnahme oder die Luftdichtheit der Kanäle. Man kann somit sowohl während des Entwurfs und der Installation als auch während der Inbetriebnahme Maßnahmen ergreifen, um E-Punkte zu gewinnen. Die so gewonnen Punkte versetzen den Bauherr nicht nur in die Lage, die immer strengeren Energieleistungsanforderungen zu erfüllen, sondern geben auch dem Gebäude einen bedeutenden wirtschaftlichen Mehrwert.

Der Installateur kann außerdem energieeffizientere Alternativen vorschlagen und sich dafür entscheiden, Lösungen zu vermeiden, die einen negativen Einfluss auf das E-Niveau haben.

Seit der Veröffentlichung des Infomerkblattes 42.3 im Jahr 2010 wurden bei dem PEB-Rechenverfahren eine Reihe von Anpassungen auf dem Gebiet der Lüftung vorgenommen. In diesem Artikel wird bereits näher auf jene eingegangen, die die bedarfsgesteuerten Systeme, die Wärmerückgewinnung und den Stromverbrauch der Ventilatoren betreffen.

1 Bedarfsgesteuerte Systeme

In Wohnungen wird die Bedarfssteuerung bei der Berechnung des E-Niveaus durch den Reduktionsfaktor f_{reduc} berücksichtigt.

Früher wurde dieser Faktor bei Wohngebäuden anhand des Äquivalenzverfahrens bestimmt. Hierbei konnten die Hersteller ihre Produkte auf individueller

Basis anerkennen lassen. Die so anerkannten individuellen Reduktionsfaktoren wurden dann festgelegt in einem ATG-E (d.h. einem energetischen Kennwertebericht).

Beim neuen Rechenverfahren wird dagegen eine Pauschaltabelle mit f_{reduc} -Werten benutzt, in der ein breites Sortiment von (teils sehr beschränkten) bedarfsgesteuerten Systemen aufgenommen ist.

Der Faktor f_{reduc} ist abhängig von:

- der lokalen, semi-lokalen oder zentralen CO₂-Erkennung (siehe Abbildung 1) oder der Anwesenheit von Personen in den trockenen Räumen
- der lokalen, zonalen oder zentralen Regelung der Zuluft in den trockenen Räumen
- der lokalen Erkennung der relativen Feuchtigkeit in den Feuchträumen

(*) Wir möchten darauf hinweisen, dass der Ausdruck ‚E-Niveau‘ nur in Flandern und in der Region Brüssel-Hauptstadt verwendet wird. In der Wallonischen Region dient das ‚E_w-Niveau‘ zur Angabe des Primärenergieverbrauchs. In diesem Artikel verwenden wir jedoch den Ausdruck ‚E-Niveau‘.



1 | Stellklappe mit integriertem CO₂-Sensor.



2 | Messung der aufgenommenen elektrischen Leistung mit einem Leistungsmessgerät.

von der alten dadurch, dass die installierte Leistung für einen repräsentativen Arbeitspunkt korrigiert wird und dass man künftig durch den Reduktionsfaktor f_{reduc} die Bedarfssteuerung berücksichtigt.

3.2 Methode 3: gemessene aufgenommene Leistung

Die dritte Methode besteht darin, die elektrische Leistung für einen repräsentativen Arbeitspunkt dadurch zu berechnen, dass man die in der Nennposition gemessene Leistung mit entsprechenden Reduktionsfaktoren multipliziert.

Diese neue Methode bietet den Vorteil, dass die aufgenommene Leistung anstelle des Druckunterschieds gemessen wird, der in der Praxis eher schwer zu bestimmen war. Darüber hinaus erfordert diese neue Methode keine detaillierten Ventilatoraten mehr und ferner berücksichtigt sie (durch den Faktor f_{reduc}) auch die Bedarfssteuerung.

Indem die aufgenommene Leistung gemessen wird (siehe Abbildung 2), werden sowohl die Effizienz des Ventilators als auch der zu überwindende Druckunterschied berücksichtigt. Da die gemessene Leistung vom Volumenstrom abhängig ist, muss man bei dieser Methode die Nennvolumenströme bestimmen, um deren Konformität nachzuweisen.

4 Schlussfolgerung

Die Anpassungen, die beim PEB-Rechenverfahren vorgenommen wurden, ermöglichen es, den Einfluss der Lüftung auf das E-Niveau zu verringern.

Es wäre jedoch verkehrt, sich bei dem Entwurf oder der Installation des Lüftungssystems einzig und allein von Betrachtungen bezüglich des E-Niveaus leiten zu lassen. Man muss vor allem darauf achten, dass die Lüftungsanlage für die Nutzer einen ausreichenden Komfort und eine zufriedenstellende Luftqualität liefert. **I**

R. Van Gaever, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB

(und der Anwesenheit von Personen in den Toiletten)

- der lokalen oder nichtlokalen Regelung der Abluft in den Feuchträumen.

verfügbar sind

- Geräte, bei denen nur Messergebnisse für den Wärmetauscher eines anderen Geräts der gleichen Serie verfügbar sind.

2 Wärmerückgewinnung

Sowohl für Wohn- als auch Nichtwohngebäude kann das E-Niveau durch die Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung verringert werden.

Mit dem früheren PEB-Rechenverfahren war es nicht einfach, den thermischen Wirkungsgrad der maßgeschneiderten Wärmerückgewinnungsgeräte zu bestimmen, unter anderem aufgrund der hohen Kosten für die Messungen. Der Wirkungsgrad wurde folglich häufig mit 0 % veranschlagt und bei der Berechnung des E-Niveaus wurde somit die Wärmerückgewinnung nicht berücksichtigt.

Dank des neuen Rechenverfahrens kann der thermische Wirkungsgrad der maßgeschneiderten Wärmerückgewinnungsgeräte doch bestimmt werden. Dabei basiert man sich auf den gemessenen Wirkungsgrad eines Referenzgeräts, auf das bestimmte Reduktionsfaktoren angewendet werden.

Durch diese Arbeitsweise kann künftig auch der Wirkungsgrad der folgenden Gerätetypen berücksichtigt werden:

- Geräte, bei denen der Volumenstrom größer ist als der des geprüften Referenzgeräts
- Geräte, die zur gleichen Serie wie ein anderes geprüftes Gerät gehören
- Geräte, bei denen nur Messergebnisse für den Wärmetauscher (und somit nicht für das gesamte Gerät)

3 Stromverbrauch der Ventilatoren

Für die Wohngebäude muss man beim PEB-Rechenverfahren auch den Stromverbrauch der Ventilatoren eintragen. Dieser Verbrauch ist abhängig von der Effizienz des Ventilators und des Kanalnetzes (geringe Druckverluste) sowie der Art der Volumenstromregelung und der Bedarfssteuerung.

Es gibt drei Methoden, mit denen sich der Stromverbrauch des Ventilators berechnen lässt. Da die erste Methode, die auf einem Vorgabewert basiert, der vom Ventilortyp (AC- oder DC-Ausführung) abhängig ist, unverändert erhalten blieb, wird sie in diesem Artikel nicht behandelt.

3.1 Methode 2: installierte Leistung

Die zweite, erneuerte Methode besteht darin, die elektrische Leistung für einen repräsentativen Arbeitspunkt dadurch zu berechnen, dass man die installierte maximale Leistung mit entsprechenden Reduktionsfaktoren multipliziert. Indem man mit der installierten Leistung arbeitet – die eine Produktangabe ist – wird die Betonung auf die Effizienz des Ventilators gelegt.

Diese neue Methode unterscheidet sich

Obwohl die Verfügbarkeit von sauberem und trinkbarem fließendem Wasser in unseren Gebäuden von jedermann als selbstverständlich angesehen wird, kann es doch vorkommen, dass die Qualität des Wassers schlecht und krankheitserregend ist. Dies kann zurückzuführen sein auf die Legionellenbakterie (siehe Les Dossiers du CSTC 2009/2.13), die ein Krankheitserreger ist, der vor allem bei schwächeren Personen zu Lungenentzündungen führen kann. Dieser Artikel erinnert an einige zu beachtende Punkte, die zu wenig bekannt sind und bereits detaillierter beschrieben wurden im Infomerkblatt 38.

Legionellen: noch immer ein Problem in unseren Wasserinstallationen

Es existieren zahlreiche Faktoren, die die Entwicklung dieser Bakterie fördern. So gedeiht die Bakterie am besten bei Wassertemperaturen im Bereich von 25 bis 50 °C. Außerdem kann das Wachstum durch stagnierendes Wasser stimuliert werden. Schließlich ist die Bakterie vor allem in größeren Installationen mit einer zentralisierten Warmwassererzeugung vorhanden. Es muss bei dem Entwurf, der Installation und der Nutzung der Installation daher alles getan werden, um solche Situationen zu vermeiden (¹).

Kaltes Wasser muss kalt bleiben

Das kalte Wasser gelangt im Allgemeinen mit einer Temperatur von weniger als 20 °C in das Gebäude. Wenn kein Wasser entnommen wird, wird seine Temperatur in den Innenleitungen jedoch die Umgebungstemperatur erreichen. Wenn sich diese Leitungen in einer beheizten Umgebung befinden, beispielsweise in einem Heizungsraum oder in einem Technikschaft, in dem auch Heizungsrohre verlegt sind, kann die Temperatur 25 °C überschreiten. Das Verlegen von Kaltwasserleitungen in solchen warmen Schächten ist somit zu untersagen. In Heizungsräumen muss ihre Länge außerdem auf das strikte Minimum beschränkt werden und kommt es darauf an, den Temperaturanstieg im Raum zu begrenzen. Man darf daher darin keinesfalls Kaltwasser-Verteilkollektoren, Puffertanks, Speisepumpen oder Wasserenthärter aufstellen.

Man muss auch darauf achten, dass die Verteilungsleitungen nicht überdimensioniert werden, da dies zu einer unzureichenden Wassererneuerung führt. Aus kürzlichen WTB-Messungen (siehe Les Dossiers du CSTC 2015/2.15) ergab sich, dass man die besten Ergebnisse erhält, indem man die Richtlinien der Norm DIN 1988-300 befolgt. Außerdem muss man unbedingt vermeiden, die Leitungen auf der Basis eventueller zukünftiger Erweiterungen zu dimensionieren.

Warmes Wasser muss warm sein

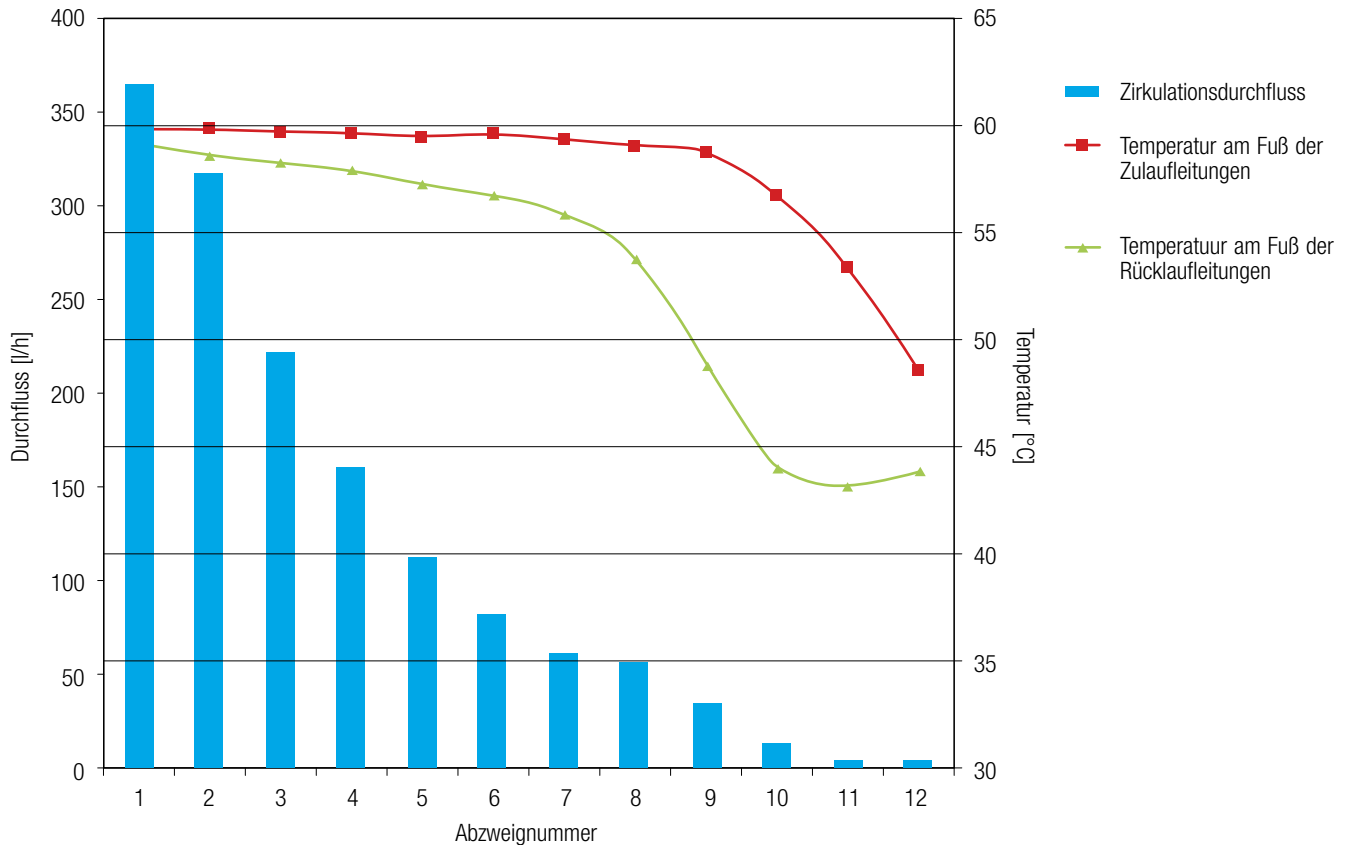
Fast allen Empfehlungen zufolge muss die Temperatur, mit der sanitäres Warmwasser erzeugt und verteilt wird, 60 °C betragen. Bei der in Form einer Ringleitung ausgeführten Verteilung, die man meistens bei größeren Installationen mit zentraler Warmwassererzeugung anwendet, muss man darüber hinaus dafür sorgen, dass die Temperaturen nirgends geringer als 55 °C sind.

Die etwaigen durch Legionellen verursachten Probleme in diesen Installationen sind im Allgemeinen durch eine schlechte Durchströmung der verschiedenen parallelen schleifenförmigen Abzweige während der Zeiten ohne Entnahme bedingt. Dies ist die Folge des Umstands, dass die Installati-

tion nicht hydraulisch eingestellt ist. Im Gegensatz zum Wissen bei Heizungsanlagen scheint die Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs bei Sanitärsystemen nicht genug bekannt zu sein. Dies ist jedoch eine der wichtigsten Ursachen für die Kontaminierung durch Legionellen. Folglich müssen sowohl der Planer als auch der Installateur ab der Entwurfsphase diesem Sachverhalt die erforderliche Aufmerksamkeit schenken.

So muss der Planer den Verteilungskreis so einfach wie möglich entwerfen und komplexe Kreise (mit Unterverteilungen) vermeiden. Im Anschluss an die korrekte Dimensionierung des Kreises muss der Zirkulationsdurchfluss bestimmt werden, der in den Zeiten ohne Entnahme den Temperaturabfall begrenzt. Dieser ist so zu berechnen, dass er die Wärmeverluste des Zirkulationskreises kompensiert, ohne dass die Temperatur des Wassers um mehr als 5 °C abfällt (Vorlauf mit 60 °C, Rücklauf mit 55 °C). Es ist daher vorteilhaft, für die Leitungen eine gute Wärmedämmung auszuführen. Eine adäquate Umwälzpumpe muss dann gewählt werden und es ist auf jedem parallelen Abzweig ein passendes Abgleichventil vorzusehen. Der Druckverlust, der am Ventil eingestellt werden muss, ist für jeden Abzweig zu berechnen (auch bei thermostatisch gesteuerten Regulierventilen) und nach dem Einbau korrekt einzustellen. Schließlich muss der Abgleich kontrolliert und falls erforderlich korrigiert werden.

(¹) In Flandern ist es gesetzlich vorgeschrieben, die besten verfügbaren Techniken (siehe <http://emis.vito.be/nl/bbt-voor-legionella-beheersing-nieuwe-sanitaire-systemen> und http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=na_h2o&doc=Addendum_%20BBT_Legionella.pdf&lang=nl) in den Gebäuden anzuwenden, die unter die Legionellengesetzgebung fallen (siehe http://www.wtcb.be/index.cfm?dtype=services&doc=Besluit_09_02_2007.pdf&lang=nl).



Zirkulationsdurchfluss und Temperaturverlauf der 12 schleifenförmigen vertikalen Abzweige eines typischen nichtabgeglichenen Warmwasserkreises (siehe auch Infomerkblatt 38.11). Ab dem Rücklauf des Abzweigs 8 besteht die Wahrscheinlichkeit für ein Legionellenwachstum.

Die Entnahmestellen müssen verwendet werden

Eine Kontamination mit Legionellen kann ebenfalls auf eine mangelhafte Nutzung der Entnahmestellen zurückzuführen sein, beispielsweise weil bestimmte Räume nicht mehr genutzt werden (z.B. Gemeinschaftsduschen des Personals). Wenn solche Entnahmestellen nicht vom Kreis getrennt werden können, muss man sie manuell spülen (mindestens einmal pro Woche). Dies ist jedoch sehr kostspielig und wird meistens nicht lange aufrechterhalten. Der Planer kann allerdings Maßnahmen zur Vermeidung der Wasserstagnationen ergreifen, wie z.B. das Vorsehen von automatischen Spülhähnen, das In-Reihe-Schalten der Entnahmestellen des Badezimmers (wobei die am meisten genutzten Stellen am Ende des offenen

Kreises anzuordnen sind) oder deren Aufnahme in eine Ringleitung, die mit einer Venturieinrichtung versehen ist (siehe [Les Dossiers du CSTC 2009/4.16](#)).

Was ist mit Antilegionellenbehandlungen?

Wenn man eine Kontamination mit Legionellen feststellt, für die keine einfache Abhilfe durch eine Anpassung der Installation möglich ist, kann man auf eine Antilegionellenbehandlung zurückgreifen (im Allgemeinen mithilfe einer chemischen oder elektrochemischen Desinfektion)⁽²⁾. Dabei muss man jedoch sehr vorsichtig zu Werke gehen: Denn die dem Wasser zugefügten Stoffe müssen bestimmten Konzentrationen entsprechen, damit keine negativen Auswirkungen für die Gesundheit und

die Leitungen hervorgerufen werden⁽³⁾. Es ist folglich stets vorzuziehen, die Installation korrekt zu entwerfen und zu nutzen, bevor Antilegionellenbehandlungen zur Anwendung kommen.

Schlussfolgerung

Legionellen sind noch immer ein Problem, und zwar ganz sicher in großen Wasserversorgungsinstallationen. Die Anwendung einer Reihe bereits lang bekannter Grundregeln bei dem Entwurf und der Nutzung dieser Installationen kann eine Abhilfe für dieses Problem schaffen, so dass der Einsatz von alternativen Antilegionellenbehandlungen nicht erforderlich ist. **I**

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

⁽²⁾ In Flandern muss man über eine ministerielle Genehmigung verfügen, um diese Behandlungen anwenden zu dürfen (siehe <https://www.zorg-en-gezondheid.be/alternatieve-maatregelen-voor-legionellabeheersing>).

⁽³⁾ Man muss sich immer bei den Herstellern (z.B. der Rohrleitungen) erkundigen, ob die Behandlung mit den verwendeten Materialien verträglich ist.



Dadurch, dass bestimmte Wandaufbauten eine ‚atmende‘ oder dampfdurchlässige Beschaffenheit aufweisen, sollen sie unter anderem ein gesundes Raumklima gewährleisten können, indem sie den Feuchtigkeitsgehalt im Gebäude regeln. Aber wie viel Feuchtigkeit können sie wirklich ableiten im Vergleich zur Feuchtigkeitsübertragung durch Lüftung oder durch Luftdichtheitsmängel?

Dampfdurchlässige Wände: eine Alternative zur Lüftung?

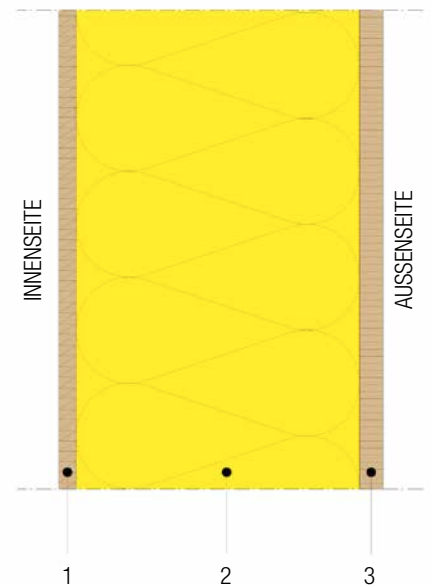
Eine **dampfdurchlässige Wand**, die auch als ‚**atmende Wand**‘ bezeichnet wird (Holzskelettwand, geneigtes Dach ...), wird im Allgemeinen als eine Struktur präsentiert, die aufgebaut ist aus einer Aufeinanderfolge von Schichten aus dampfdurchlässigen Materialien (deren äquivalente Dampfdiffusionsdicke oder s_d -Wert kleiner als 3 m ist). Obwohl ihr Name vermuten lässt, dass durch diese Wände Luft hindurchtreten kann, möchten wir darauf hinweisen, dass die Gebäudewände immer ausreichend luftdicht sein müssen, um beträchtliche Energieverluste zu vermeiden. Welche Rolle können solche Wände dann bei der Ableitung der Feuchtigkeit spielen, die unvermeidlich in einem Gebäude erzeugt wird? Können sie ein Lüftungssystem ersetzen, wie zum Beispiel bestimmte technische Dokumente suggerieren?

Um auf diese Fragen zu antworten, hat das WTB die jeweiligen Feuchtigkeitsübertragungen eines mittleren Einfamilienhauses, das ein geschütztes Volumen von 450 m³ und eine Gebäudehülle von 320 m² aufweist, verglichen. Dabei wurden zwei Luft-

1. OSB-Platte (15 mm)
2. Dämmung (175 mm)
3. Holzfaserplatte (16 mm)

1 | Wandaufbau mit einem niedrigen Dampfdiffusionswiderstand.

dichtheitsniveaus berücksichtigt: eine Luftdurchlässigkeit v_{50} von 3 m³/(h.m²), repräsentativ für ein mittleres Niveau, und eine Luftdurchlässigkeit v_{50} von 1 m³/(h.m²), repräsentativ für ein hohes Luftdichtheitsniveau. Das Gebäude war mit einem effizienten mechanischen Lüftungssystem ausgestattet, das ein ziemlich trockenes Raumklima sicherstellt (Klimaklasse II). Bei einem Gebäude, das gut entworfen und ausgeführt wurde (das also beispielsweise keine Wasserinfiltrationen oder aufsteigende Bodenfeuchtigkeit aufweist), findet der Feuchtigkeitsaustausch mit der Außenumgebung nur durch Diffusion durch die Wände hindurch, durch unerwünschte Infiltration bzw. Exfiltration infolge von Luftdichtheitsmängeln und durch die Lüftung statt.



Zur Sicherstellung eines gesunden Raumklimas ist in jedem Gebäude eine **hygienische Lüftung** unerlässlich. So müssen im Hinblick auf den Komfort, die kognitiven Leistungen und die Gesundheit der Nutzer die Schadstoffe abgeleitet werden, die durch die vorhandenen Materialien, durch das Mobiliar

Ein Belüftungssystem bleibt, unabhängig vom Wandaufbau, zur Gewährleistung eines gesunden Raumklimas unentbehrlich.

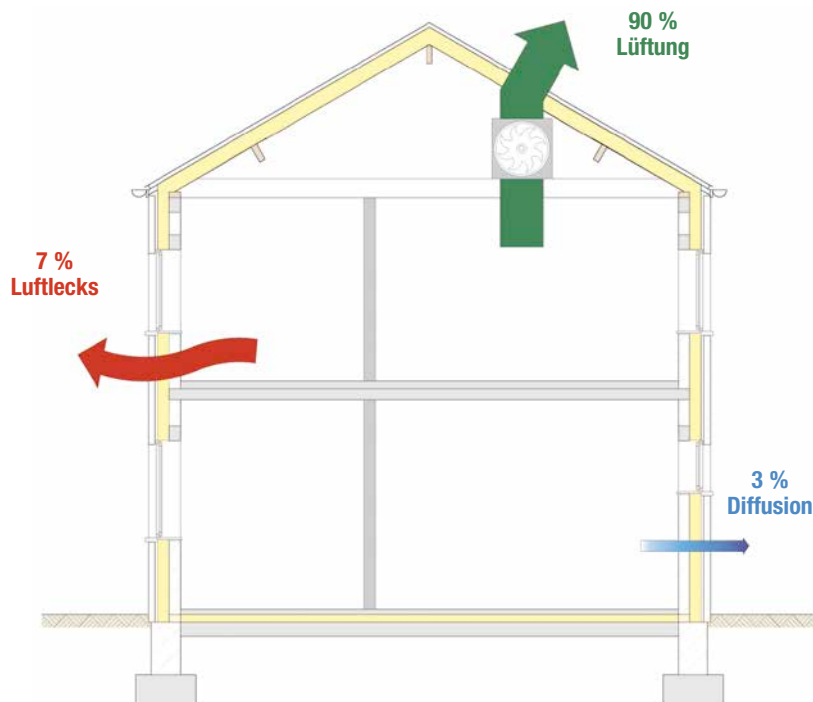


Wegen ihrer willkürlichen Lage und ihres variablen unkontrollierbaren Charakters können die Luftlecks keinesfalls ein Lüftungssystem ersetzen.

oder von den Personen selbst durch Ausdünstungen (Bio-Effluente) abgegeben werden. Der hierfür erforderliche Volumenstrom ist im Allgemeinen größer als der Volumenstrom, der notwendig ist, um die Feuchtigkeit abzuleiten (siehe TI 258). Ein Lüftungssystem bleibt somit, unabhängig vom Wandaufbau, zur Gewährleistung eines gesunden Raumklimas unentbehrlich. Für das in diesem Artikel betrachtete Gebäude wurde der benötigte mittlere jährliche Lüftungsvolumenstrom auf 184 m³/h geschätzt. Dieser Volumenstrom ermöglicht die Ableitung einer großen Feuchtigkeitsmenge, die als Referenz für den Vergleich mit den Mengen dient, die über die Luftlecks oder durch Dampfdiffusion abgeleitet werden.

Wenn die Wände des Gebäudes (Fassaden und Dach) aus Materialien mit einem niedrigen Dampfdiffusionswiderstand aufgebaut sind (z.B. einer Holzskelettwand, bei der die Innenseite aus einer OSB-Platte besteht, die als Dampfsperre fungiert und einen s_d -Wert von 3 m aufweist, siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite), kann eine beträchtliche Menge an Wasserdampf durch diese Wand hindurchgehen. Für Wände, die korrekt entworfen und ausgeführt sind, wird diese beherrschte Feuchtigkeitsdiffusion keine Probleme in Bezug auf die Dauerhaftigkeit beispielsweise infolge von innerer Kondensation verursachen. Bei unserem Beispiel wird die Menge an Wasserdampf, die bei winterlichen Gegebenheiten durch Diffusion durch die von den Wänden und dem Dach gebildeten 213 m² (d.h. 66 % der Oberfläche, die das geschützte Volumen begrenzt) hindurchgeht, nur 3 % der von der Lüftung abgeleiteten Feuchtigkeit betragen.

Die durch die Luftdichtheitsmängel bedingten Luftlecks werden auch eine gewisse Menge an Wasserdampf nach draußen transportieren. Wir möchten jedoch daran erinnern, dass diese Luftlecks wegen ihrer willkürlichen Lage und



2 | Verteilung der Feuchtigkeitsströme an die Außenumgebung (bei einem Gebäude mit einer guten Luftdichtheit).

ihres variablen und unkontrollierten Charakters keinesfalls ein Lüftungssystem ersetzen können (siehe TI 255). Bei der betrachteten Situation kann man veranschlagen, dass der mittlere Leckvolumenstrom über die gesamte Oberfläche des geschützten Volumens 26 m³/h in Gebäuden mit einer mittleren Luftdichtheit ($v_{50} = 3 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$) und 9 m³/h in leistungsfähigeren Gebäuden ($v_{50} = 1 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$) beträgt. Diese Leckvolumenströme werden 21 % bzw. 7 % der von der Lüftung abgeleiteten Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf abführen. Diese Werte liegen viel höher als die Volumenströme, die durch Diffusion durch die Wände hindurchgehen, was die mögliche Auswirkung der Luftdichtheitsmängel auf den Feuchtigkeitsgehalt in den Wänden und die damit einhergehenden Beschädigungsrisiken zeigt.

Wir können abschließend festhalten, dass sogar ziemlich dampfdurchlässige Wände nur eine unwesentliche Rolle beim Feuchtigkeitsaustausch zwischen der Innen- und der Außenumgebung spielen (siehe Abbildung 2). So betrug die durch Dampfdiffusion abgeleitete Feuchtigkeit bei der untersuchten Situation nur 3 % der von der Lüftung abgeleiteten Feuchtigkeit. Die Verwendung von dampfdurchlässigen Materialien kann jedoch eine günstige Auswirkung auf die Trocknung der Wand haben, was in bestimmten Situationen die Feuchtigkeitsdauer der Wand verkürzen und somit das Beschädigungsrisiko von feuchtigkeitsempfindlichen Materialien verringern kann.

A. Tilmans, Ir., stellvertretender
Laboratoriumsleiter und T. De Mets, Ir.,
Forscher, Laboratorium Hygrothermie, WTB

Die Anwendung von Wänden und Decken aus *Cross Laminated Timber* (bzw. CLT, einem Holzbauprodukt, das aus mindestens drei Lagen verleimter und/oder vernagelter Holzbretter zusammengesetzt ist) verzeichnet einen wachsenden Erfolg. Denn dieses Produkt bietet zahlreiche Vorteile, wie z.B. eine schnelle und einfache Ausführung, das Aussehen eines natürlichen Holzmaterials und eine ziemlich große Freiheit für den Planer. Die Ausführung dieser Decken und Wände muss jedoch durchdacht erfolgen, da deren traditionelle Verbindung eine beachtliche flankierende Schallübertragung mit sich bringt. Dieser Artikel geht näher auf diese Problematik ein und schlägt einige in Erwägung zu ziehende Lösungen vor.

Flankierende Schallübertragung beim Bauen mit CLT

Notwendigkeit eines innovativen Entwurfs

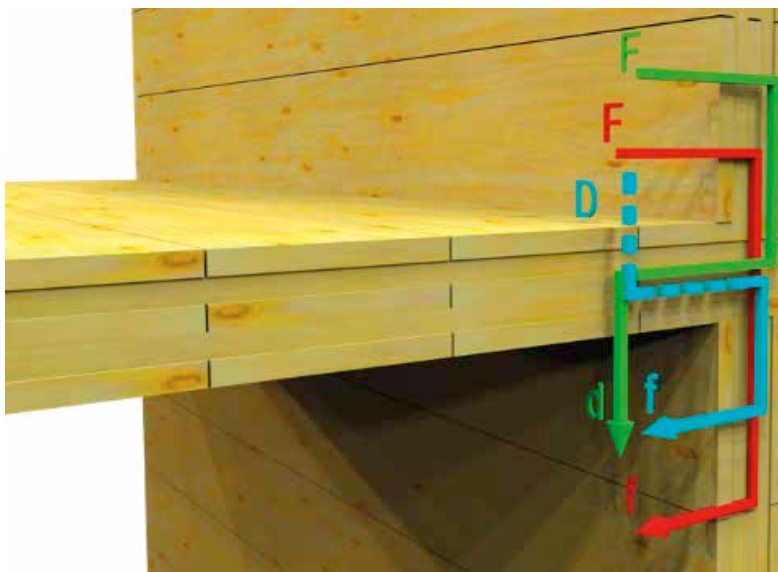
Die traditionelle Verbindung zwischen der Decke und den vertikalen Wänden, in Kombination mit dem schwimmenden Estrich, liefert viel zu unbefriedigende *In-situ*-Ergebnisse. So betrug der Luftschalldämmwert bei einer konkreten Messung zwischen zwei Appartements nur 45 dB ($D_{nT,w}$), während die Norm NBN S 01-400-1 mindestens 54 dB fordert. Für die Kontaktschalldämmung erhält

man noch schlechtere Werte. Denn bei Messungen mit einer standardisierten Schlagmaschine ergab sich, dass dieser Wert ($L'_{nT,w}$) 70 dB erreichte, während dieser nach der oben erwähnten Norm auf 58 dB und sogar auf 54 dB in Schlafzimmern begrenzt bleiben muss, die an einen anderen Raum als ein Schlafzimmer angrenzen. Für einen erhöhten akustischen Komfort sind die Anforderungen noch um 4 dB strenger. Es ist somit ein innovativer Entwurf notwendig, der einen guten akustischen Schutz bietet.

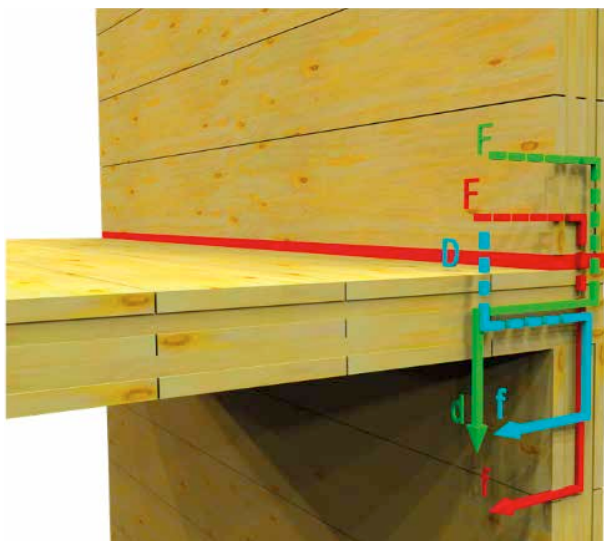
Die Luftschallübertragung zwischen zwei übereinanderliegenden Räumen

Die Schallübertragung auf den darunterliegenden Raum besteht nicht nur aus der direkten Schallübertragung durch die wohnungstrennende Decke hindurch, sondern auch aus den flankierenden Schallübertragungen. Diese entstehen, wenn Luftschallquellen (Fernseher, Gespräche, Musik ...) Schwingungen in der Luft (Schallwellen) erzeugen, die auf in der Umgebung vorhandene Bauelemente des Raums treffen, wodurch diese ihrerseits zu schwingen beginnen. Diese Schwingungen werden dann über die Bauknoten zwischen der Decke und den Wänden an die daran gekoppelten Bauelemente übertragen.

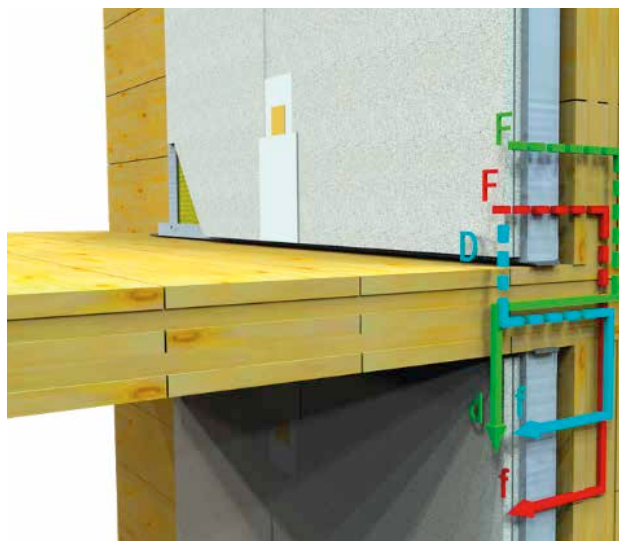
Zwischen zwei übereinanderliegenden Räumen lassen sich – außer dem direkten Schallübertragungsweg D_d (nicht dargestellt auf den Abbildungen) – zwölf flankierende Übertragungswege unterscheiden. Denn es existieren in dem Fall vier Bauknoten mit jeweils drei flankierenden Übertragungswegen Ff , Fd und Df (siehe Abbildung 1). Hierbei stellen F und D jeweils die flankierende Wand und die direkte Trennwand (Fußboden) an der Sendeseite und f und d jeweils die flankierende Wand und die direkte Trennwand (Decke) an der Empfangsseite dar.



1 | Die Luftschallübertragungswege in einem Bauknoten.



2 | Anwendung eines durchgehenden elastischen Streifens zwischen der Decke und der oberen Wand.



3 | Anwendung von Vorsatzwänden.

Ein akustisch optimaler CLT-Deckenentwurf (der in einem folgenden Artikel behandelt werden wird) eliminiert größtenteils die direkte Schallübertragung D_d und die vier flankierenden Schallübertragungen D_f . Demzufolge hängt die Schalldämmung fast vollständig von den flankierenden Wegen F_f und F_d ab, die möglichst stark begrenzt werden müssen.

Entwurfslösungen

Eine mögliche Entwurfslösung besteht darin, zwischen der Decke und der Wand einen durchgehenden elastischen Streifen anzubringen (siehe den roten Streifen in Abbildung 2) und spezielle akustische Befestigungshaken anzuwenden. Obwohl diese Technik die flankierenden Schallübertragungen im Bereich der mittleren und hohen Frequenzen beachtlich verringert, ist sie im Bereich der niedrigeren Frequenzen unzureichend.

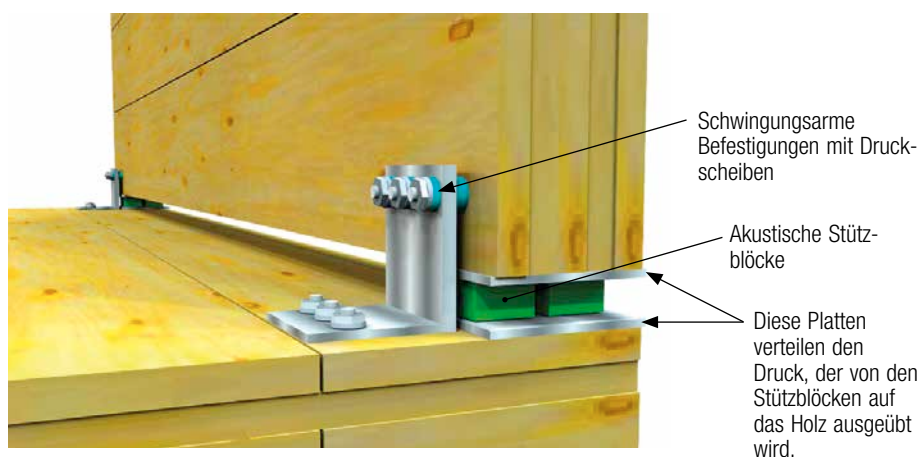
Eine andere Möglichkeit ist die Anwendung von Vorsatzwänden (z.B. in Form zweier Gipsplatten mit einem mit Mineralwolle gefüllten Hohlraum von 8 cm oder einer gleichwertigen Konfiguration) (siehe Abbildung 3). Diese Lösung führt jedoch zu Mehrkosten, dem Verlust des Aussehens der Holzwände und einer Reduzierung des vorhandenen Platzes.

Lösung stammt jedoch von einer vom WTB durchgeführten Untersuchung (ein diesbezügliches Patent wurde angemeldet). Dabei werden die Decke und die untere Wand starr miteinander verbunden, während die obere Wand auf akustische Stützblöcke gestellt wird (siehe Abbildung 4), so dass ein Zwischenraum zwischen der oberen Wand und der Decke entsteht. Dies hat zur Folge, dass die niederfrequenten flankierenden Schwingungen den Zwischenraum nur noch über diese akustischen Stützblöcke überwinden können. Diese Stützblöcke sind vom Lieferanten in Abhängigkeit der Stabilität und der akustischen

Anforderungen zu dimensionieren. Dies bedeutet, dass die erforderliche Anzahl an Blöcken variieren kann.

Durch diese Bauweise kann man einen Vibrationsdämpfungswert K_{ij} von mindestens 30 dB erreichen, wobei die acht oben erwähnten flankierenden Schallübertragungen vernachlässigbar werden. Eine optimierte Deckenkonstruktion wird darüber hinaus eine besonders gute vertikale Schalldämmung gewährleisten. |

B. Ingelaere, Ir., Abteilungsleiter, Abteilung Akustik, Energie und Klima, WTB



4 | Verbindung der Platten mithilfe von akustischen Stützblöcken.

Die effizienteste und innovativste

Durch die neuesten Technologien ist es möglich geworden, ein Gebäude und seine Umgebung mit hoher Auflösung zu scannen, also automatisch ein 3D-Modell zu generieren, das die relevanten Bereiche auf eine realistische und getreue Weise wiedergibt. Wenn das Projekt bestehende Infrastrukturen betrifft, stellen die 3D-Digitalisierungsverfahren somit ein wichtiges Hilfsmittel während der Modellierungsphase dar. Dieser Artikel geht näher auf die verschiedenen Techniken und Lösungen ein, die in diesem Zusammenhang angewendet werden können.

3D-Scannen im Dienste des Bauunternehmers

3D-Digitalisierung mit hoher Auflösung

Ein Laserscanner tastet mithilfe eines Laserstrahls seine Umgebung ab und registriert die Position von Tausenden von Punkten. Die so gescannten Objekte werden danach mit hoher Auflösung in Form einer ‚Punktwolke‘ (siehe Abbildung 1) gespeichert. Jeder Punkt wird genau im Raum angeordnet (manchmal bis auf den Millimeter) und kann sogar automatisch eingefärbt werden. Auf diese Weise verfügt der Bauunternehmer über ein getreues Modell für die Erstellung seines Preisangebots und die Baustellenvorbereitung.

Außer dem Laserscanner gibt es noch andere vielseitige 3D-Digitalisierungstechnologien, die auf die Arbeiten des Bauunternehmers abgestimmt sind. So liefert die photogrammetrische Rekonstruktion auf Basis mehrerer Bil-

der dadurch ein getreues 3D-Modell eines Objekts, dass aus verschiedenen Winkeln Fotos aufgenommen werden. Diese Software erstellt ein 3D-Modell von dem fotografierten Bereich, indem sie zwischen den verschiedenen aufgenommenen Bildern ähnliche Punkte identifiziert. Die *Time-of-Flight*-Kamera fügt ihrerseits für die aufgenommenen Bilder die Tiefeninformation hinzu. Das gefilmte Element wird in Echtzeit in 3D digitalisiert, was bei *In-situ*-Arbeiten sehr vorteilhaft ist.

Auch die stets populärer werdenden Drohnen sind erwähnenswert. Obwohl sie an sich nicht als eine Digitalisierungstechnologie angesehen werden können, handelt es sich hierbei um Hilfsmittel, die die Realisierung der 3D-Digitalisierung beschleunigen, schwer zugängliche oder gefährliche Bereiche erreichen oder sehr umfangreiche Oberflächen erfassen können.

Einsatzmöglichkeiten

Durch das 3D-Scannen wird eine Brücke zwischen der realen und der virtuellen Welt gebildet. Der größte Vorteil gegenüber einer konventionelleren geometrischen Vermessung liegt vor allem in dem extrem genauen Detaillierungsgrad und der Verfügbarkeit der kolorimetrischen Information. Die generierten 3D-Modelle oder -Dateien enthalten zahlreiche Daten, die für den Bauunternehmer nützlich sind. So liefert die 3D-Digitalisierung nicht nur ein schönes dreidimensionales Bild, sondern ist auch ein praktisches Hilfsmittel bei der visuellen Inspektion, der genauen Vermessung der Abmessungen (z.B. Erfassung der Maße der Leibungstiefen an zu renovierenden Fassaden für das Bautischlerunternehmen) oder der Volumenberechnung (z.B. Schätzung des auszuhebenden Volumens für den Verantwortlichen der Erdarbeiten), wobei



1 | A. Gebäude, das man in 3D digitalisieren möchte.
B. 3D-Modell, das vom Gebäude mithilfe des Laserscanners generiert wurde.
C. Zoom auf das Modell, das aus Tausenden von Punkten gebildet wird.



2 | Darstellung der Vertikalität der Fassade in Form eines Bildes und eines Farbcodes. Die Farbe gibt den Abstand bezogen auf eine vertikale Ebene an.

es nicht nötig ist, die Anzahl der Baustellenhin- und -rückfahrten zu erhöhen. Ein 3D-Scan kann sich somit für einen Großteil der Akteure eines Projekts als sehr nützlich erweisen.

Um eine geeignete Wiedergabe für den betreffenden Bauunternehmer zu

generieren, können auf die von den 3D-Scans erhaltenen 3D-Modelle oder -Dateien zahlreiche digitale Filter oder Transformationen angewendet werden. So kann der Planer eines Fassadenrenovierungssystems für die Außenseite von der Wiedergabe der vertikalen Ebenheit einer bestehenden Fassade

in Form eines Farbcodes profitieren (siehe Abbildung 2). Andere sehr relevante Anwendungen sind die 3D-Scans als Hilfsmittel für die computergestützte Konstruktion (CAD) oder als Ergänzung zum BIM-Modell. Auf diese wird in der Langfassung dieses Artikels detailliert eingegangen.

Es ist selbstverständlich, dass für die Digitalisierung mit hoher Auflösung ein durchdachtes Vorgehen erforderlich ist. Es ist für den Bauunternehmer wesentlich, genau festzulegen, wofür er die 3D-Dateien verwenden möchte. Denn die Wahl des Digitalisierungsverfahrens und die vom Landmesser zu erhaltenden Dateien hängen von den beabsichtigten Zielsetzungen ab.

*S. Dubois, Dr. Ir., Projektleiter und
M. de Bouw, Prof. Dr. Ir.-Arch.,
stellvertretender Laboratoriumsleiter,
Laboratorium Renovierung, WTB
O. Vandooren, Ing., Direktor für Information
und Unternehmensunterstützung, WTB*

Beispiele für mögliche Wünsche und Lösungen zur 3D-Digitalisierung.

	Wunsch des Bauunternehmers	Mögliche Lösungen für die 3D-Digitalisierung	Ergänzende digitale Transformationen
In situ, innen	3D-Modell einer Zierleiste für das Nachformen mittels eines industriellen Verfahrens	• Terrestrischer Laserscanner • 3D-Rekonstruktion auf Basis von Fotos (unter der Voraussetzung, dass die Farbe der Zierleiste nicht einheitlich ist)	Umwandlung einer Punktwolke in eine Bestelldatei, die von der Produktionsmaschine verwendet werden kann
	As-built-Dokumentation von technischen Anlagen (z.B. einer Lüftungsanlage in einem Industriegebäude)	• Terrestrischer Laserscanner • Time-of-Flight-Kamera	Eintrag von Vermerken für Ausrüstungen und Dimensionsmessungen auf dem Modell mithilfe spezieller Software
	As-built-Pläne der Innenräume eines Gebäudes von 5.000 m ²	Auf einer fahrenden Plattform installierter mobiler Laserscanner	CAD auf Basis von Horizontalschnitten in der Punktwolke
In situ, außen	Ansicht einer unter Denkmalschutz gestellten Fassade mit detaillierter Vermessung eines jeden Mauerwerksteins	• Terrestrischer Laserscanner • 3D-Rekonstruktion auf Basis von auf dem Boden aufgenommenen Fotos	CAD auf Basis einer orthonormalen Ansicht der Punktwolke
	Vermessung eines installierten Dachdeckungssystems zur Überprüfung der Ausführungsqualität	• Terrestrischer Laserscanner, falls das Dach zugänglich ist • Auf einer Drohne installierter Laserscanner (sehr junge Technik) • 3D-Rekonstruktion auf Basis von durch eine Drohne aufgenommenen Fotos (unter der Voraussetzung, dass die Genauigkeit gewährleistet werden kann)	Analyse der Ebenheit oder vergleichende Überlagerung der Punktwolke mit einem Referenzmodell
	Simulation der Gebäudehüllen-Energieverluste für ein Gebäude mit komplexer Form	3D-Rekonstruktion auf Basis von auf dem Boden aufgenommenen Fotos	Erstellung eines 3D-Energiemo- dells auf Basis einer vereinfachten Punktwolke



Ziel des von Wallonien bezuschussten Forschungsprojekts Opticost ist es einerseits, die technischen Aspekte, die einen Einfluss auf die Baukosten haben könnten und andererseits, die organisatorischen Aspekte zu analysieren, die die Betriebskosten des Unternehmens verringern könnten.

Opticost: hin zu einer Optimierung der Baukosten

Technisch-wirtschaftliche Aspekte

Dieser Teil der Untersuchung besteht aus einem detaillierten Vergleich der Kosten von verschiedenen Bausystemen. Ausgehend von einer Studie der gegenwärtigen Baugewohnheiten für kollektive Wohngebäude in Wallonien konnten eine Gebäudetypologie und ein erstes System abgeleitet werden. Auf Basis dieses Bausystems wurden von den Mitgliedern der Lenkungsgruppe (bestehend aus Bauunternehmern, Vertretern von Wohnungsgesellschaften und WTB-Ingenieuren) sieben andere Systeme ausgewählt. Anhand des Typen-Lastenhefts **CCTB 2022** wurden für jedes dieser Systeme die beschreibenden Dokumente und die Aufmaße verfasst, die mindestens den Anforderungen der **PEB 2017**-Verordnung und den Brandschutz- und Schallschutzverordnungen entsprechen müssen. Dank dieser Dokumente ließen sich die Kosten detailliert berechnen.

Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Berechnung nicht auf alle Projekte angewendet werden darf, da jedes Projekt in erster Linie gekennzeichnet ist durch seine Umgebung, seine Architektur und seine spezifischen Anforderungen. Außerdem basiert die Berechnung im Rahmen dieser Untersuchung nur auf den Baukosten. Die Unterhaltungskosten werden beispielsweise nicht berücksichtigt.

Die Analyse der gesamten direkten Kosten und der Kosten der verschiedenen Bausysteme liefert die folgenden Ergebnisse (Vergleich bezogen auf S1):

- **S1** (Kalksandsteinblöcke): 100 %
- **S2** (Betonblöcke): 102 %
- **S3** (Ziegelsteinblöcke): 101 %

- **S4** (vorgefertigte Elemente aus Ziegelsteinblöcken): 101 %
- **S5** (vorgefertigte Säulen und Träger aus Beton und Betonblöcken): 111 %
- **S6** (vorgefertigte Säulen und Träger aus Beton und Elementen aus Kalksandstein): 106 %
- **S7** (Holzbaukonstruktion): 111 %
- **S8** (CLT-Konstruktion (Massivholz)): 111 %.

Diese Analyse ermöglicht es auch, die Auswirkung der verschiedenen Bausysteme auf die Verteilung der Kosten der verschiedenen Lose und der Ressourcen zu messen (siehe nachstehende Grafik).

Aus der Kostenanalyse ergibt sich, dass für den untersuchten Fall nur ein geringer Unterschied zwischen den acht Bausystemen besteht. Für die Wahl

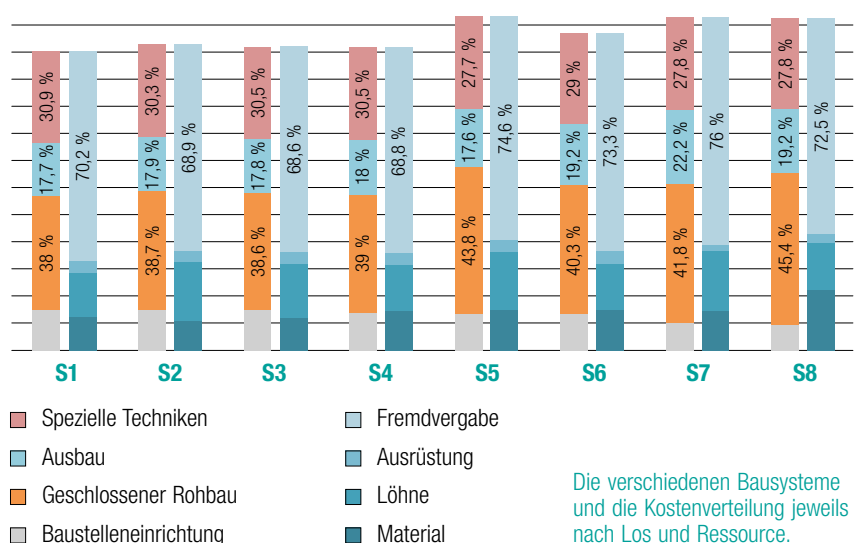
eines Bausystems sollten somit nicht nur die Kosten als Basis dienen, sondern auch andere Faktoren, wie z.B. die Ausführungszeit, die Umweltauswirkung, die Modularität und die Unterhaltungskosten.

Organisatorische Aspekte

Die Kosten eines Bauprojekts können auch auf dem Gebiet der Betriebsorganisation optimiert werden. So wurde auf Basis von häufig vorkommenden Ineffizienzen eine Liste von organisatorischen Lösungen erstellt, mit denen man die Verwaltungskosten optimieren kann.

Weitere Details über die Forschungsergebnisse werden in Kürze auf der CSTC-Website zu finden sein.

M. Huerdo Fernandez, Arch., Hauptberater, Dienst BIM und Informationstechniken, WTB
F. Suain, Ing., Senior-Hauptberater und D. Piriot, m.s.c.f., Abteilungsleiter, Abteilung Verwaltung und Qualität, WTB



Die verschiedenen Bausysteme und die Kostenverteilung jeweils nach Los und Ressource.

WTB-Veröffentlichungen

Les Dossiers du CSTC

- 2016/2.10** ,Les systèmes innovants de chauffage par le sol‘.
2016/2.13 ,Capacité d'évacuation des gouttières pendantes‘.
2016/3.6 ,Toitures vertes: retour d'expérience‘.
2016/4.10 ,Techniques de découpage des carreaux céramiques‘.

Technische Informationen

- TI 260** ,Le ferrailage du béton‘ (ersetzt die TI 217).
TI 261 ,Ouvrages particuliers en verre. Partie 2: applications non structurales (vitrines, portes et ensembles en verre trempé)‘.

Monographien

- Nr. 21** ,Compatibilité des lampes de remplacement et des variateurs. Classification, problématique et solutions‘.

Jahresbericht 2016



Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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



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

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

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

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

www.wtb.be

Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als 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