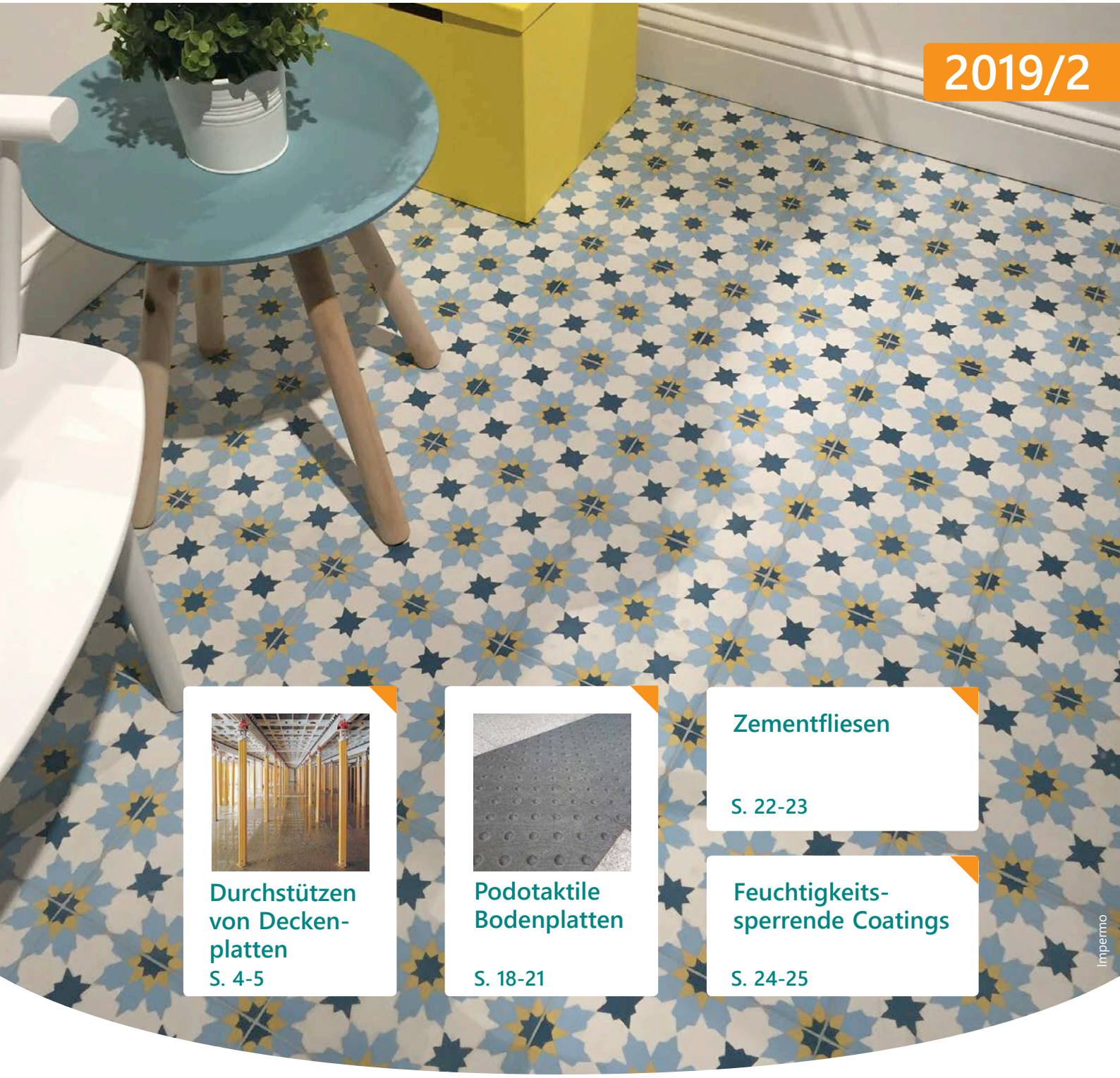
WTB Kontakt

Eine Ausgabe des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums

2019/2



Durchstützen von Deckenplatten
S. 4-5

Podotaktile Bodenplatten
S. 18-21

Zementfliesen
S. 22-23

Feuchtigkeitssperrende Coatings
S. 24-25

Impermo

Hinterlegungspostamt: Brüssel X • Zulassungsnummer: P 501329
16. Jahrgang • Zweimonatliche Veröffentlichung

wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Inhalt 2019/2

Ihr WTB-Kontakt mit einer neuen Aufmachung 3

Durchstützen von Betondeckenplatten: Beachtung der Lastenverteilung 4

Ziegeldächer: mehr als nur Zierde? 6

Überarbeitung der TI 215: bevorstehende Änderungen für die Dampfsperre 8

Antworten auf sieben Fragen zur CE-Kennzeichnung von Brandschutztüren 10

Geländer und Windbelastungen 14

Putzarbeiten: vor oder nach dem Estrich? 16

Podotaktile Bodenplatten aus Naturstein: die zu befolgenden Schritte 18

Die Verlegung von Zementfliesen: einige zu ergreifende Vorsichtsmaßnahmen 22

Wie die geeignete Beschichtung für die Feuchtigkeitssperre wählen? 24

Wärmerückgewinner: ihre Leistungen auf die Probe gestellt 26

Wie dimensioniere ich meine Anlage für die Sanitärwarmwasser-Erzeugung? 28

FAQ 30

Ihr WTB-Kontakt mit einer neuen Aufmachung

Eine der Hauptaufgaben des WTB besteht darin, den Bausektor im Allgemeinen und die Bauunternehmen im Besonderen zu informieren. Obwohl wir diese Informationsvermittlung auf unterschiedliche Weise realisieren, bleiben die Veröffentlichungen unser privilegiertes Kommunikationsmittel. Unter diesen Veröffentlichungen findet man die Artikel, die unter Leitung der Technischen Komitees verfasst und im WTB-Kontakt veröffentlicht werden. Es ist Ihnen wahrscheinlich nicht entgangen, dass dieses Magazin einer gründlichen verschönernden Neugestaltung unterzogen wurde.

Die erste wichtige Änderung betrifft seine Periodizität: Ihr Magazin WTB-Kontakt erscheint künftig **zweimonatlich**. Dies ermöglicht es uns, mit Ihnen häufiger im Kontakt zu stehen. In der Praxis wird die erste Ausgabe des Magazins im Jahr einem bestimmten Thema gewidmet bleiben. 2019 wurde dem Brandschutz diese Ehre zuteil. Die danach folgenden jährlichen Ausgaben des Magazins werden in dem einen Fall Artikel enthalten, die in direktem Zusammenhang mit den verschiedenen Baugewerken stehen (wie z.B. diese, die Sie nun in den Händen halten) und in einem anderen Fall Artikel, die mehrere Baugewerke betreffen (beispielsweise über die Betriebsführung). Natürlich wird auch die Verbindung über die WTB-Website, auf der Sie alle Artikel an 7 Tagen in der Woche rund um die Uhr einsehen können, erhalten bleiben. Einige Artikel werden darüber hinaus um eine Langfassung ergänzt, in der bestimmte Aspekte ausführlicher behandelt werden. Die letzte Seite des Magazins wird schließlich abwechselnd den Rubriken IM FOKUS und FAQ vorbehalten sein.

Die zweite Änderung bezieht sich auf die **Text- und Bildgestaltung**. Wir haben nämlich beschlossen, unsere Texte aufgelockerter zu gestalten und reichlicher zu illustrieren, um den Inhalt der Artikel noch attraktiver zu machen. Es werden auch häufiger 3D-Bilder zum Einsatz kommen, die näher bei der Realität und einfacher zu verstehen sind.

Schließlich möchten wir darauf hinweisen, dass wir auch unseren Beitrag zum Kampf für **eine nachhaltigere Welt** leisten wollen. So nutzen wir schon seit vielen Jahren Papier, das ausschließend aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt. Ferner haben wir uns seit kurzem für eine 100 % biologisch abbaubare Verpackung entschieden. ⬟

Durchstützen von Betondeckenplatten: Beachtung der Lastenverteilung

Mehrgeschossige Gebäude aus Beton werden gegenwärtig so schnell errichtet, dass die bereits ausgeführten Geschosse im Allgemeinen durchstützt werden müssen. Denn die tragende Deckenplatte verfügt häufig noch nicht über eine ausreichende Festigkeit, um allein die Belastungen aufzunehmen, die durch die neu zu gießende Deckenplatte und die vorübergehende Tragkonstruktion verursacht werden.

B. Parmentier, Ir., Leiter der Abteilung Strukturen, WTB
V. Dieryck, Ir., Senior-Projektleiter, Abteilung Beton, Bauchemie und Mineralogie, WTB

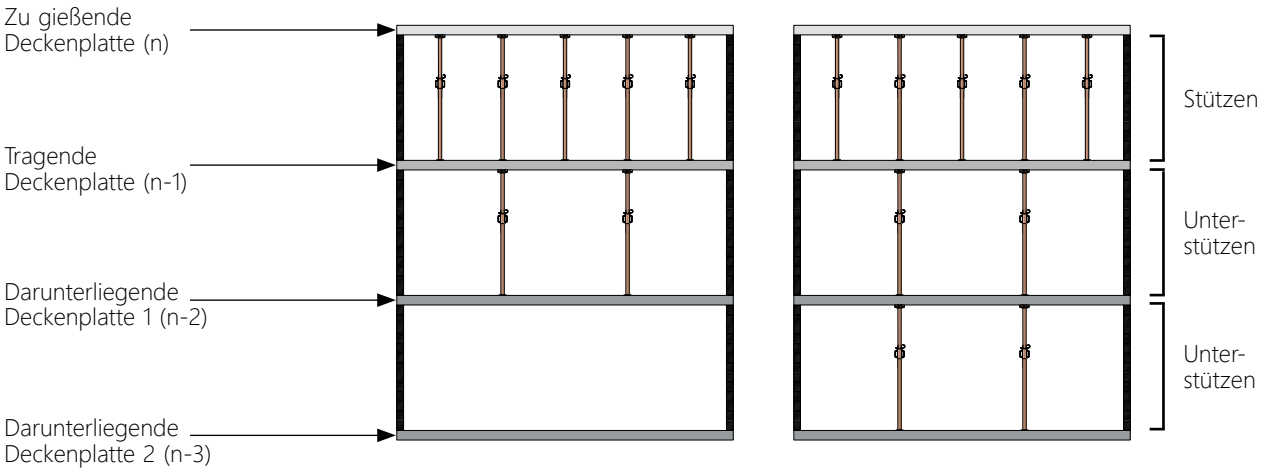
Prinzip des Durchstützens

Das Durchstützen besteht darin, bestimmte vorläufige Stützen, **‚Unterstützen'** genannt (siehe nachstehende Abbildung), unter der tragenden Deckenplatte stehen zu lassen. Diese Maßnahme dient dazu, die durch die Ausführung der neuen Deckenplatte verursachten Belastungen auf die darunterliegenden Deckenplatten zu übertragen und über eine ausreichend große Tragfläche zu verteilen. Beim Durchstützen müssen zwei Parameter berücksichtigt werden:

- die Ausschalfrist der neuen Deckenplatte
- die Anzahl der durchzustützenden Geschosse unter der tragenden Deckenplatte.

Sobald die tragende Deckenplatte ausgeschalt ist, kann das Durchstützen erfolgen:

- entweder dadurch, dass die Unterstützen und die darunterliegenden Deckenplatten so dimensioniert werden, dass sie die Belastungen aller darüberliegenden Deckenplatten aufnehmen können
- oder dadurch, dass die Ausschalköpfe der Unterstützen losgedreht werden, so dass die tragende Deckenplatte sich durchbiegen wird und ihr Eigengewicht trägt, und diese danach wieder festgedreht werden (dies wird als erneutes Stützen bezeichnet). Die Unterstützen sind in dem Fall nur den Belastungen der zu gießenden Deckenplatte unterworfen. Man muss im Allgemeinen die zwei unter der tragenden Deckenplatte liegenden Geschosse durchstützen (siehe nachstehende Abbildung).



Prinzip des Durchstützens.

Verteilung der Ausführungslasten auf die darunterliegenden Deckenplatten.

Betrachtetes Geschoss	Durchgestützte Geschosse	
	Ein durchgestütztes Geschoss	Zwei durchgestützte Geschosse
Zu gießende Deckenplatte (n)	–	–
Tragende Deckenplatte (n-1)	70 %	65 %
Darunterliegende Deckenplatte 1 (n-2)	**30 %**	**23 %**
Darunterliegende Deckenplatte 2 (n-3)	–	**12 %**

Optimierung und Rentabilität

Die Wirtschaftlichkeit des Durchstützens beruht auf dem Kompromiss zwischen:
- dem Preis der vorgefertigten Betonelemente
- dem Mietpreis des Stützenmaterials
- den Lohnkosten der Arbeiter, die die Ausschalköpfe installieren.

Obwohl die Verringerung der Anzahl an Unterstützen in den meisten Fällen wirtschaftlicher ist – aber vor allem auch dafür notwendig ist, die weiteren Arbeiten nicht zu behindern –, darf man dabei auch nicht zu weit gehen, um zu vermeiden, dass sich die Deckenplatten während der Ausführungsphase zu stark **durchbiegen**.

Trotz des Umstandes, dass die Verkürzung der Ausschalfrist eine bessere Rentabilität ergibt, bringt sie auch eine vorzeitige Belastung der gegossenen Deckenplatte mit sich (erst recht, wenn die Stützen entfernt wurden). So wird die Langzeitdurchbiegung um ungefähr 10 % zunehmen, wenn man von einer Ausschalung nach 5 Tagen auf eine Ausschalung nach 3 Tagen übergeht. Da dies eine beträchtliche Verformung darstellt, muss man bestimmte Stützen stehen lassen und/oder die Langzeiteffekte von deren Entfernung von einem Planungsbüro sorgfältig bewerten lassen.

Verteilung der Belastungen

Die Anzahl der unter der tragenden Deckenplatte **zu durchstützenden Geschosse** lässt sich bewerten, indem man die Verteilung der Belastungen über jede Deckenplatte einschätzt. Dabei muss überprüft werden, ob diese Belastungen für jede von ihnen zulässig sind. Die Anzahl vorzusehender Stützen liegt selbstverständlich höher als gewöhnlich, weil bestimmte Stützen stehen bleiben müssen. Es hat allerdings keinen Sinn, alle Stützen zu behalten: Denn im Prinzip reicht es häufig, auf einem und auf zwei Drittel der Spannweite der Deckenplatte eine Unterstütze mit einer angepassten Tragfähigkeit vorzusehen.

Die Verteilung der Belastungen über die darunterliegenden Deckenplatten kann anhand verschiedener Methoden berechnet werden. Im Allgemeinen wird diese Verteilung beeinflusst durch:
- die Steifigkeit der bestehenden Struktur (Vorhandensein von Wänden, mittiger Kern ...)
- die Steifigkeit der Stützen
- die in jeder Deckenplatte vorhandenen Belastungen
- die eventuelle Vorspannung der Stützen
- die zusätzlichen, auf die tragenden Deckenplatte wirkenden Belastungen (gelagerte Materialien ...).

Es ist ein Irrtum, zu denken, dass die Verteilung der Lasten über die darunterliegenden Deckenplatten proportional ist (also dass z.B. zwei Deckenplatten jeweils 50 % der Ausführungslasten aufnehmen). Die obige Tabelle gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der vereinfachten und im Allgemeinen ‚sicheren' Methode, die in den ‚Formwork'-Leitfaden aufgenommen wurde. Anhand dieser Methode, die auf einer im Jahr 2000 durchgeführten Untersuchung basiert, kann man die Anzahl der Stützen und der zu durchstützenden Geschosse bestimmen. Andere – sicherlich komplexere – Methoden ermöglichen es, die Belastungen in den Deckenplatten und den Stützen genauer zu bewerten.

Aus der Tabelle geht hervor, dass je nachdem, ob man ein oder zwei zusätzliche Geschosse unterstützt jeweils 70 % und 65 % der Ausführungslasten direkt auf die tragende Deckenplatte (Geschoss n-1) übertragen werden. Der restliche Prozentsatz wird auf die darunterliegenden Deckenplatten abgeleitet. Das bedeutet, dass die tragende Deckenplatte eine ausreichende Festigkeit aufweisen muss, um sowohl ihr Eigengewicht als auch 70 % bzw. 65 % der durch das Gießen verursachten Belastungen aufnehmen zu können. Die **Phaseneinteilung der Arbeiten** muss in Absprache mit dem Planungsbüro festgelegt werden, das die Tragfähigkeit der Deckenplatte und ihre Empfindlichkeit in Bezug auf die Langzeitverformung in Abhängigkeit der verschiedenen Baustellenphasen überprüfen muss.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Ausführungslasten die Nutzlasten (also die Lasten, für die die Decke dimensioniert wurde) vorübergehend um 10 bis 20 % überschreiten können. Dabei ist es wiederum die Aufgabe des Planungsbüros, zu überprüfen, ob diese Situation in Abhängigkeit des Alters des Betons akzeptabel ist.

Falls eine der Deckenplatten, auf die die Belastungen übertragen werden, steifer ist als die andere (z.B. die Fundamentplatte), muss den an dieser Decke angeordneten Unterstützen eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Denn in dem Fall sind die Belastungen, die an die Unterstützen weitergeleitet werden, größer, wodurch sie deren Knicken zur Folge haben können, und zwar insbesondere wenn nur ein Geschoss durchstützt wird. ⬟

Ziegeldächer: mehr als nur Zierde?

Bei der Abnahme von Dacharbeiten wird das Aussehen eines Ziegeldaches häufig infrage gestellt. Da die Referenzdokumente dafür nur wenige Anforderungen enthalten, bleibt die Kontrolle des Aussehens der Dachdeckung häufig sehr subjektiv.

D. De Bock, Ing., Berater, Abteilung Technische Gutachten, WTB

Obwohl die verschiedenen Normen bezüglich der Dachelemente (z.B. Ziegel und Schieferplatten) durchaus eine Anzahl von Toleranzen für deren Aussehen festlegen, enthalten sie wenig Informationen über die Kontrolle dieses Aussehens *in situ*.

Wir möchten außerdem darauf hinweisen, dass die ästhetische Bewertung eines Bauelementes nicht unter beliebigen Bedingungen ausgeführt werden darf. So muss das Aussehen eines geneigten Dachs unserer Meinung nach **unter normalen Bedingungen** bewertet werden, das heißt vom Boden aus, in einem Mindestabstand von 5 m und bei diffusem Licht.

Bewertung des allgemeinen Aussehens des Dachs

Die Praxis lehrt uns, dass das allgemeine Aussehen eines Dachs in starkem Maße von den Niveauabweichungen auf dem Untergrund (Dachstuhl) und der Durchbiegung der Holzelemente beeinflusst wird. Um die Bewertung des allgemeinen Aussehens eines Daches teilweise zu objektivieren, definiert die TI 240 auf der Grundlage einiger normativen Dokumente eine Anzahl von Toleranzen (siehe auch Les Dossiers du CSTC 2015/2.27). Dabei muss angemerkt werden, dass die Dimensionsschwankungen des Untergrunds in dem Maße umso mehr auffallen, wie die Dachziegel flach und glänzend sind.

Das Aussehen des Dachs ist ebenfalls von den Dachelementen selbst abhängig. So werden Tondachziegel ausgehend von natürlichen Rohstoffen hergestellt, deren Farbe so unterschiedlich sein kann, dass sie einen beträchtlichen

1 | Abschluss der Dachränder mit Ortgangziegel.

2 | Abschluss der Dachränder mit einem spezifischen Profil.

Einfluss auf das Aussehen der Produkte haben. Bestimmte äußerliche Besonderheiten sind darüber hinaus mit dem Herstellungsprozess inhärent verbunden. Diese sind zur Information in den Normen NBN EN 1304 (Tondachziegel) und NBN EN 490 (Betondachsteine) aufgeführt. Obwohl es keine genauen Kriterien im Zusammenhang mit den zulässigen Farbtonunterschieden zwischen den Ziegeln von ein und demselben Dach gibt, empfiehlt es sich immer, einerseits Produkte, die vom gleichen Los stammen, zu verwenden und andererseits die Elemente aus verschiedenen Lieferpaketen gut zu mischen.

Entsprechend den zwei Addenda der TI 240 werden Beschädigungen, die unter normalen Bedingungen nicht sichtbar sind und die die Funktionalität des Dachs nicht beeinträchtigen (z.B. Verfalzungen), akzeptiert. Dies gilt auch für die Beschädigungen, die zwar sichtbar sind, deren Fläche aber kleiner als 0,5 cm² ist. Beschädigungen bis 1,5 cm² müssen mithilfe einer angepassten Anstrichfarbe, die im Allgemeinen vom Hersteller mitgeliefert wird, ausgebessert werden. Wenn die Beschädigungen größer als 1,5 cm² sind, müssen die Ziegel entfernt und ersetzt werden.

Bewertung des Aussehens der Anschlussdetails

Angesichts des breiten Sortiments an Produkten, die von den Herstellern angeboten werden, kann das Aussehen von geneigten Dächern beträchtlich variieren. Dies gilt auch für die Anschlussdetails. So werden die Abdeckbleche nicht mehr ausschließlich aus Zink oder Blei realisiert, sondern sie können auch aus Materialien aufgebaut sein, deren Farbton denen der Dachelemente ähnlicher ist.

Indem man sich für Dachziegel mit einem Verschiebebereich für einen variablen Dachlattenabstand entscheidet, vermeidet man, die direkt unter den Firstziegeln liegenden Elemente zuschneiden zu müssen. Für rechteckige Dachflächen bieten die Hersteller im Allgemeinen schmalere Produkte an, deren Aussehen mit dem der Ziegel identisch ist, die im verbleibenden Teil der Dachfläche verwendet werden. Auf diese Weise kann man vermeiden, dass ein Zuschnitt dieser Elemente entlang der Ränder erforderlich ist.

Nicht rechteckige Dachflächen haben auch einen Einfluss auf das Aussehen. Da die Ziegel senkrecht verlegt werden, muss eine große Anzahl von ihnen zugeschnitten werden. Wenn der Schnitt jedoch vom Boden aus sichtbar ist und das Aussehen sich gegen das von der Oberseite der Ziegel abhebt, müssen die Schnitte auch ‚nachgearbeitet' werden (nach dem gleichen Prinzip wie bei 0,5 bis 1,5 cm² großen Beschädigungen). Gemäß der TI 175 (die noch immer für die Dachdetails gilt) kann der Abschluss der Dachränder auf unterschiedliche Weise ausgeführt werden, unter anderem durch die Anwendung von Ortgangziegeln oder eines spezifischen Profils (siehe Abbildung 1 und 2 auf der vorherigen Seite).

Schließlich führt die Renovierung von Reihenhäusern häufig zu beträchtlichen ästhetischen Änderungen. So muss für die Verlegung eines Unterdaches, das nicht immer schon vorhanden ist, eine Konterlatte hinzugefügt werden. Sogar wenn der Dachdecker ähnliche Dachziegel wie die auf den angrenzenden Häusern anwendet, kann er durch den Höhenunterschied keinen durchgängigen Anschluss mit den benachbarten Dachelementen realisieren. In dem Fall muss er Renovierungsprofile oder Dachleisten anwenden (siehe Abbildung 3).

3 | Anschluss zwischen einem renovierten Dach (links) und einem bestehenden Dach (rechts) mithilfe einer Dachleiste.

Empfehlungen für die vertraglichen Dokumente

Abschließend möchten wir darauf hinweisen, dass die vertraglichen Dokumente (Angebote, Pläne und Sonderlastenhefte) – bei fehlenden genauen ästhetischen Kriterien in den Referenzdokumenten – für die Bewertung des Endergebnisses von äußerster Wichtigkeit sind.

Wenn besondere Anforderungen an das Aussehen des Dachs gestellt werden, ist es somit ganz wichtig, dass vorher eine Anzahl angemessener Bewertungskriterien festgelegt werden. Falls kein Architekt in Anspruch genommen wird, empfehlen wir den Dachdeckern, die Ausführung der Details im Voraus mit ihren Kunden zu besprechen, um ihren Erwartungen besser entsprechen zu können. ⬟

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Aktivitäten der Normen-Außenstelle ‚Tolérances et aspect (Eye Precision)' verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.

Überarbeitung der TI 215: bevorstehende Änderungen für die Dampfsperre

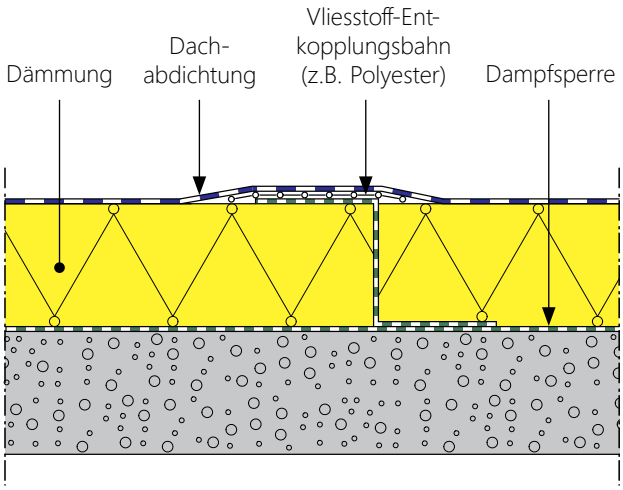
Durch die vielen Entwicklungen im Bereich der Flachdächer erwies sich die Überarbeitung der TI 215 als erforderlich. Da diese Überarbeitung fast abgeschlossen ist, können wir schon einen Zipfel des Schleiers, genauer gesagt bezüglich des Kapitels über die Dampfsperre, lüften. Welche diesbezüglichen Neuheiten werden Sie darin finden? (*)

E. Noirfalisse, Ir., Leiter des Laboratoriums Dämm- und Abdichtungsmaterialien, WTB
A. Tilmans, Ir., Leiter des Laboratoriums Hygrothermik, WTB

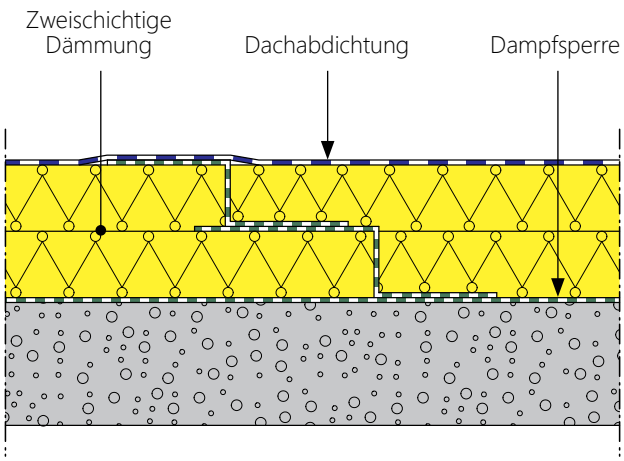
Funktion der Dampfsperre

Die Funktionsbeschreibung der Dampfsperre wurde erweitert, unter anderem indem:

- ihre **Aufgabe als Luftsperre** betont und auf die mögliche beträchtliche Feuchtigkeitszufuhr aufgrund einer mangelhaften Luftdichtheit hingewiesen wird
- die Aspekte bezüglich der Verwendung der Dampfsperre als **vorübergehende Dichtungsmembran** während der Arbeiten entwickelt werden, da diese Situation häufig vorkommt und meistens für die Wahl und die Ausführung der Dampfsperre ausschlaggebend ist. So sind Polyethylenfolien und bloß mit einem Glasvlies armierte Membranen auf einem Untergrund von profilierten Stahlblechen für diese Anwendung nicht geeignet
- die **Abteilungsbildung für die Dämmung** detailliert wird (d.h. die Verteilung dieser Schicht in Abteilungen, indem die Dachabdichtung und die Dampfsperre miteinander verbunden werden, um das Ausmaß einer etwaigen Infiltration zu begrenzen). Neben dem klassischen Abteilungsbildungsschema für zwei verträgliche Materialien, wird das überarbeitete Kapitel auch jeweils ein Schema für zwei unverträgliche Materialien (siehe Abbildung 1) und eines für die Abteilungsbildung einer zweischichtigen Dämmung (siehe Abbildung 2) enthalten. Um die Effizienz der Abteilungsbildung zu verbessern, möchten wir daran erinnern, dass es empfehlenswert ist, diese auf den *As-built*-Plänen anzugeben und Maßnahmen zu ergreifen, um etwaige Wasserlecks zu ermitteln (siehe TI 229, Anhang 4).



1 | Abteilungsbildung bei einer Unverträglichkeit zwischen der Dachabdichtung und der Dampfsperre.



2 | Abteilungsbildung einer zweischichtigen Dämmung.

(*) Dieser Artikel bezieht sich hauptsächlich auf Warmdächer und Umkehrdächer. Er geht daher nicht näher auf spezifische Konfigurationen wie z.B. Kompaktdächer ein (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/2.6).

Eigenschaften der Dampfsperre

Auch die physikalischen Eigenschaften der Materialien sind Gegenstand der Überarbeitung, beginnend mit der Erläuterung von einigen Grundkenntnissen, die häufig eine gewisse Verwechslung stiften, nämlich:

- die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ
- die Diffusionsdicke μd (oder Sd)
- die korrigierte Diffusionsdicke $(\mu d)_{corr}$ (auch als die äquivalente Diffusionsdicke $(\mu d)_{eq}$ bezeichnet), die den Einfluss der Ausführung berücksichtigt.

Im Rahmen der Überarbeitung der TI 215 wurden einige μ- und μd-Werte für übliche Materialien angegeben. Es ist jedoch schwierig, den $(\mu d)_{corr}$-Wert eines ausgeführten Produkts zu bestimmen. So kann eine Unterbrechung (z.B. in Form einer Perforation durch eine Befestigung oder einer Falte in einer Überlappung) beim Einsatz einer Polyethylenfolie oder anderer dünnen Membranen zu einem großen Unterschied zwischen dem μd- und dem $(\mu d)_{corr}$-Wert führen. Aus diesem Grund wird eine Polyethylenfolie höchstens der Dampfsperrenklasse E2 (5 m ≤ $(\mu d)_{corr}$ < 25 m) angehören können, sogar wenn sie über einen hohen μd-Wert verfügt. Bei bituminösen Materialien ist der Unterschied zwischen dem μd- und dem $(\mu d)_{corr}$-Wert grundsätzlich kleiner.

Qualität der Dampfsperre

Was die Qualität der Dampfsperre betrifft, gibt die Tabelle 14 der derzeitigen TI 215 eine Übersicht von den für Warmdächer zu verwendenden Dampfsperrenklassen (E1 bis E4), und zwar in Abhängigkeit der Eigenschaften der Dachunterkonstruktion und der Raumklimaklasse. Die Verwendung dieser Tabelle stellt eine alternative Lösung zu detaillierteren Berechnungen dar. Für Gebäude, in denen der jährliche mittlere Dampfdruck größer als 3.000 Pa ist, wird allerdings empfohlen, die Durchführung einer solchen Berechnung vorzunehmen.

Die oben erwähnte Tabelle basiert auf Berechnungen nach der Methode von Glaser. Im Rahmen der Überarbeitung der TI 215 wurde diese Tabelle jedoch ausgehend von dynamischen Berechnungen angepasst. Ferner wurden die Rechenhypothesen aktualisiert, damit sie der Realität besser entsprechen (z.B. ein Flachdach, das von einer nach Norden gerichteten Wand beschattet wird, die sich somit im Süden des Dachs befindet, statt eines Dachs mit einer Neigung von 45° mit einer nördlichen Orientierung). Es wurde entschieden, die Empfehlungen nur anzupassen, wenn sie sich als strenger als die geltenden erwiesen.

Für **Holz-Dachunterkonstruktionen oder Dachunterkonstruktionen aus profilierten Stahlblechen** haben sich die dynamischen Berechnungen als etwas weniger streng herausgestellt. Folglich wurde dafür keine einzige Änderung in der Tabelle vorgenommen.

Für **Dachunterkonstruktionen aus ‚neuem' Beton** (oder neuen Gefälleschichten auf Zementbasis, die eine gewisse Menge an Baufeuchtigkeit enthalten können) ergaben die dynamischen Berechnungen für die Raumklimaklassen I bis III Kondensatmengen von etwas mehr als 200 g/m² bei einer Dampfsperre der Klasse E3 (25 m ≤ $(\mu d)_{corr}$ < 200 m), wie sie gegenwärtig empfohlen wird. Theoretisch hat das zur Folge, dass man eine Dampfsperre der Klasse E4 ($(\mu d)_{corr}$ ≥ 200 m) anwenden müsste. Man könnte in dem Fall jedoch auch weiterhin eine Dampfsperre der Klasse E3 nutzen, da:

- die maximale Kondensatmenge nur geringfügig überschritten wird (ungefähr 250 g/m² Kondensat)
- die Anwendung eines μd-Wertes von 100 m (dazwischen liegender Wert) realitätsnäher ist als die Untergrenze von 25 m
- die Auswirkung einer etwaigen (niedrigen) Kondensatmenge, angesichts der gegenwärtigen Dämmdicken, kleiner sein wird.

Bei einer Raumklimaklasse IV findet weiterhin eine Dampfsperre der Klasse E4 Anwendung.

Für **Dachunterkonstruktionen aus ‚trockenem' Beton** (Renovierung) legt eine Fußnote in der Tabelle 14 fest, dass für die Raumklimaklassen I bis III das Vorsehen einer Dampfsperre nicht erforderlich ist. Aus den dynamischen Berechnungen hat sich jedoch ergeben, dass bei Vorhandensein einer Raumklimaklasse III und einer Dämmung aus Mineralwolle einer Dampfsperre der Klasse E1 der Vorzug zu geben ist. Folglich wird im Falle einer Dachunterkonstruktion aus trockenem Beton und einer Raumklimaklasse III empfohlen, künftig eine Dampfsperre dieser Klasse anzuwenden. Ansonsten wurden wenig Änderungen an der Tabelle vorgenommen.

Im restlichen Text erfolgten noch einige Anpassungen. So wurde eine kurze Beschreibung der inzwischen erschienenen selbstklebenden Dampfsperren und feuchtevariablen Dampfbremsen zugefügt. Für weitere Details verweisen wir auf die überarbeitete TI, die bald erscheinen wird. ⬟

Antworten auf sieben Fragen zur CE-Kennzeichnung von Brandschutztüren

Bald wird es möglich sein, eine CE-Kennzeichnung auf nicht kraftbetätigten Brandschutztüren anzubringen. Welche Produkte werden über eine solche Kennzeichnung verfügen müssen? Wann wird die Kennzeichnung verpflichtend sein? Was sind die praktischen Folgen für die Installateure und Schreiner?

E. Winnepenninckx, Ing., Leiter der Abteilung Normierung, Spezifikationen und Qualität von Produkten und Systemen, WTB
Y. Martin, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Materialien, Technologie und Gebäudehülle, WTB
C. Cornu, Ir.-Arch., Hauptberater, Dienst Qualität von Produkten und Systemen, WTB

WTB

1 Was ist die CE-Kennzeichnung und wozu dient sie?

Die CE-Kennzeichnung von Bauprodukten versetzt die Hersteller in die Lage, ihre Produkte in allen Mitgliedstaaten des Europäischen Wirtschaftsraums (*) auf den Markt zu bringen. Im Zusammenhang mit ihr werden auch die Produktleistungen für die reglementierten Eigenschaften angegeben, die gemäß den harmonisierten europäischen Produktnormen bestimmt werden.

2 Welche Produkte müssen über eine CE-Kennzeichnung verfügen?

Die Produkte, die unter die in der Tabelle A angegebenen harmonisierten Normen fallen (siehe nächste Seite), müssen über eine CE-Kennzeichnung verfügen. Diese Normen beziehen sich auf Brandschutztüranlagen (siehe Abbildung 1 auf der nächsten Seite), also den festen Rahmen (auch als Umrahmung bezeichnet), das Türblatt bzw. die Türblätter, die Beschläge, die erforderlichen Fugen und die eventuellen Seiten- und Oberfüllteile mit oder ohne Verglasung.

Das bedeutet somit, dass die feuerbeständigen Türblätter und -rahmen, die getrennt voneinander vertrieben werden, auf Basis der oben erwähnten Normen nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen können.

(*) Der Europäische Wirtschaftsraum (EWR) umfasst die 28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union, Island, Liechtenstein und Norwegen.

1 | Feuerbeständige Brandschutztüranlagen (einflügelige Drehtür).

3 Ab wann ist die CE-Kennzeichnung möglich und ab wann ist sie verpflichtend?

Das Anbringen der CE-Kennzeichnung wird erst möglich sein, wenn die harmonisierte europäische Norm bezüglich der Basiseigenschaften und die bezüglich der Brandschutzeigenschaften im Amtsblatt der Europäischen Union angegeben werden. Dieses Dokument legt die Daten des Koexistenzzeitraumes fest, während der die Hersteller die CE-Kennzeichnung freiwillig anbringen dürfen. Nach Ablauf dieses Zeitraumes wird die Kennzeichnung verpflichtend und die Hersteller dürfen ihre Produkte nicht länger ohne Kennzeichnung auf den Markt bringen.

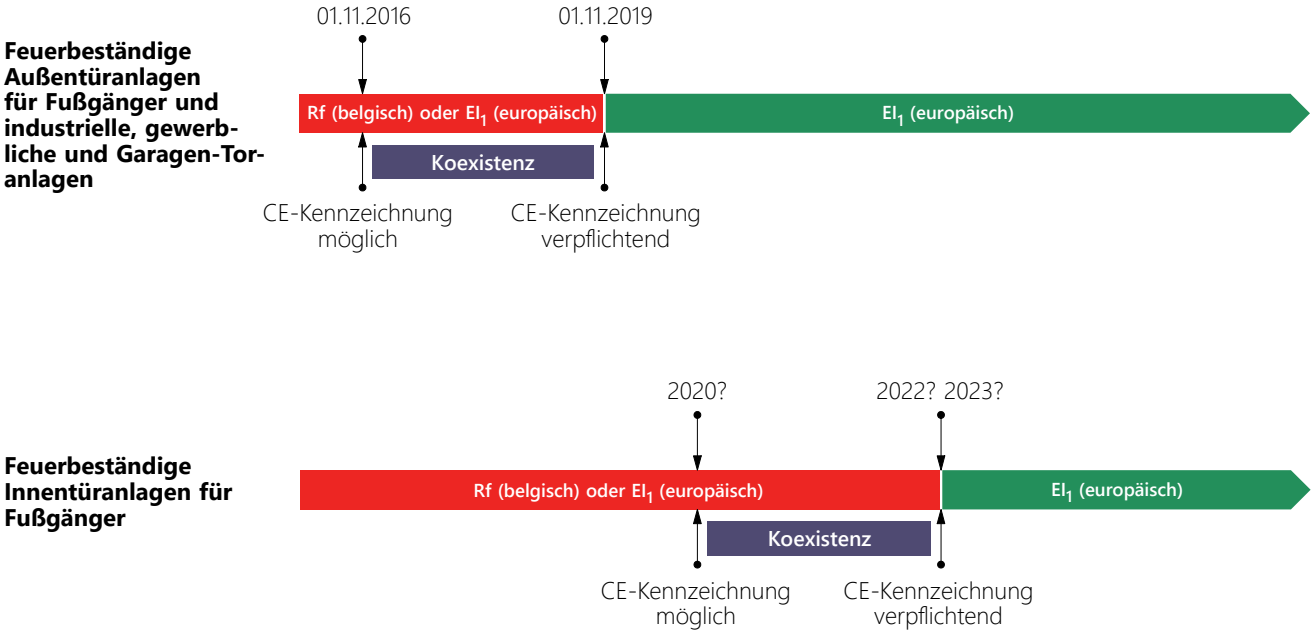
Da die Norm NBN EN 14351-2 für Innentüren noch nicht im Amtsblatt angegeben wurde, ist es unmöglich, vorhersagen zu können, wann die CE-Kennzeichnung für diese Türen verpflichtend werden wird. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Artikels erwarten wir die Angabe dieser Norm im Amtsblatt nicht vor dem Herbst 2020. Dies hat zur Folge, dass die CE-Kennzeichnung erst nach einem Koexistenzzeitraum von vermutlich zwei bis drei Jahren verpflichtend werden wird.

4 Bis wann kann man feuerbeständige Türanlagen und -blätter, die unter die belgische Rf-Klassifizierung fallen, auf den Markt bringen?

Sobald die CE-Kennzeichnung verpflichtend ist, werden feuerbeständige Türanlagen in Belgien der europäischen

A | Geltende Normen für feuerbeständige Türanlagen.

Typ nicht kraftbetätigte Türanlagen	Geltende Normen		Datum, an dem die CE-Kennzeichnung verpflichtend wird (*)
	Für die Basiseigenschaften	Für die Brandschutzeigenschaften	
Feuerbeständige Innentüranlagen für Fußgänger	NBN EN 14351-2 (noch nicht im Amtsblatt der Europäischen Union angegeben)	NBN EN 16034	Nicht bekannt (wahrscheinlich frühestens 2022)
Feuerbeständige Außentüranlagen für Fußgänger	NBN EN 14351-1	NBN EN 16034 (Koexistenzzeitraum: vom 01.11.2016 bis zum 31.10.2019)	01.11.2019
Feuerbeständige industrielle, gewerbliche und Garagen-Toranlagen	NBN EN 13241		
(*) Beide geltenden Normen müssen im Amtsblatt der Europäischen Union angegeben werden.			



2 | Koexistenzzeitraum für die CE-Kennzeichnung von feuerbeständigen Türanlagen und vorgesehene Folgen für die belgischen und europäischen Feuerwiderstandsklassen.

EI_1 30- oder EI_1 60-Klasse entsprechen müssen. Ab dem 1. November 2019 wird dies für feuerbeständige Außentüranlagen für Fußgänger sowie für feuerbeständige industrielle, gewerbliche und Garagen-Toranlagen der Fall sein (siehe Abbildung 2). Wir möchten darauf hinweisen, dass dieses Datum sich auf das Installationsdatum der Tür- bzw.- Toranlage, und somit nicht auf den Bauantrag oder das Angebot, bezieht.

Wie bei der zweiten Frage erwähnt wurde, können getrennt voneinander vertriebene feuerbeständige Türblätter gemäß den in der Tabelle A angegebenen harmonisierten Normen nicht mit einer CE-Kennzeichnung versehen werden. Dennoch müssten die feuerbeständigen Türblätter von feuerbeständigen Außentüranlagen ab dem 1. November 2019 im Rahmen einer Prüfung bewertet werden, die nach der europäischen Norm (EI_1 30 oder EI_1 60), und nicht länger nach der belgischen Norm (Rf ½h oder Rf 1h), durchzuführen ist.

Da die Norm NBN EN 14351-2 noch nicht im Amtsblatt der Europäischen Union angegeben wurde, sind die Daten des Koexistenzzeitraumes der belgischen und europäischen Klassen für die feuerbeständigen Innentüranlagen und -blätter für Fußgänger momentan nicht bekannt.

5 Wer ist verpflichtet, eine CE-Kennzeichnung anzubringen?

Die Bauproduktenverordnung (BPV) gilt nur wenn ein Bauprodukt für den ‚Vertrieb' oder die ‚Nutzung' auf dem Markt der Europäischen Union ‚geliefert' wird oder wenn es auf diesem Markt ‚verfügbar' gemacht wird (erste Zurverfügungstellung).

Folglich kommt die BPV nicht zur Anwendung (oder ‚scheint nicht anwendbar zu sein', und zwar gemäß den Diensten der Europäischen Union), wenn ein Bauunternehmer ein Bauprodukt herstellt und danach in ein Bauwerk integriert, ohne es als Produkt auf den Markt gebracht zu haben.

Zur Vereinfachung macht die Gesetzgebung bezüglich der Verträge sowohl auf europäischer als auch auf belgischer Ebene einen Unterschied zwischen:

- **Dienstleistungsverträgen**, die nur die Ausführung einer Arbeit oder deren Entwurf und Ausführung umfassen
- **Kaufverträgen**, die den Kauf, das Leasing, die Miete oder den Mietkauf von Produkten beinhalten, aber ergänzend auch die Montage- und Installationsarbeiten umfassen können.

Dem WTB zufolge gilt die BPV ausschließlich für Aktivitäten, die unter die Kaufverträge fallen. Wenn wir von dieser Hypothese ausgehen, könnte das Anbringen der CE-Kennzeichnung durch Installateure, die entsprechend einem Dienstleistungsvertrag arbeiten, als illegal betrachtet werden. Im Falle eines Dienstleistungsvertrags könnte es mit anderen Worten möglich sein, dass die Bauunternehmer nicht befugt sind, die CE-Kennzeichnung anzubringen. Obwohl diese Auslegung noch nicht bestätigt wurde, ist es für die Installateure sicherer, keine CE-Kennzeichnung

anzubringen. Denn dies könnte als unlauterer Wettbewerb betrachtet werden.

6 Was sind die praktischen Folgen für den Hersteller, den Vertreiber und den Schreiner?

Die nachstehende Tabelle B gibt eine Übersicht von den verschiedenen Szenarien, mit denen man in der Praxis konfrontiert werden könnte.

7 Müssen die Anwender fordern, dass eine CE-Kennzeichnung angebracht wird?

Nein. Das Anbringen einer CE-Kennzeichnung gehört zu den Verantwortlichkeiten des Herstellers. Die Kennzeichnung regelt die Kommunikation zwischen den Herstellern und den Behörden, die mit der Marktüberwachung beauftragt sind. Die Bauproduktenverordnung bietet den Anwendern keine einzige zusätzliche (gesetzliche) Garantie.

Die Anwender müssen Brandschutztüren fordern, die eine gewisse Anzahl von gegebenen Leistungen (z.B. EI_1 30 oder EI_1 60, Dimensionstoleranzen, Dauerhaftigkeit, mechanische Widerstandsfähigkeit, hygrothermische Belastungen) und gegebenenfalls ein bestimmtes Zuverlässigkeitsniveau (z.B. BENOR/ATG-Zertifizierung) aufweisen, damit die Anforderungen für die Bauarbeiten erfüllt werden können.

Da die CE-Kennzeichnung verpflichtend ist, obliegt es nicht den Anwendern (Installateuren, Auftraggebern, Vorschreibern und Gebäudeeigentümern), deren Anbringung zu verlangen. Falls man für Angebote oder Lastenhefte beispielsweise fordert, dass die Produkte über eine CE-Kennzeichnung verfügen, dann:

- schließt man alle Produkte aus, die von den (harmonisierten) Normen abweichen, nämlich die innovativen und/oder einzigartigen Produkte und die feuerbeständigen Innentüren, die nicht als komplette Türanlagen auf den Markt gebracht werden (sondern stattdessen beispielsweise als Türblatt)
- werden die Installateure oder Schreiner, die Brandschutztüren herstellen und installieren, von der Marktteilnahme ausgeschlossen. Denn sie sind nicht verpflichtet, eine CE-Kennzeichnung anzubringen und könnten dafür sogar ein Verbot erhalten (nach unserer Auslegung, siehe Frage 5).

Für öffentliche Auftraggeber könnte die Forderung nach der ausschließlichen Nutzung von Produkten mit einer CE-Kennzeichnung gesetzlich sogar mit Risiken verbunden sein. Denn dadurch könnten sie ungewollt bestimmte wirtschaftliche Akteure daran hindern, auf öffentliche Ausschreibungen zu antworten. ⬟

Dieser Artikel wurde in Zusammenarbeit mit J. De Saedeleer (FÖD Inneres), der Confédération Construction, der Bouwunie, BCCA und UBAtc, im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Eléments de façades manuels et motorisés' verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.

B | Wie werden feuerbeständige Türanlagen und ihre Komponenten vertrieben und installiert?

Situation	Ist die CE-Kennzeichnung verpflichtend?	Verantwortlicher für die CE-Kennzeichnung	Verantwortlicher für die Installation (1)
Der Hersteller **liefert die Türanlage, die zur Installation fertig ist**, und zwar in einem oder mehreren Teilen. Er kann die Komponenten bei Lieferanten kaufen.	Ja	Hersteller	Installateur
Der Vertreiber oder Schreiner kauft die Türblätter, Rahmen, Dichtungsprodukte und Beschläge bei verschiedenen Lieferanten und **bringt sie als eine feuerbeständige Türanlage auf den Markt**.	Ja	Vertreiber oder Schreiner (2)	Installateur
Der Installateur **kauft** die Türblätter, Rahmen, Dichtungsprodukte und Beschläge bei verschiedenen Lieferanten und **installiert sie auf der Baustelle**.	Nein (3)	–	Installateur
Der Installateur **kauft** die Türblätter, Dichtungsprodukte und Beschläge bei verschiedenen Lieferanten, **stellt** selbst die Rahmen **her** und **installiert sie auf der Baustelle**.	Nein (3)	–	Installateur

(1) Er muss dafür sorgen, dass die Installation gemäß den belgischen verordnungsrechtlichen Anforderungen, den Regeln für die fachgemäße Ausführung und den spezifischen Anforderungen für die betreffende Baustelle verläuft.
(2) Es wird ein anderer Term verwendet, um zwischen den Verantwortungsbereichen des Schreiners und denen des Installateurs zu unterscheiden. Der Schreiner kann auch der Installateur sein.
(3) Nach der Interpretation des WTB, die von der Europäischen Kommission noch nicht bestätigt wurde.

Geländer und Windbelastungen

Im Allgemeinen sind die Windbelastungen bei der Dimensionierung von aus Platten bestehenden Außengeländern ausschlaggebend. Um mehr darüber in Erfahrung zu bringen, wurde eine pränormative Studie durchgeführt. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Windbelastungen in vielen Fällen verringert werden könnten, wenn man die Eckbereiche und das oberste Geschoss als Ausnahme betrachtet, für die die derzeitigen Werte voll und ganz gerechtfertigt sind.

T. Lonfils, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium Strukturen, WTB
V. Detremmerie, Ir., Leiter des Laboratoriums Dach- und Fassadenelemente, WTB

Allgemeine Prinzipien für die Bewertung von Geländern

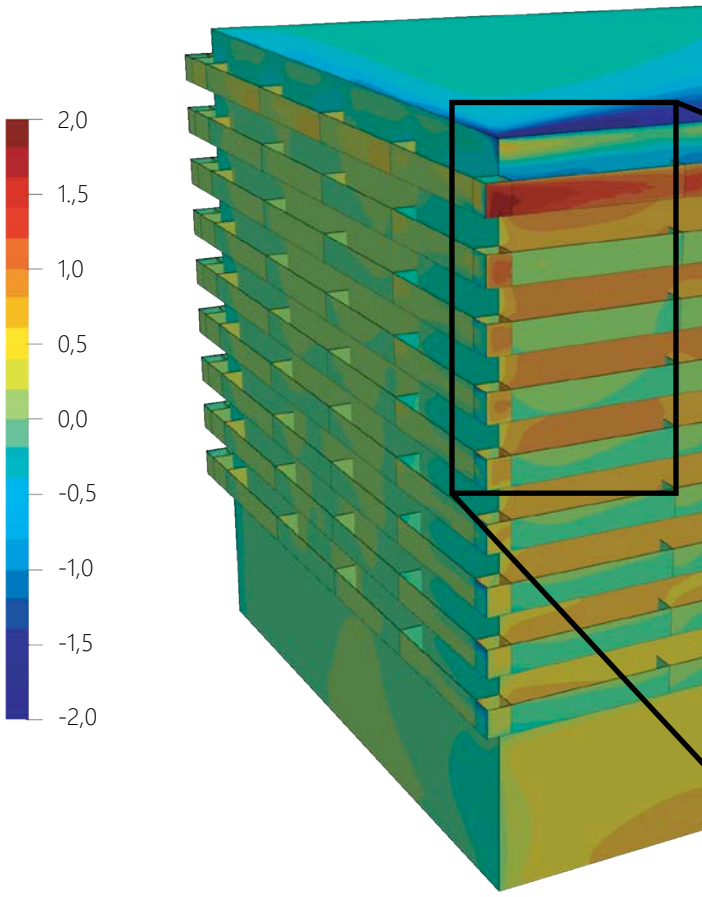
Ein Geländer muss den Anforderungen der Norm NBN B 03-004 genügen. Gemäß dieser Norm müssen die Geländer sowohl unter dynamischen (Stoßfestigkeitsprüfungen) als auch statischen Belastungen bewertet werden. In dem letzten Fall müssen bei der Dimensionierung nicht nur die Belastungen aufgrund des Eigengewichts, sondern auch die Nutzungs- und Windbelastungen berücksichtigt werden.

Die oben erwähnte Norm definiert:
- die Belastungen in Abhängigkeit der Nutzungsklassen der Gebäude (A: Wohngebäude, B: Bürogebäude, C: Gebäude, die als Orte für den Empfang der Öffentlichkeit bestimmt sind und D: Handelsgebäude)
- die Belastungskombinationen
- die verschiedenen Kombinations- und Sicherheitsfaktoren (siehe Les Dossiers du CSTC 2018/4.5).

Die Norm schlägt außerdem auch sieben Windexpositionsklassen vor. Jede Klasse umfasst die verschiedenen Kombinationen der Referenzgeschwindigkeit des Windes (23 bis 26 m/s), der Referenzhöhe des Gebäudes und der Rauigkeitskategorie des Geländes (Zone I bis IV), für die der dynamische Spitzendruck $q_p(z_e)$ identisch ist.

In den meisten Fällen sind die im nationalen Anhang der Norm NBN EN 1991-1-4 definierten Windbelastungen bei der Dimensionierung von aus (im Allgemeinen Glas-)Platten bestehenden Außengeländern ausschlaggebend. Im Folgenden überprüfen wir, ob diese Belastungen der Realität gut entsprechen.

Anhand einer digitalen Simulation der Luftströmung um ein Gebäude können die Druckbeiwerte der exponierten Flächen abgeschätzt werden.



Ein Gebäude verringert die Windbelastungen, die am Geländer angreifen.

Wie lassen sich repräsentativere Windbelastungen berücksichtigen?

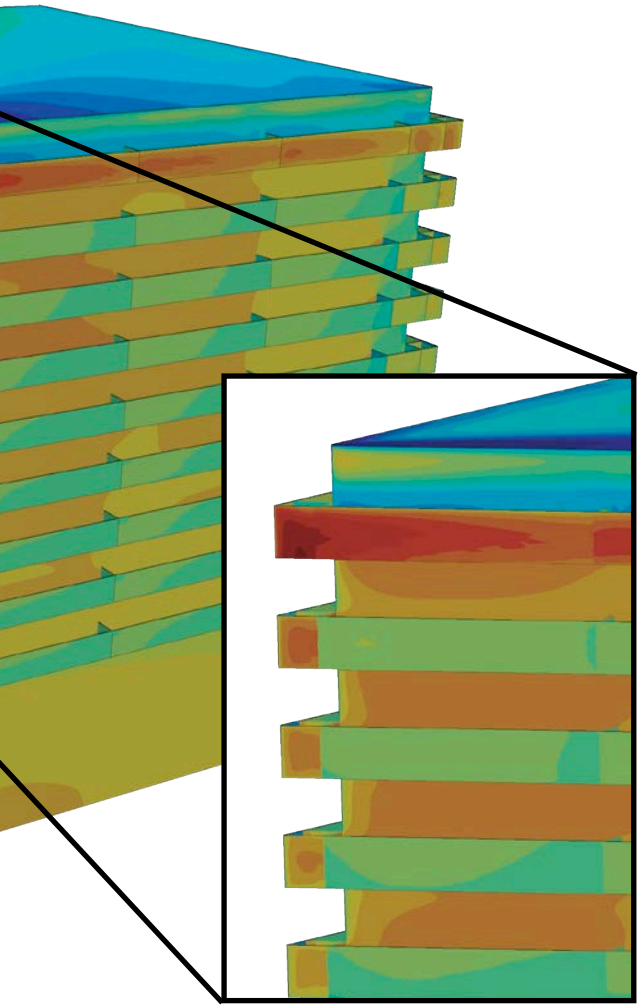
Nach der Norm NBN EN 1991-1-4 wird der zu berücksichtigende Nettowinddruck (w_k) wie folgt berechnet:

$$w_k = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} \cdot c_{prob}^2$$

darin sind:

- $q_p(z_e)$: der **dynamische Spitzendruck**. Dieser wird auf dem höchsten Punkt des Gebäudes ermittelt
- $c_{p,net}$: der **Nettodruckbeiwert**. Die Norm NBN EN 1991-1-4 und ganz speziell ihr nationaler Anhang schreiben bestimmte Druckbeiwerte vor, um die Windbelastungen an Geländern zu berücksichtigen. Im Allgemeinen werden Werte von 2,0 empfohlen
- c_{prob}^2: der **Wahrscheinlichkeitsfaktor**. Dieser berücksichtigt eine angepasste Wiederkehrperiode von 25 Jahren und beträgt 0,9216.

In den meisten Fällen sind die Windbelastungen bei Unterdruck (negativer Wert für $c_{p,net}$) bei der Dimensionierung ausschlaggebend, da sie sich mit den in der Norm NBN B 03-004 definierten Nutzungsbelastungen kombinieren. Was eine ausführlichere Beschreibung der Dimensionierung von Geländern betrifft, verweisen wir auf Les Dossiers du CSTC 2018/4.5.



Das WTB hat einige Untersuchungen angestellt, um die Situationen zu ermitteln, in denen die **Druckbeiwerte verringert** werden könnten. Obwohl Geländer beträchtlichen Windbelastungen unterworfen sein können, sorgt das Gebäude für eine Abnahme dieser Belastungen. Ein Gebäude verringert mit anderen Worten die Windbelastungen, die an den Geländern angreifen und erfüllt somit eine Schutzfunktion für sie. Die Eckbereiche müssen dagegen mit besonderer Aufmerksamkeit behandelt werden, da die Belastungen an diesem Ort intensiver sind.

Um die (un)günstigen Bedingungen genauer definieren zu können, hat das WTB zuerst eine Messkampagne in wahrer Größe auf seinem Versuchsgelände in Limelette durchgeführt. Dazu wurde das ein Versuchsgebäude umgebende Geländer mit Sensoren ausgestattet, um die räumliche Verteilung der Nettodruckbeiwerte während eines Jahres zu registrieren. Auf diese Weise konnten die digitalen Simulationsmodelle validiert werden.

Dann wurde eine digitale Untersuchung realisiert, die sich mehr auf konkrete Situationen konzentrierte. Dabei wurden etwa zwanzig Konfigurationen, darunter Einfamilienhäuser und Appartementhäuser, berücksichtigt. Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht einen der untersuchten Fälle für ein Appartementhaus mit neun Balkonreihen. Hieraus ist ganz deutlich ersichtlich, dass die Eckbereiche und das oberste Geschoss den intensivsten Windbelastungen unterworfen sind.

Dank dieses Ansatzes konnte das WTB **die Auswirkung der Topologie der Geländer** (z.B. Tiefe des Balkons und Vorhandensein von Trennwänden) auf die Windbelastungen untersuchen und einen relevanteren wissenschaftlichen Rahmen zum Bestimmen der Nettodruckbeiwerte liefern. Zur Information: Für die Eckbereiche liegen diese zwischen -1,75 und 1,75. Unter Ausschluss dieser Bereiche liegen diese Beiwerte zwischen -1,0 und 1,5. Auf der Grundlage dieser Simulationen könnte man daher in Erwägung ziehen, die empfohlenen Druckbeiwerte (gegenwärtig 2,0) zu reduzieren. Die schwieriger zu bestimmenden dynamischen Belastungen, die durch die Zunahme der Turbulenz hervorgerufen werden, werden in diesem Artikel dagegen nicht berücksichtigt und müssten Gegenstand einer spezifischen Studie sein.

Anhand dieser Untersuchung konnten die Bedingungen ermittelt werden, unter denen die Position des Geländers in Bezug auf das Gebäude eine Verringerung der Windbelastungen mit sich bringt. Der durch die Norm NBN EN 1991-1-4 und ihren nationalen Anhang empfohlene Wert von 2,0 ist für die Geländer von Balkonen gerechtfertigt, die sich in den Eckbereichen und auf dem obersten Geschoss eines Gebäudes befinden. Mit Ausnahme dieser Fälle könnte der Nettodruckbeiwert ansonsten auf Basis einer zusätzlichen Studie reduziert werden. Es wird momentan eine Methode entwickelt, mithilfe derer sich diese Verringerung abschätzen lässt. ⬟

Putzarbeiten: vor oder nach dem Estrich?

Die Putzarbeiten finden traditionell nach der Installation von Leitungen, Kanälen und Stromkabeln und vor der Ausführung des Fußbodenaufbaus statt. Die Innenputzer stellen sich jedoch die Frage, ob die Phaseneinteilung der Arbeiten nicht reorganisiert werden muss, damit sie den neuen Baumethoden und -anforderungen besser entsprechen.

M. Lignian, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB

Einige erforderliche Anpassungen

In den letzten Jahren mussten die Bauprozesse und -techniken angepasst werden, um zum einen den Energievorschriften – unter anderem bezüglich der Luftdichtheit von Gebäuden – zu entsprechen und zum anderen die neuen Technologien zu integrieren. Denn früher mussten für die speziellen Techniken nur Wasserleitungen und Stromkabel im Boden vorgesehen werden. Gegenwärtig kommen unter anderem auch Fußbodenheizungsrohre, Lüftungskanäle und Kabel für die Domotik hinzu.

In bestimmten Situationen könnte es interessant sein, die **Phaseneinteilung der Arbeiten zu reorganisieren**. Die Tabelle auf der nächsten Seite gibt eine Übersicht über die Risiken, die mit der traditionellen Phaseneinteilung und zwei alternativen Phaseneinteilungen einhergehen. Zur Vereinfachung wurde die erste Phase, nämlich die Installation der speziellen Techniken, nicht berücksichtigt. Eine andere Lösung besteht darin, die speziellen Techniken zwischen den Putzarbeiten und der Dämmung des Bodens auszuführen. Diese Variante wird in diesem Artikel jedoch nicht behandelt.

Vor- und Nachteile einer Reorganisation der Arbeiten

Wie in der Tabelle angegeben, sind das **Risiko eines Sturzes und des Beschädigens** der verschiedenen auf dem Boden vorhandenen speziellen Techniken die Hauptnachteile der traditionellen Phaseneinteilung. Wenn die Ausbauten (z.B. Innenschreinerarbeiten und Fensterbänke) angebracht sind, muss der Innenputzer außerdem häufig ein zweites Mal in den Arbeitsprozess eingreifen, um die Beschädigungen der Oberfläche, die durch die verschiedenen Baugewerke verursacht wurden, zu reparieren und deren Qualität nachzubessern. Obwohl dies auch bei den anderen Phaseneinteilungen der Fall ist, ist das Risiko von Beschädigungen dabei kleiner, da nach den Putzarbeiten weniger Arbeitsprozesse erforderlich sind.

Wir möchten daran erinnern, dass wenn **ein Material eine längere Zeit der Feuchtigkeit** (auch Luftfeuchtigkeit) **ausgesetzt ist**, dies zu einer Schimmelentwicklung, einem Angreifen der Oberfläche oder – in Extremfällen – einer Beschädigung des Putzes führen kann. Die Probleme, die auf den Umstand zurückzuführen sind, dass bei der Aus-

Beträchtliche Behinderung am Boden während der Putzarbeiten.

WTB

Risiken, die mit den verschiedenen Phaseneinteilungen einhergehen (Risikoskala von 0 bis 3, von wenig riskant bis höchst riskant).

In Betracht zu ziehende Vor- und Nachteile		Traditionelle Phasen-einteilung	Alternative Phasen-einteilung Nr. 1	Alternative Phasen-einteilung Nr. 2
		• Putzarbeiten • Dämmung des Bodens • Ausführung des Estrichs	• Dämmung des Bodens • Ausführung des Estrichs • Putzarbeiten	• Dämmung des Bodens • Putzarbeiten • Ausführung des Estrichs
Während der Putzarbeiten	Risiko eines Sturzes	3	1	2
	Risiko der Beschädigung spezieller Techniken	3	0	1
	Risiko der Beschädigung der Dämmung oder des Estrichs	0	3	3
	Anzahl vorzusehender Schutzmaßnahmen	Begrenzt	Hoch	Mittel
Nach den Putzarbeiten	Trocknungsbedingungen des Putzes	Ungünstiger	Günstig	Ungünstiger
	Risiko der Beschädigung des Putzes durch die verschiedenen Baugewerke	3	1	2

führung und der Trocknung des Estrichs viel Feuchtigkeit freigesetzt wird, können vermieden werden, wenn man sich für die erste alternative Phaseneinteilung entscheidet, da die Putzarbeiten dabei zuletzt ausgeführt werden.

Wenn man eine der zwei alternativen Phaseneinteilungen wählt, muss der Innenputzer eine Anzahl ziemlich ungewohnter Schwierigkeiten berücksichtigen und Vorkehrungen treffen. Es betrifft hier hauptsächlich **Schutzmaßnahmen**, die ergriffen werden müssen, um den Fußbodenaufbau nicht zu beschädigen oder zu verschmutzen. So müssten unter die Füße des Gerüstes Druckverteilplatten angebracht werden, um zu vermeiden, dass die Oberfläche des Estrichs beschädigt wird (Alternative Nr. 1) oder dass der gespritzte Polyurethanschaum, der für die Dämmung verwendet wird, durchlöchert wird (Alternative Nr. 2). Um den Estrich nicht zu verunreinigen (z.B. durch Ablagerungen und Staub) und die Haftung des späteren Belags nicht zu beeinträchtigen, muss auch eine Abdeckplane vorgesehen werden.

Bei der alternativen Phaseneinteilung Nr. 1 muss für den Estrich, vor dem Beginn der Putzarbeiten, eine bestimmte **Trocknungszeit** eingehalten werden, um zu vermeiden, dass die Oberfläche des Estrichs beschädigt wird. Gemäß der TI 189 ist das Lagern von Material und Ausrüstung bei zementgebundenen Estrichen nach 15 Tagen zulässig (7 Tage bei anhydritgebundenen Estrichen), sofern diese Last gut verteilt wird und keine Punktlasten auftreten. Eine uneingeschränkte Nutzung ist nach 28 Tagen möglich (15 Tage bei anhydritgebundenen Estrichen).

Vorbedingungen

Bevor der Innenputzer mit den Arbeiten anfängt, muss der Auftraggeber ihm alle nützlichen Angaben im Zusammenhang mit der zu verputzenden Oberfläche liefern. Deren Merkmale werden unter Berücksichtigung der Dicke der verschiedenen Schichten (Niveauausgleich, Dämmung, Estrich, Belag) und des etwaigen Vorhandenseins einer Feuchtigkeitssperre festgelegt.

Es ist nicht zulässig, diese Sperre mit einem kapillaren Material (z.B. einem Putz auf Gipsbasis) zu überbrücken. Dieses Risiko ist bei der Alternative Nr. 1 relativ begrenzt.

Da die Luftdichtheit bei Wänden aus Mauerwerk durch den Innenputz gewährleistet wird, muss man die Durchgängigkeit der Luftsperre an den Mauerfüßen und in Höhe der Durchbohrungen durch die Gebäudehülle (Warmwasser-Verteilleitungen, Heizungsleitungen und Sammler) sicherstellen. Die TI 255 schlägt dafür verschiedene Lösungen vor. Dieser Punkt muss – ungeachtet der Phaseneinteilung – bei der Koordination der Arbeiten berücksichtigt werden.

Was die vorbereitenden Arbeiten und die Vorbedingungen für die Putzarbeiten betrifft, schlagen die TIs 199 und 201 spezifische Empfehlungen vor, die einzuhalten sind, wenn man sich für eine der zwei alternativen Phaseneinteilungen entscheidet.

Koordination und Vorkehrungen

Man kann verschiedene Phaseneinteilungen in Erwägung ziehen, die jeweils ihre Vor- und Nachteile haben. Diese müssen von Fall zu Fall bewertet werden. Im Allgemeinen muss man jedoch darauf achten, dass die verschiedenen Baugewerke gut koordiniert werden. ⬟

WTB

Podotaktile Bodenplatten aus Naturstein: die zu befolgenden Schritte

In den vergangenen zwölf Jahren haben alle Regionen unseres Landes eine eigene Verordnung bezüglich der Zugänglichkeit von öffentlichen Gebäuden und ihrer Umgebung für Personen mit eingeschränkter Bewegungsfähigkeit verfasst. Dieser Artikel geht näher auf die Signalisation von Gefahren und ganz speziell auf die Anwendung sogenannter podotaktiler Bodenplatten ein.

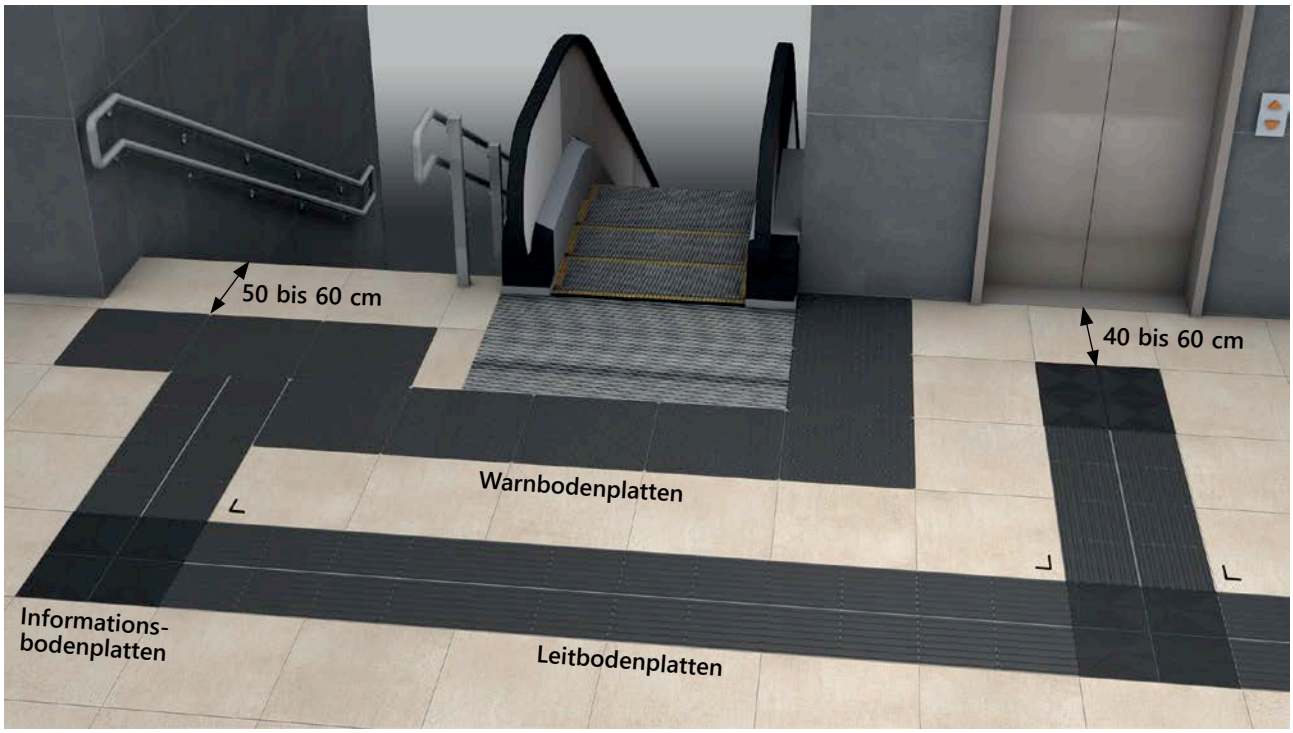
D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums Mineralogie und Mikrostruktur, WTB

Um sich autonom und sicher fortbewegen zu können, benötigen Sehbehinderte Einrichtungen, die ihre Aufmerksamkeit auf Gefahrenzonen (z.B. Treppe, Rolltreppe oder Bahnsteigkante) oder Wartezonen (z.B. Schalter) lenken. Eine der Maßnahmen, die dazu ergriffen werden kann und die im Rahmen des größeren Zusammenhangs von nachhaltiger Bewegungsfähigkeit und Überalterung der europäischen Bevölkerung geschieht, ist die Anwendung von podotaktilen Bodenplatten.

Definition von podotaktilen Bodenplatten

Es handelt sich dabei um Bodenplatten, die ein besonderes Relief aufweisen oder aus einem Material mit einer anderen Farbe bestehen als die des angrenzenden Bodenbelags.

Während podotaktile Bodenplatten früher auf dem belgischen Markt nur aus Beton erhältlich waren, sind seit den letzten zehn Jahren auch neue Produkte, unter anderem aus Naturstein, verfügbar. Wenn die Wahl dieses Naturstein-



1 | Es bestehen verschiedene Typen von podotaktilen Bodenplatten, entsprechend den Informationen, die an den Benutzer zu übermitteln sind.

Podotaktile Bodenplatten müssen gut haften, mit dem Fuß und dem Stock wahrnehmbar und sichtbar sein.

produkts korrekt erfolgt, bietet es mehrere Vorteile, wie z.B.:
- eine gute Verschleißfestigkeit des Reliefs und eine gute Haftung der Leitlinien
- eine gute Verträglichkeit mit den angrenzenden Bodenbelägen (Pflastersteine und Platten aus Beton oder Naturstein, oder sogar Ziegelstein), sofern man sich für Bodenplatten mit der gleichen Dicke wie die schon vorhandenen modularen Elemente entscheidet
- eine gewisse Ästhetik.

Typen von podotaktilen Bodenplatten

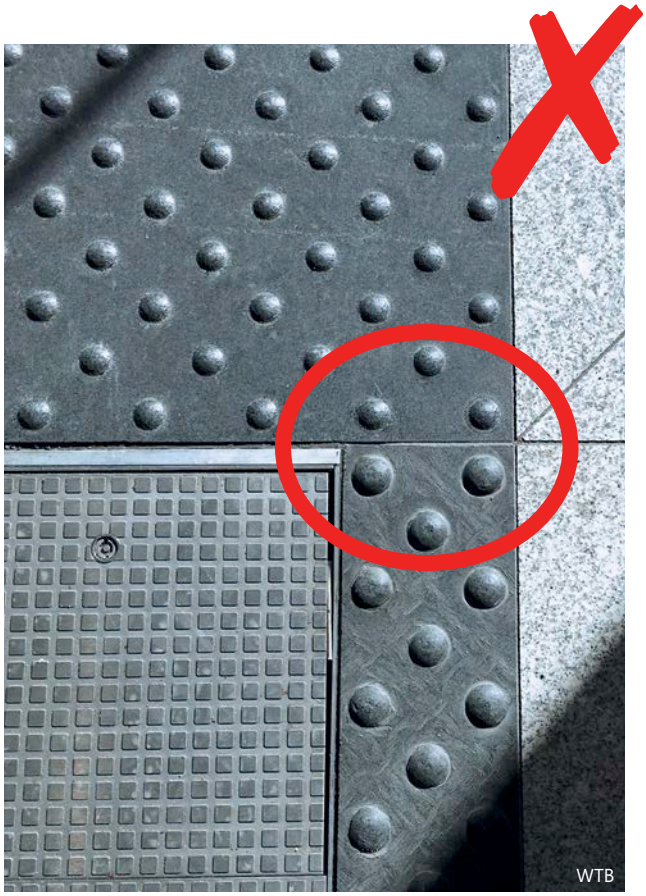
Es gibt gegenwärtig verschiedene Typen von podotaktilen Bodenplatten, die jeweils eine andere Funktion haben (siehe Abbildung 1):
- **Leitbodenplatten** (gerippt), die den Nutzer durch offene Räume, wie z.B. Bahnhöfen oder Einkaufszentren, leiten, wo man schnell die Orientierung verlieren kann
- **Warnbodenplatten** (mit Noppen), die die Aufmerksamkeit auf die Nähe einer Risikozone lenken
- **Informationsbodenplatten** (elastisch), die das Vorhandensein von spezifischen Zonen signalisieren (z.B. Bus-Wartehäuschen oder Aufzug) oder auf eine Richtungsänderung hinweisen.

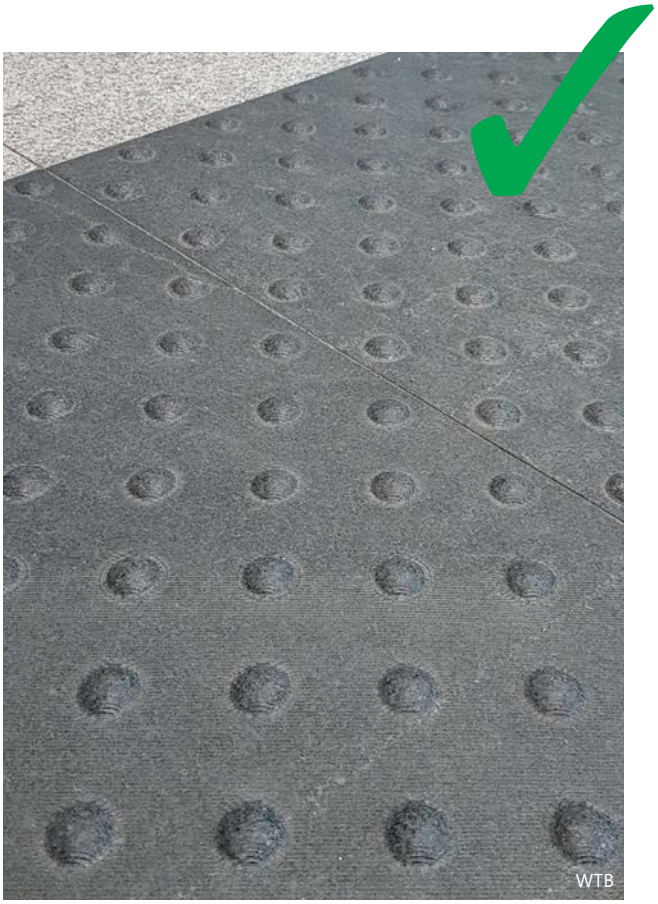
Diese drei Bodenplattentypen müssen gut am Untergrund haften und sowohl mit dem Fuß als auch mit dem Stock wahrgenommen werden können. Sie müssen auch sichtbar sein, indem eine Farbe verwendet wird, die sich vom angrenzenden Bodenbelag unterscheidet.

Was das verwendete Material betrifft, ist Naturstein nur für Leit- und Warnbodenplatten geeignet. Da die Informationsbodenplatten elastisch sein müssen, bestehen sie im Allgemeinen aus Gummi.

Anwendung von podotaktilen Bodenplatten

Der mit der Anwendung der Bodenplatten beauftragte Bauunternehmer muss das Sonderlastenheft einsehen, in





2 | Die Noppen der angrenzenden Bodenplatten müssen genau in einer Linie liegen und die gleichen Abmessungen aufweisen.

dem die mit den Bodenplatten zu belegenden Flächen und der anzuwendende Bodenplattentyp angegeben sind. Falls nicht anders angegeben, muss die Verlegung mit der der angrenzenden Bodenplatten identisch sein und den folgenden Prinzipien genügen:

- Die Bodenplatten müssen so verlegt werden, dass die Reliefelemente ungefähr 0,5 cm über das Niveau des umgebenden Bodens herausragen
- Die Noppen von zwei angrenzenden Bodenplatten müssen in einer Linie liegen (siehe Abbildung 2)
- Man muss darauf achten, dass die Verlegelinie der Warnbodenplatten immer senkrecht zu der der Leitbodenplatten ist
- Die Leitbodenplatten dürfen auf keinen Fall zu einer Rolltreppe führen. In dem Fall müssen Warnbodenplatten vorgesehen werden
- Die Warnbodenplatten sind so zu verlegen, dass sie sich 40 cm von der Bahnsteigkante, 60 cm von der ersten Treppenstufe und direkt anliegend an der Platte des Rolltreppenmechanismus befinden
- Vor einer Aufzugstür muss in einem Abstand von 40 bis 60 cm eine Informationsbodenplatte verlegt werden.

Die Tabelle A gibt eine Übersicht über einige regionale Unterschiede bezüglich der Verlegung von Warnbodenplatten bei Treppen.

A | Regionale Unterschiede bezüglich der Verlegung von Warnbodenplatten (mit Noppen) bei Treppen.

Eigenschaften der Bodenplatten	Flandern	Region Brüssel-Hauptstadt	Wallonien
Lage	Oben an der Treppe	Oben an der Treppe	Oben und unten an der Treppe
Breite	Breite des Hindernisses	–	Breite des Hindernisses
Tiefe	60 cm	60 cm	60 cm
Abstand in Bezug auf die Risikozone	60 cm entfernt von der ersten Stufe	50 cm entfernt von der ersten Stufe	60 cm entfernt von der ersten Stufe

Jedes angewendete podotaktile Bodenmaterial muss den selben Dauerhaftigkeitsanforderungen wie der Rest des Bodenbelags genügen, insbesondere in Bezug auf die Verschleißfestigkeit und die Frostbeständigkeit (siehe TI 228, §§ 4.5.1 und 4.5.2).

Die Höhe, die Breite und der Mittenabstand der Rippen und Noppen müssen im Sonderlastenheft definiert werden. Als Nachschlagewerke kann man auch die folgenden Dokumente heranziehen: das Vademekum ‚Piétons' für die Region Brüssel-Hauptstadt, das Vademekum ‚Toegankelijk publiek domein' für Flandern und die Technischen Spezifikationen CEN/TS 15209 für Wallonien. Dieses letzte Dokument und die eher in Frankreich angewendete Norm ISO 21542 definieren die Dimensionseigenschaften genauer.

Die Tabelle B gibt eine Übersicht über die wichtigsten Dimensionseigenschaften der Bodenplatten in Abhängigkeit der Region und des verwendeten Referenzdokuments. ⬟

B | Die wichtigsten Dimensionseigenschaften der Bodenplatten in Abhängigkeit der Region und des verwendeten Referenzdokuments.

Eigenschaften der Bodenplatten	Flandern (Vademekum)	Region Brüssel-Hauptstadt (Vademekum)	Wallonien	
			CEN/TS 15209	ISO 21542
Leitbodenplatten (gerippte Platten)				
Relieftyp oder Farbe	Farbe, definiert im Lastenheft (Standardvorgabe: Weiß)	–	R1 (Rippen)	–
Breite der Seiten	550 bis 650 mm	–	550 bis 650 mm	• Breite 1: > 270 mm • Breite 2: > 250 mm
Abstand zwischen den Bodenplatten	–	–	–	> 30 mm
Höhe der Rippen	4,5 bis 5,5 mm	4,5 bis 5,5 mm	–	4 bis 5 mm
Breite der Rippen, oben gemessen	–	–	–	17 bis 30 mm
Breite der Rippen, unten gemessen	16 bis 20 mm	16 bis 18 mm	–	10 bis 11 mm breiter als oben
Abstand zwischen den Rippen	18 bis 30 mm	18 bis 20 mm	–	–
Warnbodenplatten (Noppenplatten)				
Relieftyp oder Farbe	Farbe, definiert im Lastenheft (Standardvorgabe: Weiß)	–	B2a, B2b (Noppen)	–
Höhe der Noppen	4,5 bis 5,5 mm	4,5 bis 5,5 mm	–	3 bis 5 mm
Durchmesser der Noppen, oben gemessen	–	–	–	12 bis 25 mm
Durchmesser der Noppen, unten gemessen	23 bis 27 mm	23 bis 27 mm	–	22 bis 35 mm (± 1 mm)
Mittenabstand zwischen den Noppen	50 bis 60 mm	50 bis 60 mm	–	Proportional zum Durchmesser ihres Oberteils

Die Verlegung von Zementfliesen: einige zu ergreifende Vorsichtsmaßnahmen

In der letzten Zeit befinden sich Zementfliesen als Innenbodenbelag wieder im Aufwind. Da solche Fliesen auf handwerkliche Weise gefertigt werden und häufig ein Muster aufweisen, erfordern sie eine besondere Verlegung und Behandlung. Es ist somit höchste Zeit, auf einige spezifische Richtlinien für diese Fliesen aufmerksam zu machen.

T. Vangheel, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB
J. Van Den Bossche, Ing., Senior-Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB

Vorbereitende Arbeiten

Wenn die Fliesen gemäß einem bestimmten Muster verlegt werden müssen, ist es erforderlich, zuvor einen **Verlegeplan** zu erstellen. Um das Muster gut zur Geltung kommen zu lassen, arbeitet man am besten von der Mitte des Raumes (Symmetrieachse) oder von den Dehnungsfugen aus.

Der Untergrund muss **sauber, fettfrei, ausreichend eben und trocken** (Massenfeuchtigkeitsgehalt ≤ 4 %) sein. Denn ein feuchter Untergrund erhöht das Risiko von Ausblühungen an der Fliesenoberfläche und des Krümmens der Fliesen.

Um eine gute Haftung sicherzustellen ist es auch wichtig, vor der Verlegung die Zementfliesen zu reinigen und zu entstauben.

Verlegung der Fliesen

Während früher Zementfliesen in der Regel im Mörtel oder direkt im frischen Estrich verlegt wurden, empfehlen die Fliesenhersteller gegenwärtig die Fliesen auf einem gehärteten Estrich **zu verkleben**. Diesbezüglich wählt man am besten einen flexiblen, für Naturstein geeigneten Kleber (z.B. einen weißen zementgebundenen Kleber der Klasse S1 oder S2, siehe Les Dossiers du CSTC 2012/3.11), um das Risiko der Fleckenbildung zu reduzieren. Angesichts ihrer handwerklichen Herstellung muss man berücksichtigen, dass Zementfliesen recht große Maßabweichungen aufweisen können. So können manche Fliesen sich hinsichtlich der Dicke um ungefähr 1 bis 1,5 mm unterscheiden. Um eine ausreichende Kontaktfläche zwischen den Fliesen und dem Kleber zu erhalten (mindestens 80 %), wird empfohlen, mit einem beidseitigen Kleberauftrag zu arbeiten oder einen Mittel- oder Dickbettkleber einzusetzen. Der Kleber wird im Allgemeinen mit einem Zahnspachtel mit einer Zahnung von 6 bis 10 mm aufgetragen.

Die Fliesen müssen **mit der Hand positioniert und angedrückt** werden. Es darf auf keinen Fall ein Hammer zum Festklopfen der Fliesen verwendet werden. Denn dadurch könnten sie brechen. Da die Abweichungen in Bezug auf die Länge und die Breite der Fliesen in der Regel begrenzt sind, können diese mit einer schmalen Fuge (ca. 2 mm) verlegt werden, wodurch das Muster schön zur Geltung kommt.

Nach der Verlegung müssen die Fliesen schnellstmöglich mit sauberem Wasser **gereinigt** werden. Angesichts der

Angesichts ihrer beträchtlichen Porosität müssen Zementfliesen imprägniert werden, um sie gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz zu schützen.

beträchtlichen Porosität von Zementfliesen (≤ 10 %), ist es wichtig, das Reinigungswasser regelmäßig zu erneuern, um eine Fleckenbildung in den Fliesen zu vermeiden.

Verfugen

Wenn der Fliesenbelag ganz trocken ist, kann er verfugt werden. Dazu ist es zweckmäßig, einen **Fugenmörtel** zu wählen, der für Naturstein geeignet ist und in einer geringen Breite aufgetragen werden kann. Die Verwendung von pigmentierten Fugen muss vermieden werden, da diese zur Fleckenbildung in den Fliesen führen könnte.

Der überschüssige Mörtel, der auf den Fliesen vorhanden ist, muss mit regelmäßig erneuertem sauberem Wasser entfernt werden. Etwaige Ausblühungen oder andere Flecken müssen beseitigt werden, indem die Fliesenoberfläche leicht geschliffen wird und/oder ein geeignetes pH-neutrales Reinigungsmittel zur Anwendung kommt (die Verwendung von sauren Reinigungsmitteln ist untersagt). Dabei empfiehlt es sich, einerseits bei dem Fliesenhersteller und/oder einem spezialisierten Hersteller von Reinigungsmitteln um Rat zu fragen und andererseits das Mittel zuerst an einer nicht verlegten Fliese und/oder einem weniger sichtbaren Ort auszuprobieren.

Behandlung der Fliesen

Angesichts seiner beträchtlichen Porosität muss der Fliesenbelag zum Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz **imprägniert** werden. Zum Zeitpunkt des Imprägnierens müssen die Fliesen ganz trocken und sauber sein. Um zu kontrollieren, ob der Fliesenbelag trocken ist, kann man abends einen Teil von ihm mit einer Plastikfolie abdecken und diese am Umfang mit einem geeigneten, nicht fleckenbildenden Klebeband zur Abdichtung festkleben. Wenn man am nächsten Morgen feststellt, dass sich an der Unterseite der Folie Kondenswassertropfen gebildet haben, dann ist dies ein Zeichen dafür, dass der Boden noch feucht ist und dass man somit noch etwas warten muss, bevor man das Imprägnieren der Fliesen vornimmt.

Das Imprägniermittel muss bis zur Sättigung der Fliesen aufgetragen werden. Die überschüssige Menge an Imprägniermittel muss sofort mit einem trockenen Tuch von der Fliesenoberfläche entfernt werden, um zu vermeiden, dass auf der Oberfläche Zonen mit einem unterschiedlichen Farbton entstehen.

Pflege

Für die in regelmäßigen Abständen erfolgende Pflege des Bodens muss man spezifische Pflegemittel einsetzen, die den Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz aufrechterhalten. Auch dabei ist die Verwendung von sauren Reinigungsmitteln untersagt. ⬟

Bemerkung

Die in diesem Artikel besprochenen Richtlinien müssen als allgemein geltende Empfehlungen betrachtet werden. Folglich empfiehlt es sich immer, die spezifischen Verlegerichtlinien des Fliesenherstellers zu befolgen. So empfehlen manche Hersteller, die Fliesen vor dem Verlegen oder dem Verfugen schon ein erstes Mal zu imprägnieren. In dem Fall muss der Boden ganz trocken sein.

Impermo

Wie die geeignete Beschichtung für die Feuchtigkeitssperre wählen?

Bei der Verlegung eines Bodenbelags kann es interessant sein, auf den Estrich eine feuchtigkeitssperrende Beschichtung aufzubringen. Dadurch kann der Bodenbelag auf einem feuchten Estrich angebracht werden. Solche Beschichtungen (*Coatings*) können jedoch nicht verhindern, dass ein Feuchtigkeitstransport auftritt, was beim Vorhandensein eines feuchtigkeitsempfindlichen Klebers problematisch sein kann.

E. Nguyen, Ir., Projektleiter, Laboratorium Holz und Coatings, WTB
E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Holz und Coatings, WTB

Eigenschaften

Die auf dem Markt erhältlichen *Coatings* bestehen in der Regel aus Epoxidprimern mit zwei oder drei Komponenten. Obwohl es keine einzige derzeitige Norm gestattet, die inhärenten Eigenschaften dieser Produkte zu bewerten, könnte man davon ausgehen, dass sie unter die Normen NBN EN 1504-2 oder NBN EN 13813 fallen, die jeweils Schutzbeschichtungen für Beton und Estrichmaterialien behandeln. Im Rahmen einer pränormativen Studie hat das WTB die wichtigsten Leistungen von drei Produkten bewertet. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die erhaltenen Ergebnisse.

Wir können feststellen, dass die untersuchten Beschichtungen eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Ihr Wasserdampfdiffusionswiderstand ist dagegen relativ hoch, obwohl er noch unter der einer echten Dampfsperre liegt (µd oder Sd > 25 m).

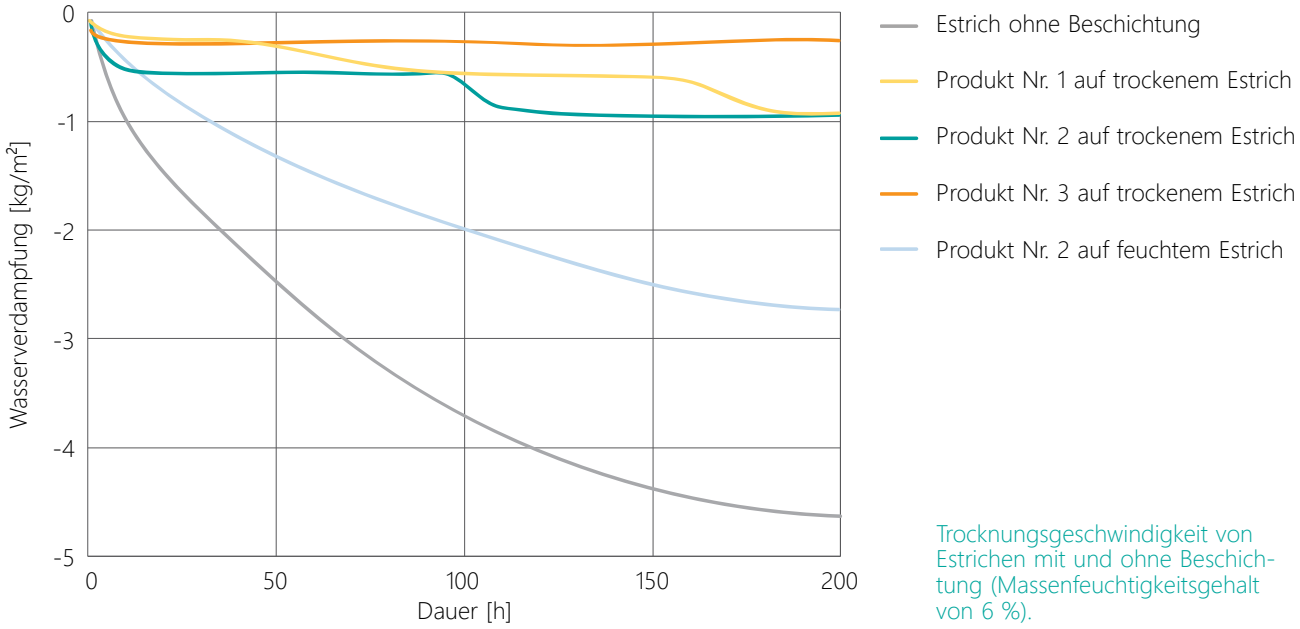
Verhalten auf einem feuchten Untergrund

Die Einsatzgrenzen der untersuchten *Coatings* werden nicht immer klar beschrieben. Außer für das Produkt Nr. 3, dessen Effizienz für Estriche mit einem Massenfeuchtigkeitsgehalt bis 6 % garantiert ist, raten die technischen Merkblätter der anderen Produkte deren Einsatz nur auf Untergründen mit Wasserstagnation an der Oberfläche ab.

Die *Coatings* wurden auf **trockene Estriche** (Feuchtigkeitsgehalt < 3 %) aufgebracht. Sobald das Produkt trocken und ausgehärtet war, wurden die Estriche befeuchtet, bis sie einen Feuchtigkeitsgehalt von 6 bis 8 % erreicht hatten (Simulation zufälliger Feuchtigkeitsinfiltrationen). Mit Ausnahme der Fläche, auf der die Beschichtung aufgebracht wurde, wurden alle Flächen des Estrichs mithilfe von Visqueen-Folien wasserdicht gemacht. Ferner wurde die Trocknung unter den Umgebungsbedingungen verfolgt. Die im Diagramm auf der nächsten Seite dargestellten

Haupteigenschaften der drei geprüften Beschichtungen.

Eigenschaften	Produkt Nr. 1	Produkt Nr. 2	Produkt Nr. 3
Art	Mörtel mit drei Komponenten	Epoxidprimer mit drei Komponenten	Epoxidprimer mit zwei Komponenten
Auftragungsart	Eine Schicht von mindestens 2 mm Dicke, aufgetragen mit einer Metallspachtel	Zwei Schichten, aufgetragen mit einer Rolle	Zwei Schichten, aufgetragen mit einer Rolle
Produktverbrauch	4.500 g/m²	• 400 bis 500 g/m² (Schicht 1) • 400 bis 500 g/m² (Schicht 2)	• ca. 350 g/m² (Schicht 1) • ca. 250 g/m² (Schicht 2)
Wasserdurchlässigkeit (w)	0,04 kg/(m².h^{0,5})	0,006 kg/(m².h^{0,5})	0,03 kg/(m².h^{0,5})
Wasserdampfdiffusionswiderstand (µd oder Sd)	1 m	1,3 m	4,7 m



Trocknungsgeschwindigkeit von Estrichen mit und ohne Beschichtung (Massenfeuchtigkeitsgehalt von 6 %).

Ergebnisse zeigen, dass die Trocknung des Estrichs durch das Vorhandensein der Beschichtung stark verlangsamt wird. So stabilisiert sich die Wasserverdampfung bei einem Estrich ohne Beschichtung nach acht Tagen auf etwa 5 kg/m², während sie bei einem Estrich mit Beschichtung 1 kg/m² nicht überschreitet.

Anschließend wurden die Beschichtungen auf **feuchten Estrichen** mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 6 % aufgebracht (Simulation einer Aufbringung auf einem feuchten Untergrund). Dabei wurde für das Verfolgen der Trocknung das gleiche Protokoll eingehalten. Dem technischen Merkblatt zufolge darf man das Produkt Nr. 3 nach 8 Stunden begehen. Für die zwei anderen Produkte ist dies nach 24 Stunden gestattet. Nach dem Ablauf dieser Zeit konnten wir feststellen, dass:

- die Produkte Nr. 1 und 3 die Trocknung des Estrichs beträchtlich verlangsamen
- beim Produkt Nr. 2 eine beachtliche Menge an Feuchtigkeit weiterhin die Beschichtung passiert. Was nichts anderes bedeutet, als dass die Aushärtung und die Leistungen dieser Beschichtung wahrscheinlich durch das Vorhandensein von Feuchtigkeit im Estrich beeinflusst wurden.

Haftung von Bodenbelägen

Die Wirksamkeit der Beschichtungen bezogen auf die Haftung eines elastischen Bodenbelags wurde auf Estrichen mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 6 und 8 % bewertet. Dazu wurde auf diesen Estrichen zuvor eine Beschichtung aufgebracht, die unter idealen Bedingungen aushärten konnte. Danach wurden die Estriche befeuchtet und durch Kleben mit einem PVC-Belag versehen. Die Haftung des Belags wurde nach sieben Tagen bewertet, das heißt nach dem Zeitraum von drei Tagen, die der Kleber braucht, um seine maximale Festigkeit zu erreichen. Diese Ergebnisse wurden schließlich mit denen verglichen, die für einen trockenen Estrich erhalten wurden.

Bei allen geprüften Beschichtungen konnte eine **Verringerung der Haftung** festgestellt werden:

- Für die Estriche mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 6 % beträgt diese Verringerung etwa 25 % für das Produkt Nr. 3 und 90 % für die zwei anderen Produkte
- Auch für die Estriche mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 8 % ist die Haftung für die Produkte Nr. 1 und 2 sehr gering. Für das Produkt Nr. 3 lässt sich eine Verringerung um fast 75 % verzeichnen. Dieses Verhalten wird zweifellos durch eine beträchtliche Verlangsamung der Aushärtung des feuchtigkeitsempfindlichen Klebers hervorgerufen, die darauf zurückzuführen ist, dass noch zu viel Feuchtigkeit die Beschichtung passiert.

Noch zu definierende Einsatzgrenzen

Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass die geprüften Beschichtungen hauptsächlich zur Folge haben, dass sich die Verdampfung des im Estrich vorhandenen Wassers verlangsamt. In welchem Maße dies erfolgt, ist von den Produktleistungen abhängig. Man muss jedoch den Umstand berücksichtigen, dass:

- die Leistungen der Beschichtungen beeinträchtigt werden, wenn zum Zeitpunkt ihrer Anwendung zu viel Feuchtigkeit im Untergrund vorhanden ist
- die Beschichtungen feuchtigkeitsempfindlichen Klebern, wie jenen, die bei der Verlegung von elastischen Bodenbelägen angewendet werden, keinen Schutz bieten.

Die Einsatzgrenzen müssten somit besser definiert werden. Zur Ergänzung der Studienergebnisse wird diesbezüglich noch eine eingehendere Untersuchung durchgeführt werden. ⬟

Wärmerückgewinner: ihre Leistungen auf die Probe gestellt

Neben der bedarfsgesteuerten Lüftung ist das reglergesteuerte Be- und Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung eine der gängigsten Techniken zur Begrenzung der durch die Lüftung bedingten Wärmeverluste. Der Wirkungsgrad des eingesetzten Wärmetauschers hat dennoch einen großen Einfluss auf die Gesamtleistung dieses Lüftungstyps. Welchen Wirkungsgrad darf man unter realen Bedingungen erwarten?

S. Pecceu, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB
S. Caillou, Dr. Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Heizung und Lüftung, WTB

Das Prinzip eines reglergesteuerten Be- und Entlüftungssystems beruht auf einer mechanischen Luftzufuhr und -abfuhr (System D nach der Norm NBN D 50-001). Da diese Systeme in der Regel mit einem Wärmetauscher ausgestattet sind, spricht man auch von Wärmerückgewinnungssystemen.

Die den Feuchträumen entzogene Warmluft wird verwendet, um die frische Außenluft mithilfe eines Wärmetauschers vorzuwärmen. Diese vorgewärmte Frischluft wird anschließend in die trockenen Räume des Gebäudes geblasen. Dank dieser Technik werden die durch die Lüftung bedingten Wärmeverluste begrenzt und der Energieverbrauch für die Heizung verringert. Eine andere Technik, die in diesem Zusammenhang häufig angewendet wird, ist die bedarfsgesteuerte Lüftung.

1 | Beispiel für ein reglergesteuertes Be- und Entlüftungssystem.

WTB

Der Wirkungsgrad von Wärmerückgewinnern lässt sich durch Laborversuche bestimmen, die unter standardisierten Bedingungen durchgeführt werden. Das WTB hat seinerseits den Wirkungsgrad von mehreren Wärmerückgewinnern unter realen Bedingungen *in situ* messen können.

1 Bewertung der Leistungen

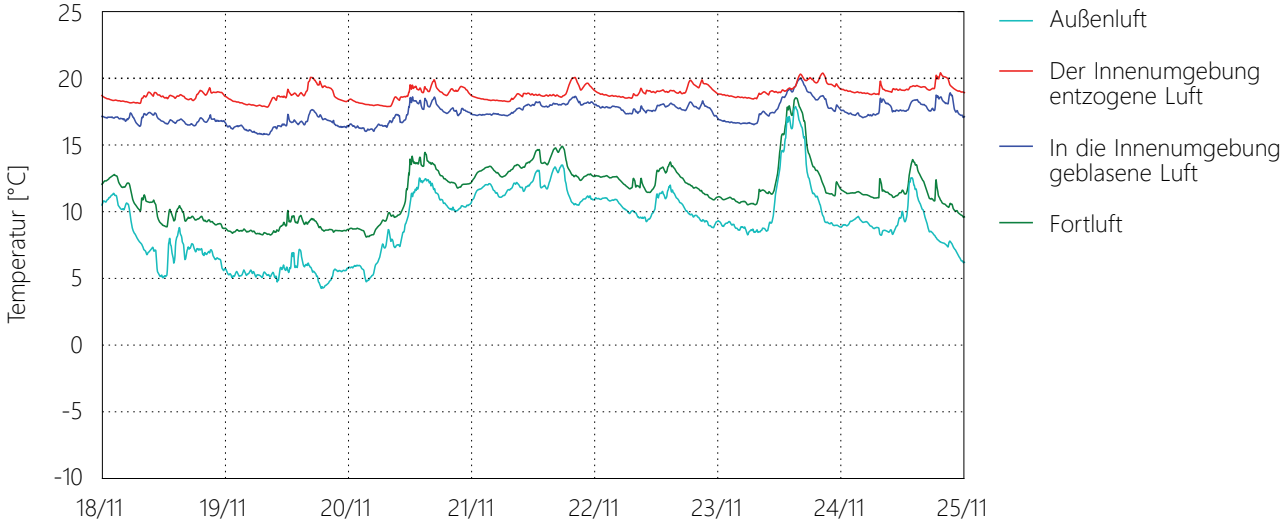
Die Gesamtenergieleistungen des Lüftungssystems können bewertet werden hinsichtlich:

- des **Wirkungsgrads des eigentlichen Lüftungsaggregats**: Sind die *In-situ*-Ergebnisse mit denen der Laborversuche vergleichbar?
- der **Gesamteffizienz**: Welche Elemente haben einen Einfluss auf die Leistungen der kompletten Anlage?

2 Vor Ort gemessener Wirkungsgrad der Lüftungssysteme

Das Diagramm auf der nächsten Seite stellt die Temperaturen dar, die während einer Woche an den Ein- und Ausgängen von einem der geprüften Systeme gemessen wurden. Daraus geht hervor, dass der auf Basis dieser Temperaturen berechnete Wirkungsgrad während des betreffenden Zeitraumes relativ konstant bleibt: er beträgt 80 % (gegenüber 84 % im Labor). Der Unterschied ist somit recht klein.

Für die meisten der in der Messkampagne untersuchten Lüftungsaggregate liegt der Wirkungsgrad zwischen 70 und 90 %. Im Allgemeinen kommen die Ergebnisse vor



2 | Temperaturen, die während einer Woche an den Ein- und Ausgängen von einer der geprüften Anlagen gemessen wurden.

Ort denen, die im Labor gemessen wurden, sehr nahe. Die Langfassung dieses Artikels wird darauf näher eingehen.

3 Faktoren, die die Gesamteffizienz des Systems beeinflussen

Die Gesamteffizienz der Wärmerückgewinnung ist nicht auf den thermischen Wirkungsgrad des Wärmerückgewinners begrenzt. Im Folgenden werden einige wesentliche Faktoren besprochen, die einen direkten Einfluss auf die Leistungen und daher auch auf die Energieeinsparung auf der Gebäudeebene haben können.

3.1 Ungleichgewicht zwischen den Abluft- und Zuluftvolumenströmen

In dem Maße wie das Ungleichgewicht zwischen den Abluft- und Zuluftvolumenströmen zunimmt, verringert sich der Wirkungsgrad. Wenn der Wirkungsgrad eines Wärmetauschers im Gleichgewicht 80 % und das Ungleichgewicht zwischen den Volumenströmen 20 % beträgt (z.B. 200 m³/h beim Abführen und 250 m³/h beim Einblasen), wird der letztendliche *In-situ*-Wirkungsgrad gleich 64 % sein.

Folglich ist es empfehlenswert, die Abluft- und Zuluftvolumenströme beim Entwurf aufeinander abzustimmen und ein Ausgangsgleichgewicht zwischen beiden sicherzustellen, indem die Volumenströme bei der Inbetriebnahme eingestellt werden (siehe TI 258). Um dieses Gleichgewicht auch nach einer gewissen Zeit aufrechtzuerhalten, werden bestimmte Lüftungssysteme mit einem automatischen Regelsystem ausgestattet, das außerdem bei der PEB-Berechnung valorisiert wird (siehe www.epbd.be und die Langfassung dieses Artikels).

3.2 Dämmung von bestimmten Luftkanälen

Dadurch, dass ‚kalte' Kanäle durch beheizte Räume oder ‚warme' Kanäle durch nichtbeheizte Räume hindurchgeführt werden, verringert sich die Gesamteffizienz der Wärmerückgewinnung. So können durch einen 3 m langen, nicht gedämmten Kanal mit einem Durchmesser von 200 mm in einer typischen Anlage (Volumenstrom von 250 m³/h) 10 % der rückgewinnbaren Energie verloren gehen.

Folglich wird wärmstens empfohlen, bestimmte Kanäle zu dämmen. In der TI 258 werden dafür einige praktische Lösungen vorgeschlagen. Die Technischen Spezifikationen STS P 73-1 beschreiben ihrerseits verschiedene Dämmklassen und die dazugehörigen Dämmdicken.

3.3 Luftdichtheit der Kanäle

Das Vorhandensein von Lecks hat zur Folge, dass ein Teil der vorgewärmten Luft innerhalb des geschützten Volumens des Gebäudes verloren gehen kann und/oder dass die Lufterneuerung in bestimmten Räumen nicht gewährleistet ist. Es ist daher ebenfalls erforderlich, luftdichte Kanäle anzuwenden. Auch dafür werden praktische Lösungen in der TI 258 vorgestellt.

3.4 Schutzsysteme gegen Gefrieren

Der Wärmetauscher wird mithilfe eines Bypasses oder eines Heizwiderstandes gegen Gefrieren geschützt. Dieser Schutz kann jedoch die Gesamteffizienz des Systems leicht verringern. In einer Region mit einem mittleren Klima wird dieser Wirkungsgradverlust bezogen auf ein Jahr auf ungefähr 5 % geschätzt. ⬟

Via CSTC-Mail bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2019/2.10

Wie dimensioniere ich meine Anlage für die Sanitärwarmwasser-Erzeugung?

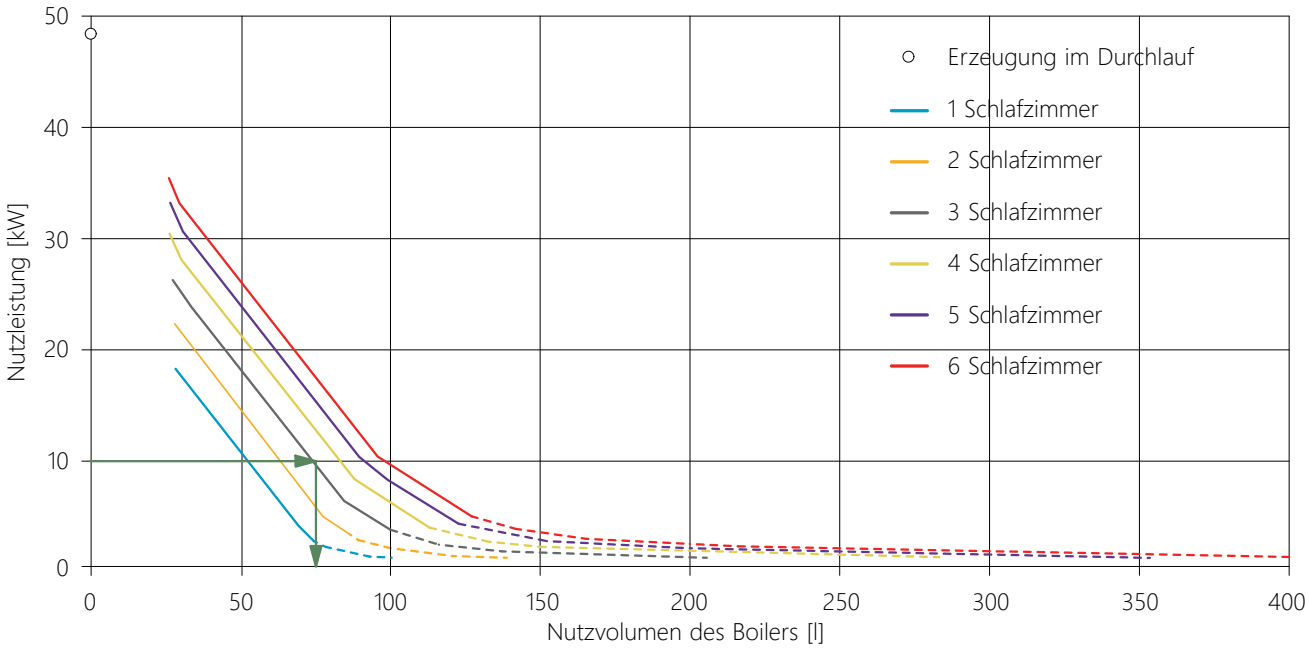
Es ist nicht so einfach, eine Anlage für die Sanitärwarmwasser-Erzeugung korrekt zu dimensionieren. So muss man einerseits den gewünschten Komfort gewährleisten und dem Bedarf der Nutzer entsprechen, wodurch sie häufig überdimensioniert wird. Andererseits wird es stets wichtiger, energiesparende Anlagen zu entwerfen, was dagegen eine bestmögliche Dimensionierung erfordert.

B. Bleys, Ir., Leiter des Laboratoriums Wassertechniken, WTB

Typen der Sanitärwarmwasser-Erzeugung

Wir unterscheiden zwei Typen der Sanitärwarmwasser-Erzeugung:

- die Erzeugung im **Durchlauf**, bei der das Warmwasser zum Zeitpunkt der Entnahme erzeugt und nicht gespeichert wird. Solche Anlagen werden auf Basis des Spitzendurchflusses dimensioniert, der von dem Gebäudetyp und der darin vorhandenen Sanitärausrüstung abhängig ist, und erfordern höhere Leistungen als Geräte mit Speicherung
- die Erzeugung mit **Speicherung in diverser Form**. Solche Anlagen sind mit einem integrierten oder separaten Speichertank versehen, wodurch sie bei der Deckung des gleichen Verbrauchs eine niedrigere Leistung erfordern. Diese Geräte werden auf Basis des Gebäudetyps, der darin vorhandenen Sanitärausrüstung und der Anzahl der Personen, die die Anlage nutzen werden, dimensioniert. Da diese Anzahl während der Lebensdauer der Anlage häufig variiert, ist es empfehlenswert, eine Abschätzung der maximalen Belegung (z.B. auf Basis der Anzahl der Schlafzimmer in der Wohnung) vorzunehmen.



PV-Kurven für ein Einfamilienhaus mit einem Badezimmer und für Wasser von 60 °C.

Zu verwendende Dimensionierungsmethoden

Bis vor kurzem gab es in Belgien keine Norm für die zu verwendende Dimensionierungsmethode. Ende 2017 änderte sich das mit der Veröffentlichung der Norm NBN EN 12381-3. Da die in dieser Norm angegebenen Standardwerte jedoch nicht immer zu einer genauen Dimensionierung führen, muss die Norm um einen nationalen Anhang ergänzt werden.

In Erwartung dieses Anhangs können die Anlagen dimensioniert werden nach:

- der Norm **DIN 1988-300**, für die Erzeugung von sanitärem Warmwasser im Durchlauf. Denn durch eine kürzliche WTB-Messkampagne wurde nachgewiesen, dass die nach der Methode dieser Norm berechneten Spitzendurchflüsse für Appartementhäuser den tatsächlich gemessenen Durchflüssen am nächsten kommen (siehe Les Dossiers du CSTC 2013/3.14). Diese Norm sieht recht hohe Spitzendurchflüsse und Leistungen für Einfamilienhäuser vor. Die nach der Norm NBN EN 12831-3 berechneten Spitzendurchflüsse liegen jedoch noch viel höher
- der Norm **DIN 4708-2**, für die Erzeugung von sanitärem Warmwasser mit Speicherung. Die Methode dieser Norm gilt bisher in Deutschland und wird auch in Belgien häufig verwendet.

PV-Kurven für Einfamilienhäuser

Um eine Anlage für die Sanitärwarmwasser-Erzeugung zu dimensionieren, muss man die **notwendige Nutzleistung (P)** des Erzeugungsgeräts (d.i. die Menge an Warmwasser, die pro Zeiteinheit von der Anlage abgegeben wird) und gegebenenfalls das **Nutzvolumen (V)** eines Boilers (*) (d.i. das Volumen, das immer auf Temperatur gehalten wird) bestimmen. Alle Kombinationen von Leistung und Volumen, die es ermöglichen, einem spezifischen Sanitärwarmwasserbedarf zu entsprechen, bilden zusammen eine PV-Kurve (siehe Abbildung auf der vorherigen Seite). Solche PV-Kurven lassen sich verwenden, um die Leistung für die Erzeugung von sanitärem Warmwasser auf die Leistung abzustimmen, die für die Raumheizung erforderlich ist, und zwar durch Anpassen des Speichervolumens. Auf diese Weise wird der Kessel nicht überdimensioniert.

Auf Basis der Normen DIN 4708-2 und DIN 1988-300 wurden PV-Kurven berechnet für Einfamilienhäuser mit einer Standardausstattung (ein bis sechs Schlafzimmern, einem Badezimmer mit einer Dusche oder Badewanne und einem Waschbecken sowie einem Spülbecken in der Küche) und für eine Wassertemperatur von 60 °C.

Die PV-Kurven geben Folgendes an:

- die Nutzleistung für die Erzeugung von sanitärem Warmwasser im Durchlauf (kleiner Kreis auf der senkrechten Achse im Diagramm)
- die Nutzleistung in Abhängigkeit des Nutzvolumens des Boilers und der Anzahl an Schlafzimmern.

Rechenbeispiel

Wir gehen von einem Einfamilienhaus mit drei Schlafzimmern aus. Um dieses Haus zu heizen, ist eine **Nutzleistung von 10 kW** erforderlich. Im Diagramm auf der vorherigen Seite kann man ablesen, dass diese Leistung auch für die Erzeugung von sanitärem Warmwasser ausreicht, sofern keine Zirkulationsleitungen für sanitäres Warmwasser vorhanden sind und man einen Boiler mit einem **Nutzvolumen von 75 l** installiert. Wenn man sich für einen Boiler entscheidet, bei dem sich der Temperatursensor in der Mitte befindet, ist ein **reales Volumen von 150 l** erforderlich.

Wenn der Schnittpunkt von der Nutzleistung und dem Nutzvolumen im Diagramm auf einer PV-Kurve liegt, bedeutet dies, dass das Gerät für die Deckung des Bedarfs an sanitärem Warmwasser der betreffenden Wohnung gut dimensioniert ist. Wenn er darüber liegt, ist es überdimensioniert und umgekehrt. Die Methode der Norm DIN 4708-2 wurde außerdem auf größere Volumen extrapoliert, um sie beispielsweise auch bei Wärmepumpen mit einer begrenzten Leistung anwenden zu können (siehe gestrichelte Linien).

Umrechnung in reale Werte von Leistung und Volumen

Das Nutzvolumen des Boilers muss auf das reale Boilervolumen umgerechnet werden, und zwar unter Berücksichtigung des Orts des Temperatursensors, der die Einschaltung der Wasserheizung steuert. So muss das Nutzvolumen eines Boilers, bei dem sich der Temperatursensor in der Mitte befindet und von dem nur die obere Hälfte ständig auf Temperatur gehalten wird, verdoppelt werden, um das reale Volumen zu erhalten.

Das Nutzvolumen muss außerdem noch so erhöht werden, dass die Stillstandsverluste (Standardvorgabewert vom Anhang B der Norm NBN EN 12381-3 oder produktspezifische Werte der EcoDesign-Daten) und gegebenenfalls die permanenten Verteilungsverluste eines Zirkulationssystems gedeckt werden.

Nächste Schritte

Momentan wird im Rahmen der Ausarbeitung des nationalen Anhangs für die Norm NBN EN 12381-3 noch untersucht, ob man die Anlage – ohne Einbuße am Komfort der Nutzer – kleiner dimensionieren kann. Dabei werden auch die Entwicklungen im Ausland aufmerksam verfolgt. Bisher wurden jedoch auch in unseren Nachbarländern noch keine nationalen Anhänge veröffentlicht. ⬟

(*) Der Ausdruck ‚Boiler' (der wörtlich ein Gerät zur Erzeugung von Warmwasser oder einen Heizungskessel bezeichnet) wird in Belgien manchmal fälschlicherweise im Sinne eines Behälters oder Speichertanks verwendet.

FAQ

Wie findet man die Seite ‚FAQ' auf der CSTC-Website?

Die schnellste Art und Weise zum Erreichen dieser Seite besteht darin, in Ihre Suchmaschine ‚FAQ' und ‚CSTC' einzugeben. Nachdem Sie auf die Seite gelangt sind, können Sie Ihre Suche mithilfe von vorgegebenen, alphabetisch geordneten Suchbegriffen verfeinern. Manche von ihnen ermöglichen es außerdem, die FAQ nach dem Baugewerk zu filtern (z.B. ‚peinture').

Shutterstock

Metallanker für Hohlmauern: aus Edelstahl oder verzinktem Stahl?

Gemäß dem Eurocode 6 ist die Verwendung von Ankern mit einer dünnen Zinkschicht (z.B. 60 g/m^2) – was gegenwärtig häufig erfolgt – in Hohlmauern nicht zu empfehlen. Wenn wir die Empfehlungen des Eurocode 6 (siehe Tabelle C.1 der NBN EN 1996-2) mit den auf dem belgischen Markt erhältlichen Produkten vergleichen, drängt sich die Verwendung von Edelstahlankern auf (inox ‚316' oder ‚304', je nach der Expositionsklasse des Mauerwerks). Alternativen sind natürlich nicht ausgeschlossen, sofern sie den Richtlinien des Eurocode 6 entsprechen.

WTB

Weitere Informationen: Les Dossiers du CSTC 2016/2.4 (§ 3)

Was ist die maximale Länge einer ‚Blindleitung' (d.h. einer Wasserleitung mit einer permanenten Wasserstagnation) in einer Wasserversorgungsanlage?

Wenn sie nicht zu vermeiden sind, müssen Blindleitungen möglichst nahe an der Hauptleitung abgesperrt werden (auf einer maximalen Länge von 10 cm oder 5x dem Leitungsdurchmesser). Solche Leitungen müssen jedoch im Rahmen des Möglichen vermieden werden (angesichts des Risikos der Entwicklung von Legionellen).

Shutterstock

Weitere Informationen: Infomerkblatt 38 (§ 38.13)

WTB-Veröffentlichungen

Les Dossiers du CSTC

2017/3.7 ‚ETICS sur ETICS: une solution énergétiquement favorable'

2017/4.10 ‚Chapes fluides à base de sulfate de calcium: les chapes du futur?'

2018/3.5 ‚Etanchéité du raccord d'une balustrade vitrée sur un toit plat'

2018/4.15 ‚Les ardoises naturelles: quelles exigences en 2018?'

Monographien

Nr. 27 ‚Smart Buildings for Smart Cities. Vous avez dit smart?'

Nr. 28 ‚Vers une économie circulaire dans la construction. Introduction aux principes de l'économie circulaire dans le secteur de la construction'

Nr. 29 ‚Le relevé 3D à l'heure du BIM. Capturer la réalité en haute définition'

Nr. 30 ‚Les systèmes de classification et le BIM'

Technische Informationen

TI 267 ‚Sols intérieurs en béton' (Überarbeitung der TI 204) (ersetzt die TI 204)

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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

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

Verantwortlicher Herausgeber: Olivier Vandooren, 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 95.000 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 Industrieaufgabe 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 750 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

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