



**wtb.be**  
Forscht • Entwickelt • Informiert

# Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2017/4

**Aufsteigende  
Boden-  
feuchtigkeit**  
S. 6-7

**Gipsaus-  
blühungen**  
S. 16-17

**Kalkschutz-  
behandlungen**  
S. 26-27

**Verwaltung der  
Bestellungen  
und Lager-  
bestände**  
S. 34



# Inhalt 2017/4

	Digital Construction Brussels: eine gelungene erste Auflage! .....	3
	Thermische Geostrukturen .....	4
	Vergleich der Behandlungen gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit.....	6
	Sarking-Dächer: Vorgehensweise hinsichtlich der Dachfüße bei Renovierung .....	8
	Flachdächer mit Dachunterkonstruktionen aus TT-Elementen .....	10
	Verbindung zwischen einer Ziegelsteinfassade und einem Holzskelett .....	12
	Dimensionierung von Innenwänden aus Glas .....	14
	Erscheinung von späten Gipsausblühungen auf Ziegelsteinmauerwerk .....	16
	Im Fokus + FAQ .....	18
	 Ausmessen von Wand- und Bodenbelägen nach der Norm NBN B 06-001.....	20
	Fließestriche auf Calciumsulfat-Basis: die Estriche der Zukunft? .....	22
	Anbringung eines Anstrichs auf Betonuntergründen .....	24
	Bewertung der Leistungen von Kalkschutzbehandlungen... ..	26
	Den thermischen Komfort im Sommer aufrechterhalten ... ..	28
	Akustische Renovierung von Holzdecken .....	30
	Welche Klassifikation(en) für BIM? .....	32
	Hin zu einer besseren Verwaltung der Bestellungen und Lagerbestände .....	34

# Digital Construction Brussels: eine gelungene erste Auflage!

Am 11. und 12. Oktober dieses Jahres fand in der Wild Gallery in Forest **die allererste sektorale Messe statt, die ganz im Zeichen der Digitalisierung** im weitesten Sinne des Wortes **stand**. Das WTB und die Confédération Construction haben für diese erste Auflage, die den Bauprofis vorbehalten war, das Letzte aus sich herausgeholt, um eine breite Palette an digitalen Lösungen vorzustellen, die die täglichen Aufträge der Bauunternehmen erleichtern können.

Und dass diese Veranstaltung ein Riesenerfolg war, lässt sich anhand der folgenden Zahlen belegen: mehr als **1.500 Besucher und 60 Präsentationen** zu den unterschiedlichsten Themen, wie z.B. BIM, Drohnen, 3D-Druck, 3D-Scannen, Planungs- und Selbstkostenberechnungstools sowie zur E-Fakturierung.

Die zahlreichen Aussteller (etwa sechzig) waren begeistert über die gesellige Atmosphäre, den Rahmen und die Qualität der Kontakte, die sie während dieser Messe knüpfen konnten.

In seiner Pressekonferenz hat R. De Mûelenaere, geschäftsführender Verwalter der Confédération Construction, nachgewiesen, dass das sehr konservative Bild des Bausektors künftig der Vergangenheit angehört. O. Vandooren, stellvertretender Generaldirektor des WTB, sattelte noch etwas drauf: „Die Technologien, die der 4. industriellen Revolution zugrunde liegen, bieten dem Bausektor eine Vielzahl von **ganz neuen Perspektiven** zur Industrialisierung und Optimierung des Bauprozesses.“ Denn die digitalen Tools, die uns heutzutage zur Verfügung stehen, ermöglichen es, **besser zu kommunizieren und effizienter zusammenzuarbeiten**, wodurch die Bauunternehmen wiederum sich, zum größten Nutzen ihrer Kunden, ganz auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können. Obwohl natürlich noch ein langer Weg zurückgelegt werden muss, sind wir uns sicher, dass die Begeisterung der Teilnehmer allmählich auch die übrigen Bauakteure anstecken wird. Wir rechnen folglich damit, dass die nächste Auflage mehr als doppelt so viele Besucher anlocken wird!



**Thermische Geostrukturen bzw. „Energy Gestructures“ sind Gründungselemente, in denen Bodenwärmetauscher integriert werden. Sie können eine relativ günstige Lösung als geothermische Quelle bieten. Außerdem befinden sich diese Geostrukturen meistens unter dem Gebäude, wodurch sie auch Möglichkeiten an Orten schaffen, wo tiefe vertikale Bohrungen schwierig oder (wegen eingeschränkter Zugänglichkeit oder Bohreinschränkungen) nicht ausführbar sind. In diesem Artikel gehen wir näher auf diese Systeme, die Herausforderungen, die sie mit sich bringen und die zu beachtenden Punkte ein, die bei der Ausführung eingehalten werden müssen.**

# Thermische Geostrukturen

## Gründungselemente als Wärmequelle

Das Prinzip der thermischen Geostrukturen ist vergleichbar mit dem der klassischen Systeme, bei denen U-förmige Bodenwärmetauscher in 100 bis 150 m tiefen vertikalen Bohrungen installiert werden (siehe TI 259). Die Tiefe, in der sich die Geostrukturen befinden, ist im Allgemeinen jedoch auf maximal 15 m (in bestimmten Fällen auf mehr als 30 m) begrenzt. Die Bodentemperatur wird bis auf 10 bis 15 m durch saisonbedingte Schwankungen beeinflusst, auch wenn dieser Einfluss ab einer Tiefe von ungefähr 6 bis 7 m stark abnimmt.

Einige Beispiele für Geostrukturen, die als Wärmequelle angewendet werden können, sind: Gründungspfähle, Mikropfähle, Bodenstützbauwerke, Fundamentplatten, Erdanker und Tunnel.

Obwohl Energiepfähle in den vergangenen Jahren in Belgien bei unterschiedlichen Projekten erfolgreich angewandt wurden, blieb ein wirklicher Durchbruch aus, und zwar trotz des Umstandes, dass die Wärmekapazität der Energiepfähle in den meisten Fällen ausreichte, um den Wärmebedarf und teilweise den Kühlbedarf des darüber liegenden Gebäudes zu befriedigen. Die Machbarkeit dieser Technik variiert in Abhängigkeit des Projekts und ist unter anderem von dem Verhältnis der verfügbaren Pfahllänge (oder Maueroberfläche im Falle von Bodenstützbauwerken) zu dem Energiebedarf des Gebäudes abhängig.



1 | In einem Armierungskorb befestigter Wärmeaustauscher mit vorgeformter U-Schleife.

Ferner muss man dem energetischen Entwurf der Geostrukturen die erforderliche Aufmerksamkeit schenken. Im Gegensatz zu einem klassischen Bohrfeld, bei dem die Anzahl und die Tiefe der Bohrungen auf Basis des Energiebedarfs des Gebäudes bestimmt werden, liegen die Anzahl und die Abmessungen der unterirdischen Elemente bei Geostrukturen meistens fest. Dies bedeutet, dass man auf Basis dieser Randbedingungen einschätzen muss, wie viel Wärmeenergie mit dem Boden ausgetauscht werden kann. In bestimmten Fällen kann es erforderlich sein, zusätzliche vertikale Bohrungen auszuführen oder eine alternative Energiequelle zu suchen.

## Untersuchung

Um mehr Einsicht in das allgemeine Verhalten von thermischen Geostrukturen zu erhalten, verfolgte das WTB während

des VIS-Projekts Smart Geotherm von VLAIO einige Fälle aus der Praxis (Energiepfähle, thermisch aktivierte Fundamentplatte) aufmerksam. Hieraus hat sich ergeben, dass Geostrukturen als geothermische Quelle viel Potenzial zu bieten haben, aber dass den weniger tiefen Geostrukturen (z.B. einer Fundamentplatte unter den Kellerniveau) eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Denn die Temperatur des untiefen Untergrunds steigt im Sommer auf natürliche Weise, was eine negative Auswirkung auf die Kühlleistung hat.

Es wurde auch ein umfangreiches Versuchsprojekt bezüglich der Energiepfähle gestartet. Dessen Ziel war es, das thermomechanische Verhalten einer Anzahl von in Belgien häufig eingesetzten Pfahltypen zu untersuchen. Denn dadurch, dass sich ein Gründungselement erwärmt oder abkühlt, neigt es dazu, sich auszudehnen oder zusam-



## Geostrukturen können eine relativ günstige Lösung als geothermische Quelle bieten.

menzuziehen. Diese Bewegung wird jedoch (teilweise) durch das umliegende Erdreich und die Oberkonstruktion verhindert, was zu zusätzlichen thermischen Spannungen führt. Aus diesem Versuchsprojekt geht hervor, dass:

- die thermisch induzierten Betonspannungen innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben
- die auferlegten Temperaturänderungen keine nennenswerte Auswirkung auf die allgemeine Tragfähigkeit der Pfähle hatten. Es findet jedoch eine (relativ komplexe) Neuverteilung der Kraftübertragung auf den Boden statt
- die während der Versuche wahrgenommenen Kopfverschiebungen für die extremsten thermischen Belastungen auf maximal  $\pm 3$  mm bezogen auf den Gleichgewichtszustand begrenzt bleiben. In der Praxis werden diese Verschiebungen allerdings wegen der Einspannung in der Oberkonstruktion viel kleiner sein.

### Herausforderungen und zu beachtende Punkte während der Ausführung

Obwohl die Ergebnisse ermutigend sind, gibt es noch viele Herausforderungen auf dem Gebiet des energetischen und geotechnischen Entwurfs von Geostrukturen. Es ist nämlich so, dass es gegenwärtig nur für Energiepfähle Entwurfsrichtlinien und -software gibt. Das bedeutet, dass für andere Typen von thermischen Geostrukturen diesbezüglich Hypothesen gemacht werden müssen oder dass komplexere Entwurfssoftware in Anspruch genommen werden muss.

Ganz generell gelten für den Entwurf und die Ausführung von thermischen Geostrukturen die gleichen Empfehlungen wie für U-förmige Bodenwärmeaustauscher in vertikalen Bohrungen (siehe TI 259). Für die Integration von Wärme-

austauschern in die Geostruktur muss trotzdem eine Anzahl von spezifischen, zu beachtenden Punkten berücksichtigt werden. So hat man es häufig mit relativ kurzen Leitungslängen pro Element zu tun, was nicht nur eine angepasste hydraulische Anschlussweise erfordert, sondern auch eine besondere Aufmerksamkeit für die Entlüftung des Systems.

In vielen Fällen werden die Wärmeaustauscher am Armierungskorb befestigt (siehe Abbildung 1). Dies kann sowohl vorher als auch während des Einbringens des Armierungskorbs erfolgen. Die Leitungen müssen in vorschrittmäßigen Abständen befestigt werden, so dass die gewünschte Position auch während des Betonierens sichergestellt ist. Für horizontal verlegte Leitungen (z.B. unter einer Fundamentplatte oder vor dem Sammlernetz) muss man die erforderlichen Vorkehrungen treffen, um zu vermeiden, dass es zu Beschädigungen an den Leitungen kommt (z.B. Verlegung in einem Sandbett, siehe Abbildung 2). Ferner wird empfohlen, auf regelmäßiger Basis und nach jeder risikvollen Aktivität die Leckdichtheit der Leitungen zu überprüfen.

Schließlich muss den Anschlüssen der Geostruktur an der Oberkonstruktion eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. So müssen die gegebenenfalls erwarteten Bewegungen durch die Leitungen aufgenommen werden können. Außerdem müssen die Leitungsdurchführungen wasserdicht ausgeführt werden.



ACO Bouwteam

2 | In einem Sandbett unter der Fundamentplatte installierter Wärmeaustauscher.

G. Van Lysebetten, Ir., Projektleiter, Laboratorium Geotechniek en Monitoring, WTB

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

## Leitfaden

Für weitere Informationen bezüglich des Entwurfs und der Ausführung von thermischen Geostrukturen verweisen wir auf den nur in Niederländisch verfügbaren **Smart Geotherm-Leitfaden**, **‘Thermische geostructuren’**, der auf der Grundlage von Erfahrungen aus praktischen Anwendungsfällen, Versuchs- und Monitoringkampagnen sowie ausländischen Richtlinien verfasst wurde.

Um die Wirksamkeit von einigen üblicherweise verwendeten Behandlungen gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit zu bewerten (siehe auch TI 252), hat das WTB, im Rahmen des EMERISDA-Projekts (*Effectiveness of Methods against Rising Damp*), das in Zusammenarbeit mit einer Reihe von niederländischen und italienischen Instituten durchgeführt wurde, diverse Techniken miteinander verglichen. Dazu wurden verschiedene historische Gebäude, charakterisiert durch dicke Wände, manchmal schwierige Trocknungsgegebenheiten und/oder hohe Salzgehalte unter Baustellengegebenheiten untersucht. In diesem Artikel werden die Untersuchungsergebnisse für die Injektionstechniken und die elektromagnetischen Verfahren besprochen.

## Vergleich der **Behandlungen** gegen **aufsteigende Bodenfeuchtigkeit**

Angesichts dessen, dass die ständige Feuchtigkeitszufuhr, die durch die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit, kombiniert mit beispielsweise Frost-Tau-Wechseln oder einer Salzkristallisation, hervorgerufen wird, dem Mauerwerk, dem Holz, den Metallen und Ausbaumaterialien Schäden zufügt, stellt dieses Phänomen eine Gefährdung für das historische Kulturerbe und im weiteren Sinne für alle alten Gebäude dar. Durch ihren Einfluss auf das Raumklima und das daraus resultierende Risiko in Bezug auf Schimmelbildung kann die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit auch für die Gesundheit der Nutzer schädlich sein. Auch wenn man ein Gebäude energetisch renovieren möchte, muss die aufsteigende Boden-

feuchtigkeit unbedingt behandelt werden. Denn durch das Wärmedämmen und Luftdichtmachen eines feuchten Gebäudes kann sich die Situation noch verschlimmern. Außerdem setzt das Vorhandensein von Feuchtigkeit den Wärmewiderstand von Baumaterialien herab. Ferner erfordert deren ständige Notwendigkeit der Trocknung kostbare Energie. Das Entfernen von Feuchtigkeitsquellen stellt bei Renovierungen aus Energiespargründen deshalb eine absolute Priorität dar.

### Prüfprogramm und Ergebnisse

Das Prüfprogramm bestand darin, auf eine Anzahl von Gebäuden in Belgien,

den Niederlanden und Italien die oben erwähnten Techniken gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit anzuwenden. Nach der Behandlung wurde die Entwicklung der Feuchtigkeitssituation untersucht, indem in regelmäßigen Abständen ein Profil des Gesamt-Feuchtigkeitsgehalts und des hygroskopischen Verhaltens des Mauerwerks erstellt wurde.

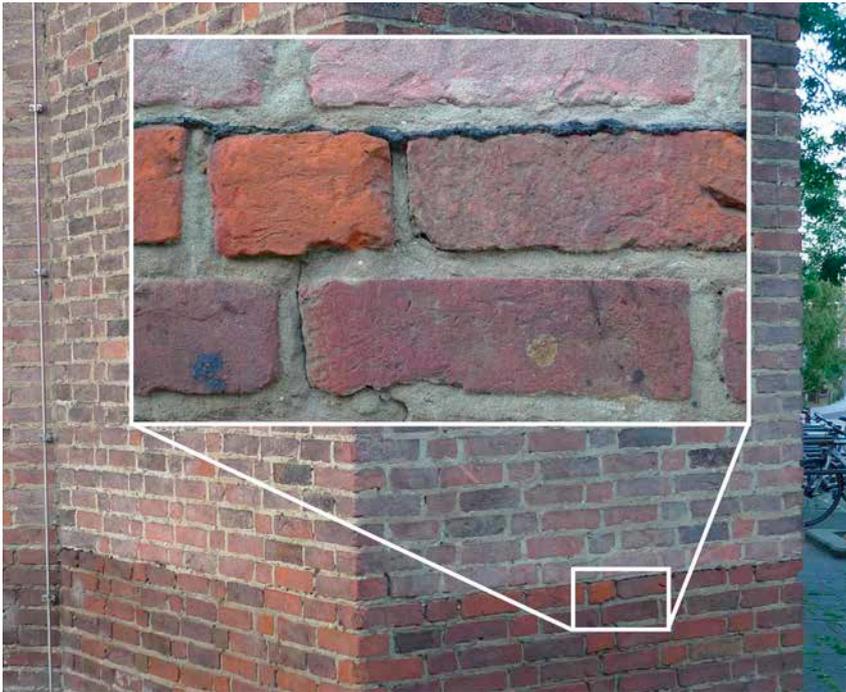
Für die **Injektionstechniken** (siehe Abbildung 1), die in Belgien sehr üblich sind, aber beispielsweise in den Niederlanden viel weniger Anwendung finden, wurden die folgenden Produktkategorien aus der Silikonfamilie geprüft:

- eine Emulsion in Wasser von Silan/Siloxan, Konzentration von 10 %
- eine Lösung in einem organischen Lösungsmittel von Siloxan, Konzentration von 10 %
- eine Injektionscreme auf Silan/Siloxan-Basis, Konzentration von 65 %
- eine Injektionscreme auf Silan-Basis, Konzentration von 80 %.

Wir möchten betonen, dass nicht alle Injektionsprodukte auf Silan- und/oder Siloxan-Basis sowieso wirksam sein werden. Denn die Wirksamkeit hängt größtenteils von der spezifischen Formulierung des Produkts (was beispielsweise einen Einfluss auf dessen Wanderung hat) und der chemischen Zusammensetzung des aktiven Bestandteils ab. Es ist auch anzumerken, dass eine Anzahl von Produktkategorien, von denen bekannt ist, dass die Wirksamkeit nicht sehr konstant bis schlecht ist, nicht geprüft wurden (siehe TI 252).



1 | Ausführung einer Injektionsbehandlung gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit.



2 | Früher brachte man manchmal einen Teeranstrich als Lösung gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit an.

## Nach der Injektion konnte eine stetige Abnahme des Feuchtigkeitsgehalts im Mauerwerk festgestellt werden.

Dagegen kann gesagt werden, dass die Untersuchungsergebnisse die verfügbaren empirischen Daten bezüglich der Injektionstechniken bestätigen. So konnte nach der Injektion der oben erwähnten Produkttypen tatsächlich eine stetige Abnahme des Feuchtigkeitsgehalts im Mauerwerk festgestellt werden.

Es kann aber trotzdem sein, dass sich eine Injektion mit Produkten aus der Silikonfamilie in bestimmten Fällen doch als unwirksam erweist. Dies ist dann häufig auf das Vorhandensein von beträchtlichen Mengen an organischem Material im Verlegemörtel zurückzuführen, was wiederum dem Vorhandensein von bituminösen Materialien zugeschrieben werden könnte, die in der Vergangenheit in allerlei Formen als Wasserabdichtung Anwendung fanden (siehe Abbildung 2). So konnten sie als

Emulsion in den Verlegemörtel gemischt werden, um dessen Wasserdichtheit zu verbessern. Solche Mörtel haben ein dunkles bis manchmal sogar schwarzes Aussehen und eine eher klebrige Konsistenz. Trotz des Umstandes, dass sie durchaus einen gewissen Schutz gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit bieten, lehrt die Praxis, dass sie nicht als wirklich wasserabweisend betrachtet werden können. Aus der Untersuchung hat sich dennoch ergeben, dass solche Mörtel dadurch, dass Fluor-Copolymere in sie injiziert werden, durchaus erfolgreich behandelt werden können. Solche Substanzen werden gegenwärtig nicht als Injektionsprodukte, sondern als Schutzmittel gegen Graffiti vermarktet. Eine gute Konzentration (ungefähr 10 %) und eine korrekte Ausführung vorausgesetzt, die mit der ‚klassischer‘ Silikonprodukte völlig übereinstimmt, lässt

sich auch für diese Sonderfälle eine wirksame Feuchtigkeitssperre erhalten.

Was die **elektromagnetischen Methoden** betrifft, sind die Ergebnisse weniger eindeutig. Da diese Methoden sehr wenig Vorbereitungsarbeit erfordern und nahezu keine Schäden am Gebäude zur Folge haben, bieten sie zahlreiche Vorteile. Trotzdem hat sich aus den Versuchen in Belgien und den Niederlanden ergeben, dass diese Methoden die Erwartungen nicht erfüllen, insbesondere wenn wir ihre Wirksamkeit mit der von Behandlungen durch Injektion vergleichen.

### Schlussfolgerung

Diese Studie ermöglichte es, auf eine gründliche und systematische Weise, die verfügbaren empirischen Daten zu prüfen. Die Untersuchungsergebnisse bestätigen die Wirksamkeit der Injektionsprodukte, die in Belgien häufig angewendet werden, unter der Bedingung, dass man sich für ein Qualitätsprodukt entscheidet und es korrekt anwendet. Für eine ausführliche Beschreibung der Techniken, der Produkte und der Ausführungsparameter verweisen wir auf die **TI 252**.

Die elektromagnetischen Methoden scheinen wiederum keine brauchbare Alternative für ihre wirksameren Pendants, wie z.B. Injektionen oder die Anbringung einer physikalischen Feuchtigkeitsbarriere, zu sein.

Schließlich möchten wir betonen, dass derartige Schutzmaßnahmen gegen die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit nicht die allein selig machende Maßnahme sind. Denn sie stellen nur eine Lösung dar, wenn die Ursache tatsächlich die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit ist und können somit nicht bei gleich welchem Feuchtigkeitsproblem, das an den Mauerfüßen in Erscheinung tritt (z.B. Putzbrücken, hygroskopische Salze oder Überbrückungen in Luftzwischenräumen von Hohlwänden), zur Anwendung kommen. Eine gründliche Feuchtigkeitsdiagnose ist somit immer unerlässlich. |

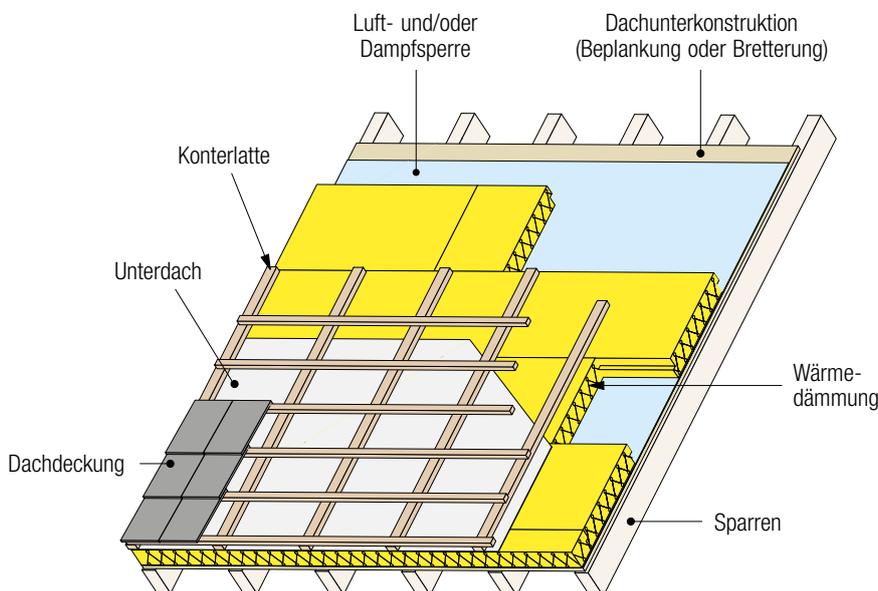
*Y. Vanhellemont, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Renovering, WTB*



Sarking-Dachsysteme kommen immer häufiger bei Renovierungen zum Einsatz, da sie unter anderem bei einer gegebenenfalls auf der Außenseite der Fassade angebrachten Wärmedämmung eine Durchgängigkeit sicherstellen. Dieser Artikel liefert einige Denkanstöße, mit denen sich die mit Renovierungen einhergehenden Schwierigkeiten überwinden lassen, und zwar speziell im Bezug auf die Vorgehensweise bei den Dachfüßen.

# Sarking-Dächer:

## Vorgehensweise hinsichtlich der Dachfüße bei Renovierung



1 | Prinzipschema eines Sarking-Dachs.

### Was ist ein Sarking-Dach?

Die Technik des Sarking-Dachs besteht darin, oberhalb des Dachstuhls (Sparren oder Bindersparren) steife Dämmplatten zu verlegen (siehe Abbildung 1). Auf diesen Dämmplatten wird danach die Dachdeckung (d.h. die Dachziegel oder Schieferplatten) angebracht. Das Sortiment der dafür geeigneten Dämmplatten ist sehr vielfältig. Dieses System kann eine Ergänzung darstellen zu der zwischen den Dachstuhlelementen angebrachten Wärmedämmung.

Die Ausführung eines solchen Systems erfordert allerdings einige Maßnahmen, wie z.B. eine Mindestbreite der Spar-

ren oder Bindersparren, um eine gute Befestigung der Konterlatten zu ermöglichen. Die **TI 251** geht darauf näher ein und gibt die Größenordnungen für die Dicke der Dämmung in Abhängigkeit der Dämmstoffart und des gewünschten Dämmniveaus an.

### Vorteile und Schwierigkeiten bei Renovierungsarbeiten

Dämmen nach dem Prinzip eines Sarking-Dachs bietet eine Reihe von Vorteilen. So kann das Dach bei Renovierungsarbeiten gedämmt werden, ohne dass die Innenverkleidung geändert werden muss. Darüber hinaus ist der

Dachstuhl besser gegen starke Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht oder zwischen Winter und Sommer geschützt.

Das Sarking-Dach muss vorzugsweise auf einem durchgängigen, soliden und ebenen Untergrund angebracht werden, um die Ausführung der Luftsperrung in der Dachfläche zu erleichtern. Dadurch, dass die Dämmung bei Sarking-Dächern längs der Außenseite angebracht wird, verläuft auch der Anschluss mit den längs der Außenseite gedämmten Wänden problemloser. Wenn die Wände jedoch längs der Innenseite gedämmt sind oder nachträglich längs der Innenseite gedämmt werden sollen, gestattet es die Anbringung der Luft- und Dampfsperre an der Außenseite des Dachausbaus nicht, die Durchgängigkeit der Dämmung und der Luftsperrung in Höhe der Bauknoten zu garantieren.

### Lösung für die Dachfüße

Die nachstehend beschriebenen Situationen gelten bei der Renovierung von geeigneten Dächern von Gebäuden mit nicht gedämmten Vollziegelwänden (Eineinhalbstein). Hierunter fällt ein beachtlicher Teil des bestehenden Gebäudeparks, der vor dem Zweiten Weltkrieg datiert. Die Abbildungen 2 und 3 veranschaulichen zwei Lösungen, bei denen sich die Fußfette jeweils an der Innen- und der Außenfläche des Mauerwerks befindet.

Wenn sich **die Fußfette an der Innenfläche der Wand befindet** (siehe

Abbildung 2), wird vorgeschlagen, die existierenden Sparren senkrecht abzuschneiden, um die Dampfsperre leichter bis an den Mauerkopf der Fassade umlegen zu können.

Da die Luftdichtheit der Wand durch den Innenputz sichergestellt wird, liegt bei der vorgeschlagenen Situation streng genommen keine Durchgängigkeit vor. Diese Lösung wird jedoch als akzeptabel betrachtet für Renovierungen, für die keine andere Lösung vorhanden ist und sofern kein Risiko in Bezug auf eine Oberflächenkondensation besteht.

Die Unebenheiten in der existierenden Wand sind dabei mithilfe eines Mörtels zu beseitigen. Danach wird die Dampfsperre am Mauerkopf der Fassade über ihre gesamte Länge mithilfe einer Kleberaube befestigt. Im Idealfall wird eine Anschlussmembran den Übergang zwischen der Dampfsperre und dem Mörtel sicherstellen.

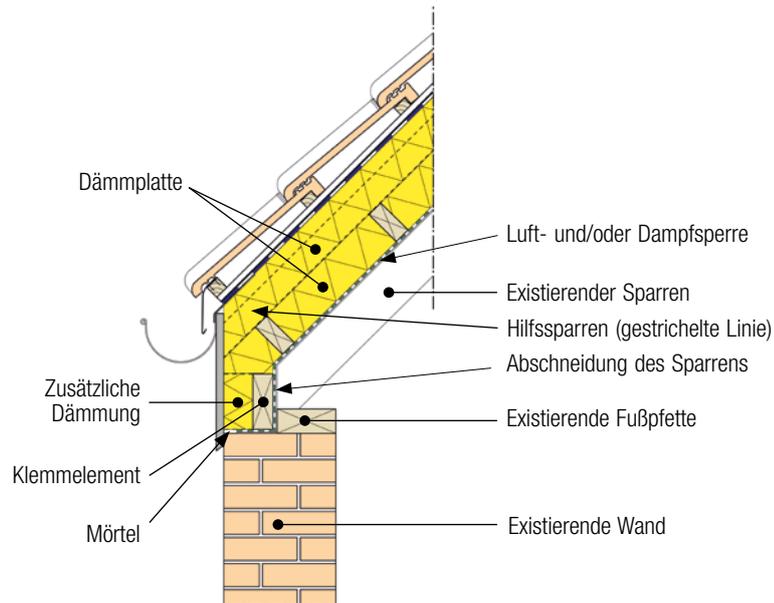
Indem an den Enden der Sparren ein vertikales Klemmelement festgeschraubt wird, kann man die Membran – genauso wie mit einer Glasleiste erfolgt – mechanisch befestigen und deren Dauerhaftigkeit verbessern.

Wenn sich **die existierende Fußpfette an der Außenfläche der Wand befindet** (siehe Abbildung 3), besteht eine mögliche Lösung darin, die Dampfsperre auf der Außenfläche des Mauerwerks zu verkleben. Die Dämmung wird dann bis über die Fassadenfläche hinaus verlängert. Diese Alternative ist besonders für eine spätere Dämmung längs der Fassadenaußenseite geeignet.

Die Ausführung eines Sarking-Dachs bringt eine Änderung des Gebäudevolumens und eine Erhöhung des Dachrinnenniveaus mit sich. Je nach Region und Gemeinde muss man dafür über eine städtebauliche Genehmigung verfügen.

### Schlussfolgerung

Um eine effiziente energetische Renovierung zu erhalten, muss man ein Gesamtbild von den auszuführenden Arbeiten haben. Der Dachdecker muss den Bauherrn somit immer beraten (siehe [Les Dossiers du CSTC 2016/1.4](#)).



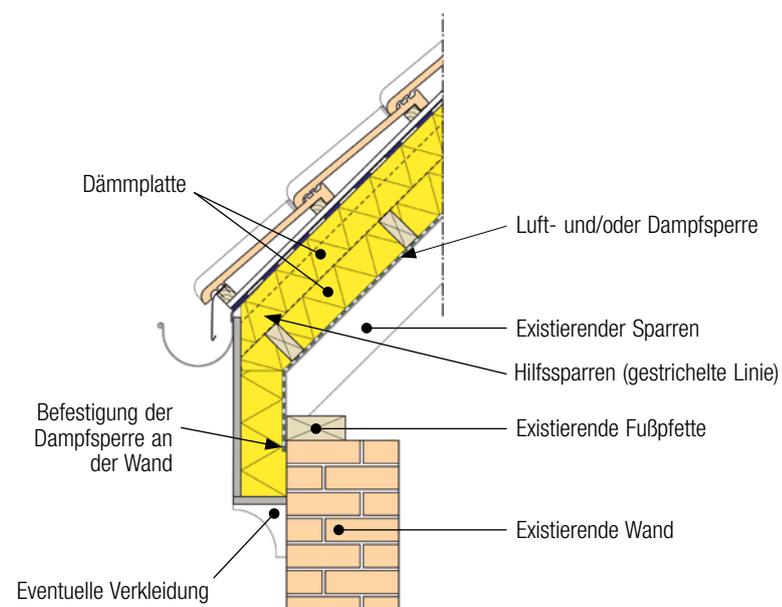
2 | Renovierung eines Dachfußes gemäß dem Sarking-Verfahren, bei dem sich die Fußpfette an der Innenfläche des Mauerwerks befindet.

In diesem Zusammenhang bietet die Technik des Sarking-Dachs eine Reihe wichtiger Vorteile, hauptsächlich wenn man die Fassade längs der Außenseite dämmen möchte. Obwohl es mit dieser Technik schwierig oder sogar unmöglich ist, die Details der Dachfüße und -ränder optimal auszuführen, darf sie nicht ganz beiseite geschoben werden. Der Kontext einer Renovierung bringt viele Schwierigkeiten mit sich und zwingt, Entscheidungen zu treffen, die dar-

über hinaus keine Gefahr in Bezug auf Beschädigungen am Gebäude beinhalten dürfen.

*C. Mees, Ir., Senior-Projektleiter,  
Abteilung Energie, WTB*

*Dieser Artikel wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes 'Eco-construction et développement durable' mit der finanziellen Unterstützung der Region Brüssel-Hauptstadt verfasst.*



3 | Prinzip des Anschlusses zwischen einer Fassade und einem Sarking-Dach im Hinblick auf eine Dämmung längs der Außenseite der Fassade.

Um als Dachunterkonstruktion für Flachdächer geeignet zu sein, müssten vorgefertigte Betonelemente vorzugsweise mit einem Beton der zweiten Phase eingeebnet werden. Aus der Praxis hat sich aber ergeben, dass zahlreiche Bauunternehmer sehr große Dachflächen auf vorgespannten TT-Elementen ausführen, ohne eine Druckschicht vorzusehen. Dies hat meistens zur Folge, dass nicht alle Empfehlungen der TI 215 erfüllt werden können. In diesem Artikel werden einige Lösungen besprochen, mit denen doch möglichst viele dieser Regeln befolgt werden können.

# Flachdächer mit Dachunterkonstruktionen aus TT-Elementen

## 1 Eigenschaften der TT-Elemente

TT-Dachelemente aus vorgespanntem Beton sind aufgebaut aus Trägern (auch ‚Rippen‘ genannt) und einer dünnen Plattenkonstruktion (auch ‚Druckplatte‘ genannt). Diese Elemente weisen vor ihrer Anbringung eine gewisse Aufwölbung auf und die dafür geltenden Toleranzen (siehe PTV 200) können zu Höhenunterschieden von mehr als einem Zentimeter zwischen den nebeneinander angeordneten Elementen führen. Folglich können die Unebenheiten in Höhe der Längsfugen größer sein als es zulässig ist für die Anbringung der Wärmedämmung und die Verklebung der Dampfsperren oder Abdichtungen (siehe Tabelle 10 der TI 215). Außerdem muss man am Ort dieser Längsfugen die differenziellen Verformungen der

TT-Elemente (siehe § 8.4.2 der TI 223 für Möglichkeiten, die Elemente ohne Verformungen zu verbinden) berücksichtigen. Dies alles führt dazu, dass diese Elemente ohne Druckschicht im Prinzip ungeeignet sind, um als Dachunterkonstruktion für Flachdächer verwendet zu werden.

## 2 Lösungen für die Ausführung

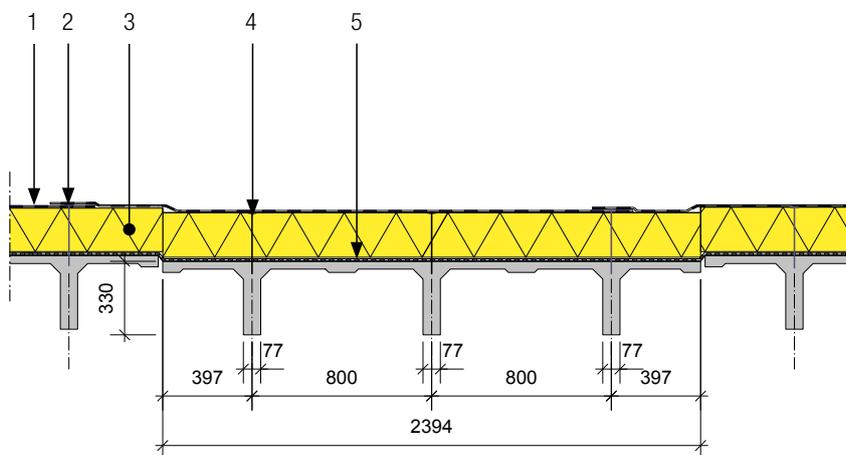
### 2.1 Befestigungsweise

In der TI 244 wird bei bedeutenden Höhenunterschieden und großen Bewegungen empfohlen, die Dämmplatten in Höhe der Längsfugen durchzuschneiden oder darauf zu achten, dass die Plattenränder mit diesen Fugen zusammenfallen. Wenn eine Dachabdichtung verklebt wird, darf die Zone auf den beiden Seiten

der Fuge nicht verklebt werden und es muss dort ein loser Streifen angebracht werden. Eine andere Lösung besteht darin, die Dachabdichtung mechanisch zu befestigen (siehe Abbildung 1).

### 2.2 Dampfsperre

Da eine Dachunterkonstruktion aus TT-Elementen mit offenen Fugen ausgeführt wird, ist sie nicht luftdicht. Folglich wird sich eine mechanisch befestigte Abdichtung unter dem Einfluss der Windwirkung auf dem Dach auf und ab bewegen. Durch diesen Pumpeffekt kann, sogar bei einem trockenen Raumklima, über die Fugen zwischen den TT-Elementen feuchte Luft in den Dachaufbau gesaugt werden, was wiederum zur Bildung von innerer Kondensation an der Dachabdichtung führen kann.



1. Dachabdichtung
2. Mechanische Befestigung der Dachabdichtung
3. Wärmedämmung
4. Mechanische Befestigung der Wärmedämmung
5. Lose aufliegende Dampfsperre

1 | Möglicher Flachdachaufbau auf einem häufig vorkommenden Typ von TT-Elementen (in mm).



2 | Ausführung der Dampfsperre auf TT-Elementen.

Dieses Risiko kann vermieden werden, indem man die Fugen luftdicht macht. In dem Fall kann die Wärmedämmung verklebt werden. Auch die Anbringung einer Dampfsperre (z.B. PE-Folie) kann dieses Risiko begrenzen. Dies erklärt, warum sogar in Gebäuden mit einer trockenen Raumklimaklasse, meistens doch eine Dampfsperre vorgesehen wird. Gegebenenfalls wird die Dampfsperre im Allgemeinen lose aufliegend angebracht (siehe Abbildung 2) und zusammen mit der Wärmedämmung und der Dachabdichtung mechanisch befestigt.

### 2.3 Mechanische Befestigung

Wenn man durch eine Betonplatte bohrt, können sich an der Unterseite der Platte kleine unästhetische Krater bilden, die eine Verringerung der effektiven Verankerungslänge mit sich bringen.

Angesichts der geringen Dicke der Druckplatte der TT-Elemente muss man die Befestigungen in den Rippen ausführen. Es muss daher der Positionsbestimmung dieser Rippen eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Bei der Ermittlung der Position der Schrauben für die Befestigung der Wärmedämmung und der Dachabdichtung muss man folglich den festen Abstand der Rippen berücksichtigen. Für Dachabdichtungssysteme, die in der Über-

lappung befestigt werden, hat das zur Folge, dass man daran angepasste Bandbreiten anwenden muss.

Aus der Betrachtung des in der Abbildung 1 veranschaulichten Dachaufbaus geht hervor, dass die Schrauben der Dachabdichtung – unter Berücksichtigung einer luftdurchlässigen Dachunterkonstruktion – in der Lage sein müssen, die gesamte Windbelastung aufzunehmen. Darüber hinaus muss man, neben der mechanischen Befestigung der Wärmedämmung, auch immer eine Mindestanzahl von Befestigungen pro Platte vorsehen, um deren Dimensionsstabilität zu gewährleisten. Diese Schrauben müssen gleichmäßig über die Dämmplatte verteilt werden, gemäß der Einsatztauglichkeitsbescheinigung des Dämmstoffes (z.B. ATG) und entsprechend den Vorschriften des Herstellers. Dort wo die Schrauben sich bei Kunststoffschäumen nicht zu weit von den Plattenrändern befinden dürfen, um eine Krümmung zu vermeiden, müssen sie bei TT-Elementen in den Rippen befestigt werden, wodurch dieser maximale Abstand nicht immer eingehalten werden kann und eine gewisse Krümmung immer möglich ist. Wenn man sich an die Mindestanzahl an Befestigungen hält, hat dies nur eine Auswirkung in ästhetischer Hinsicht.

Wir möchten noch eben daran erinnern, dass die für die Dachabdichtung verwendeten Befestigungen auch für die Dämmung angewendet werden dürfen,

sofern diese gleichmäßig über die Plattenoberfläche verteilt werden.

### 2.4 Befestigung am Aufkantungsfuß

Für jede mechanisch befestigte Abdichtung muss längs der Dachränder und um die Dachdurchbrechungen (z.B. Lichtstraßen) herum eine Befestigung am Aufkantungsfuß ausgeführt werden (siehe § 6.3 in der [TI 239](#)). Bei den Standard-TT-Elementen befinden sich die Schrauben allerdings in Bezug auf die Ränder in einem festen Abstand. In dem Fall kann die Ausführung der obligatorischen Befestigung am Aufkantungsfuß doch erfolgen:

- durch Verwendung sogenannter ‚Passstücke‘, dies sind angepasste TT-Elemente mit einer Rippe am Ende
- durch Befestigung der Abdichtung in den Dachaufkantung, sofern eine ausreichend große Ausziehfestigkeit garantiert werden kann, was bei Aufkantung aus Holz, Metall oder Beton (mit Ausnahme von Zellenbeton) der Fall ist
- durch eine vollflächige Verklebung der Dachabdichtung auf die Wärmedämmung, und zwar über eine Breite von mindestens einem Meter. Die Dämmplatten müssen in dieser Zone an ihrem Untergrund befestigt sein.

## 3 Schlussfolgerung

Wegen der Höhenunterschiede und der zu erwartenden differenziellen Verformungen in Höhe der Längsfugen von Dachunterkonstruktionen aus vorgefertigten TT-Elementen aus Beton sind diese Letzteren, wenn sie ohne Druckschicht ausgeführt werden, im Prinzip ungeeignet, um als Untergrund für Flachdächer verwendet zu werden. Es besteht allerdings eine Reihe von Lösungen, um die Vorschriften der [TI 215](#) doch im Rahmen des Möglichen einhalten zu können. Es kann aber trotzdem sein, dass die Höhenunterschiede zwischen den TT-Elementen und in manchen Fällen die begrenzte Krümmung der Dämmplatten immer eine Auswirkung auf das ästhetische Aussehen des Flachdachs haben werden. |

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

Bei einer großen Anzahl von Holzskellettkonstruktionen wird die Außenverkleidung, häufig aus städtebaulichen Gründen, aus Mauerwerk hochgezogen. Um eine dauerhafte Verbindung zwischen der Außenverkleidung und der Holzkonstruktion zu gewährleisten, muss man jedoch bestimmte Regeln befolgen. Ziel dieses Artikels ist es, eine Anzahl zu beachtender Punkte im Zusammenhang mit der Ausführung der Befestigungssysteme zu betonen.

# Verbindung zwischen einer Ziegelsteinfassade und einem Holzskellett

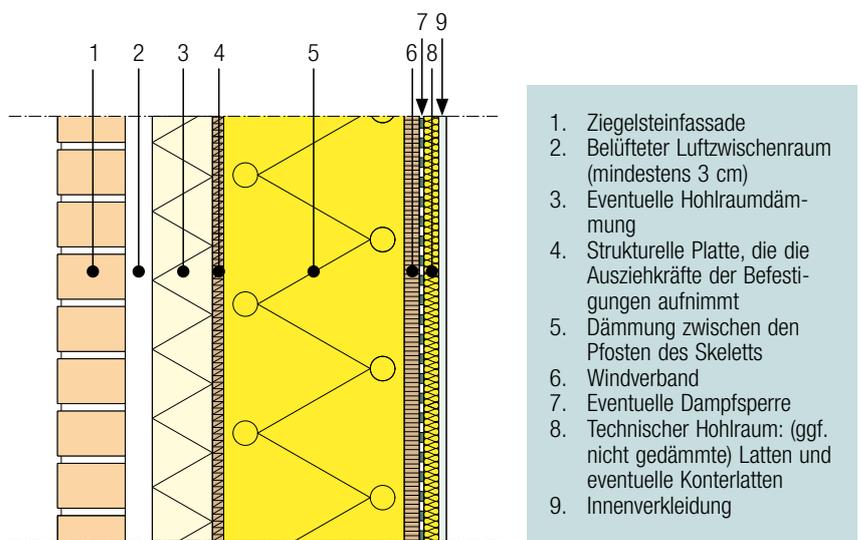
## Wandaufbau

Die Abbildung 1 veranschaulicht eine Typlösung einer Wand, von der die Außenverkleidung aus Mauerwerk besteht. Es wird empfohlen, einen belüfteten Luftzwischenraum vorzusehen. Diese Lüftung wird realisiert durch Öffnungen an der Ober- und der Unterseite der Außenverkleidung (entweder durch offene Stoßfugen, oder durch Lüftungsziegelsteine). Um eine optimale Lüftung gewährleisten zu können, darf der Hohlraum somit nur teilweise gefüllt sein.

Die Ziegelsteinfassade muss an den Pfosten des Skeletts befestigt werden. Wenn die Pfosten zu schmal sind oder wenn es durch das Vorhandensein einer zusätzlichen Dämmung schwierig ist, die Position der Befestigungen zu bestimmen, dann muss man an den Pfosten des Skeletts eine strukturelle Platte anbringen, die zur Aufnahme der Ausziehkräfte der Befestigungen dient.

Die folgenden Plattenmaterialien sind für den Einsatz bei solchen Anwendungen geeignet:

- **Multiplexplatten** gemäß der Norm NBN EN 636, mindestens von der Klasse 3S (\*) und mit einer Dicke von  $\geq 12$  mm
- **OSB/3- oder OSB/4-Platten** gemäß der Norm NBN EN 300 und mit einer Dicke von  $\geq 15$  mm
- **Spanplatten** gemäß der Norm NBN EN 312, mindestens vom Typ P5 und mit einer Dicke von  $\geq 15$  mm
- **LVL-Platten (Furnierschichtholz)** gemäß der Norm NBN EN 14374 oder



1 | Außenwand, deren Außenverkleidung aus Mauerwerk besteht.

14279, bestehend aus mindestens fünf Lagen (davon mindestens zwei gekreuzte) und mit einer Dicke von  $\geq 15$  mm

- **MDF-(Faser-)Platten mit hoher Dichte** gemäß der Norm NBN EN 622-5, vom Typ MDF-HLS oder MDF-H und mit einer Dicke von  $\geq 12$  mm.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Wand immer so hochgezogen werden muss, dass deren hygrothermisches Verhalten keine innere Kondensation mit sich bringt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/1.4](#)).

Außerdem kann es für die Aufnahme der beträchtlichen exzentrischen Belastungen (z.B. Wiederaufnahmestück des

Sturzes einer Außenverkleidung mit einer großen Spannweite) erforderlich sein, eine Wand in **Kassettenausführung** mit zwei strukturellen Platten (Innen- und Außenseite) zu entwerfen. Die Punktlasten können mithilfe eines Winkelhakens oder von Verankerungspunkten aufgenommen werden, die in die Pfosten des Holzskelletts eingearbeitet sind (siehe Abbildung 2 auf der nächsten Seite).

Es ist erforderlich, an der Innen- und Außenseite strukturelle Platten anzubringen, um zu vermeiden, dass die Pfosten infolge der durch die Ziegelsteinfassade hervorgerufenen Belastungen unabhängig voneinander beansprucht werden.

(\*) Klasse 3S: ‚3‘ für Einsatz in einer Außenumgebung und ‚S‘ für strukturellen Einsatz.



## Ausführung der Ziegelsteinfassade

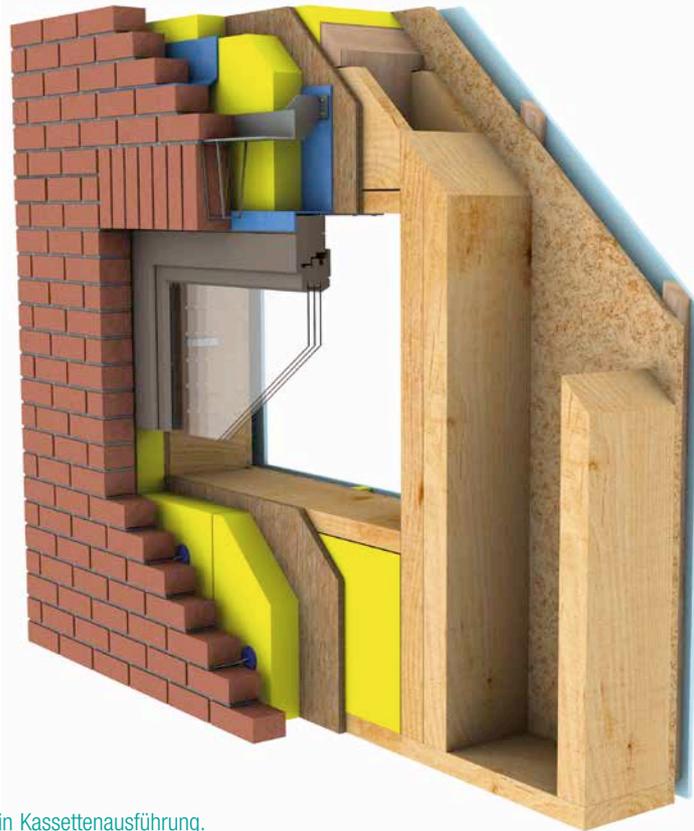
Man muss zuerst einmal darauf achten, dass die obere Schicht der Fundamente eine ausreichend breite Stützfläche bietet, um zwischen dem Mauerwerk und der Regensperre einen Luftzwischenraum mit einer Mindestdiefe von 3 cm realisieren zu können.

Das Mauerwerk wird am Holzskelett mittels Metallbefestigungen ( $\varnothing$  3,5 oder 4 mm; siehe nachstehende Tabelle) befestigt, die in einem (leichten) Gefälle zur äußeren Wandschale hin angebracht werden und/oder mit einer Wassernase versehen sind. Diese Befestigungen, die in das Skelett und/oder die tragenden Platten geschraubt sind und in die Mörtelfugen des Mauerwerks eingebettet werden, müssen sich in einem ausreichenden Abstand (d.h. mindestens 150 mm) von den Öffnungen, Mauerfüßen und sonstigen Besonderheiten befinden, und zwar um zu vermeiden, dass sie die Anschlüsse zwischen den Abdichtungsmembranen durchbohren. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Mindestanzahl der Metallbefestigungen pro  $m^2$ . Falls die Befestigungen in den Pfosten (von 600 mm Mittenabstand) befestigt werden, muss der vertikale Abstand 350 mm betragen. Wenn es empfehlenswert ist, die Befestigungen im Zickzack anzubringen, dann müssen dagegen mindestens fünf pro  $m^2$  verwendet werden. Daneben ist es auch wichtig, die Installationsvorschriften des Herstellers zu befolgen.

Anzahl der Metallbefestigungen pro  $m^2$  (\*).

Breite der Mauerwerkswand [mm]	Breite des Hohlraums [mm]	Durchmesser der Befestigungen [mm]	Mindestanzahl der Befestigungen pro $m^2$
90	$\leq 90$	$\geq 3,5$	5
90	$\leq 110$	$\geq 4$	5
90	$\leq 110$	$\geq 3,5$	6
90	$\leq 130$	$\geq 4$	6
70/65	$\leq 90$	$\geq 3,5$	6,5
70/65	$\leq 90$	$\geq 4$	6
70/65	$\leq 130$	$\geq 4$	6,5

(\*) Diese Tabelle gilt auch für Konstruktionen aus CLT (Brettschichtholz) oder aus dem Holzstapelbau, die an einer Ziegelsteinfassade befestigt werden.



### 2 | Wand in Kassettenausführung.

Befestigungen aus Kunststoff oder vom gemischten Typ müssen den Ausführungsspezifikationen der Hersteller entsprechen. Um die Belastungen gleichmäßig über die Metallbefestigungen zu verteilen, muss deren charakteristische

Ausziehfestigkeit (gemessen gemäß der Norm NBN EN 845-1) größer sein als 800 N. Wenn ein geringerer Wert vorliegt, muss die Verteilung der Befestigungen in Abhängigkeit der Windbelastungen angepasst werden. |

E. Nguyen, Ir., Projektleiter, Laboratorium Holz und Coatings, WTB  
B. Michaux, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Gebäudehülle und Schreinerarbeit, WTB

## Zukünftige TI

Eine in der Vorbereitung befindliche Technische Information wird (ggf. nicht freistehenden) Einfamilienhäusern mit einem Holzskelett gewidmet sein und wird sich auf die Baumaterialien und Techniken konzentrieren, die in unserem Land häufig angewendet werden und von denen die Eigenschaften in einem Laboratorium geprüft sind. In diesem Dokument wird auf verschiedene Bauelemente und Details eingegangen werden.



In den TIs 242 und 261 wurde jeweils auf die strukturellen und nichtstrukturellen Anwendungen von besonderen Bauwerken aus Glas eingegangen. Außerdem wird in Kürze eine TI den Geländern und Innenwänden aus Glas gewidmet werden. In diesem Artikel, der Les Dossiers du CSTC 2010/3.10 und 2015/3.9 ersetzt, wird wiederum die anzuwendende Dimensionierungsmethode im Hinblick auf die Nutzungssicherheit besprochen und ein Beispiel für eine Dimensionierung gegeben.

## Dimensionierung von Innenwänden aus Glas

Eine Glas-Innenwand ist eine nichttragende Glaswand, bestehend aus einem oder mehreren vertikalen Glasvolumen, die mit einer Stoßfuge ausgeführt werden. Eine solche Wand dient dazu, Volumen innerhalb eines Gebäudes abzugrenzen. Die Verglasungen werden nebeneinander, ohne Schreinerarbeitsprofile, angebracht und nur die oberen und unteren Ränder werden in einem Falz gehalten. Der Anschluss zwischen den vertikalen Rändern wird im Allgemeinen durch einen dafür geeigneten Kitt, ein Klebeband, ein Dichtungsprofil oder ein Metallprofil mit einem sehr reduziertem Querschnitt sichergestellt.

Obwohl eine Glaswand in der Regel aus einer einzigen Wand besteht, kann sie

auch doppelwandig ausgeführt werden, um nicht nur bessere Akustik- und Wärmeleistungen zu erhalten, sondern auch um beispielsweise verdunkelnde Sonnenschutzvorrichtungen integrieren zu können.

Glas-Innenwände können Zonen mit dem gleichen, aber auch unterschiedlichen Bodenniveau trennen oder können vor einer bestehenden Wand hochgezogen werden.

### Leistungen

Glas-Innenwände müssen den geltenden Normen und Verordnungen in Abhängigkeit der Bestimmung des Gebäudes entsprechen. Neben der Verbesserung der Schall- und/oder Wärmedämmung, das Gewährleisten eines gewissen Feuerwiderstands oder das Bieten eines ästhetischen Aspekts müssen sie auch unbedingt die Nutzungssicherheit garantieren.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die technischen Zulassungsleitlinien der EOTA (darunter die ETAG 003 bezüglich Bausätze für den Aufbau nichttragender innerer Trennwände) nur auf freiwilliger Basis gelten und mit den Mindestanforderungen übereinstimmen, die im Rahmen der CE-Kennzeichnung gestellt werden.

In Belgien wird allerdings eine Anzahl zusätzlicher Anforderungen auferlegt, mit denen man überprüfen kann, ob die Glas-Innenwände einem Differenzdruck und einem Stoß infolge eines Missgeschicks Widerstand bieten können.

### Dimensionierung einer Glas-Innenwand

Unabhängig vom Typ der Glas-Innenwand muss man zuerst und vor allem **den Spezifikationen der Norm NBN S 23-002 und ihrem Addendum genügen**, die den Bruchtyp der Glasprodukte in Abhängigkeit der Situation und der Bestimmung der Glaswand definieren. Im Allgemeinen muss man auf gehärtetes Glas (oder Verbundglas) zurückgreifen, um das Risiko in Bezug auf Verletzungen durch Kontakt zu vermeiden sowie auf Verbundglas, falls das Risiko eines Sturzes real gegeben ist.

Dann muss man **festlegen, welche Glasdicke erforderlich ist, um dem Druckunterschied**, der beispielsweise durch die zufällige Öffnung eines Fensters in der Fassade bei starkem Wind hervorgerufen wird, **einen Widerstand bieten zu können**. Der Widerstand von Glas-Innenwänden gegen Differenzdruck wird ausschließlich durch Berechnung (Spannungen und Verformungen) bestimmt, und zwar auf Basis der Methode aus der Norm NBN S 23-002-2 für eine Einfachverglasung, von der die oberen und unteren Ränder in einem Falz angebracht sind, dies unabhängig davon, ob die verschiedenen Glasvolumen aus denen die Wand aufgebaut ist untereinander mit einer Silikonfuge, einem Verbindungsprofil oder einer offenen Fuge (unter anderem wegen des Widerstands und der Dauerhaftigkeit der Fugen zwischen den Verglasungen) verbunden sind. Diese Berechnung erfolgt, indem die Verformung einerseits auf 1/1000 der Wandhöhe, bei einem Maximum von 30 mm, begrenzt wird und ande-





erseits ein Nettowinddruck basierend auf sieben Windexpositionsclassen (NBN S 23-002-3) und einigen partiellen Koeffizienten berücksichtigt wird, die für zufällige Kombinationen spezifisch sind. Zur Berechnung des in diesem Artikel untersuchten Verbundglases mit Zwischenschichten aus PVB wird für die Zwischenschicht ein Übertragungskoeffizient  $\omega$  von 0,5 berücksichtigt.

Schließlich beinhaltet die Nutzungssicherheit auch, dass die Innenwand in der Lage sein muss, **einem Stoß mit einem weichen und schweren Körper zur Simulation einer Person, die durch ein Missgeschick gegen die Wand prallt, einen Widerstand zu bieten**. Zur Bewertung dieses Widerstands werden Laborversuche ausgeführt. Der Stoßkörper (mit Glaskugeln gefüllter abgerundeter kegelförmiger Sack von 50 kg oder Zwillingsreifen von 50 kg, je nachdem ob der Niveauunterschied auf den beiden Seiten der Wand jeweils  $\leq$  oder  $>$  1,5 m ist) und die Kraft des Aufpralls variieren in Abhängigkeit des Typs der Innenwand und der Nutzungsklasse des Gebäudes, in dem sich diese befindet. Die Versuche werden an einer Einfachverglasung ausgeführt, bei der die oberen und die unteren Ränder in einen Falz eingesetzt sind. Das geprüfte

Element muss für die auszuführenden Elemente repräsentativ sein und die Ausführungsgegebenheiten müssen der Realität möglichst nahe kommen. Nach dem Ende der Stoßfestigkeitsprüfung darf das Füllelement sich nicht von der Struktur gelöst haben, darf kein einziges Fragment, das Personen verletzen könnte, freigegeben sein, darf der Stoßkörper beim Aufprall nicht durch die Wand hindurch gelangt sein und darf die Situation nach der Prüfung nicht zu gefährlichen Situationen für Nutzer (z.B. eine teilweise aus dem Profil herausstehende Verglasung) führen.

### Dimensionierungstabelle

Die nachstehende Tabelle liefert beispielhaft die maximalen Höhen für Glas-Innenwände, die aufgebaut sind aus einer einzigen Wand, die den Anforderungen entspricht an die Nutzungssicherheit (Widerstand gegen Differenzdruck und Stöße; in Zusammenarbeit mit der Firma Euroglas-De Landtsheer durchgeführte Stoßfestigkeitsprüfungen) für die Windexpositionsclassen 1 bis 5 und 7, und zwar für die verschiedenen Nutzungsklassen eines Gebäudes. Diese Wände bestehen aus einem mindestens 900 mm breiten gehärtetem

oder Verbund-Glasvolumen, von dem die oberen und unteren Ränder in einen Falz eingesetzt sind. Außerdem wird ein Unterschied dahingehend gemacht, ob der Niveauunterschied ( $H_{\text{Fall}}$ ) auf den Seiten der Wand  $\leq$  oder  $>$  1,5 m ist. Die Mindesthöhe für den Glaseinstand beträgt in der Regel 8 mm für das untere Profil und die seitlichen Profile und 12 mm für das obere Profil.

Die Überprüfung der Glas-Innenwände mit anderen Abmessungen oder einem anderen Aufbau muss ebenfalls nach dem oben erwähnten Verfahren erfolgen. Die Tabelle gilt dagegen nicht für feuerbeständige Glas-Innenwände und Wände aus Verbundglas mit einer steifen Zwischenschicht, obwohl die in diesem Artikel vorgestellten Leistungsanforderungen für diese durchaus anwendbar sind. Dafür ist eine spezifische Dimensionierung durchzuführen, die auf den in diesem Artikel beschriebenen Vorschriften beruht. **I**

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

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Projekts 'Innovatieve details in de binnenaafwerking' verfasst, das von der VLAIO bezuschusst wird.

Glasaufbau und -dicke in Abhängigkeit der Höhe der Innenwand und der Windexpositionsklasse.

Dicke/Aufbau		Windexpositionsclassen									
		1 bis 5 (Entwurfsdruck: 256 Pa)					7 (Entwurfsdruck: 322 Pa)				
		$L_{\text{max}}$ [mm] <sup>(1)</sup>					$L_{\text{max}}$ [mm] <sup>(1)</sup>				
		$H_{\text{Fall}}$ (2) $\leq$ 1,5 m		$H_{\text{Fall}}$ (2) $>$ 1,5 m			$H_{\text{Fall}}$ (2) $\leq$ 1,5 m		$H_{\text{Fall}}$ (2) $>$ 1,5 m		
Nutzungsklasse der Räume <sup>(3)</sup>		A/B	C/D	A	B	C/D	A/B	C/D	A	B	C/D
Gehärtet	8 mm	1.990	–	–	–	–	1.920	–	–	–	–
	10 mm	2.590	2.590 <sup>(4)</sup>	–	–	–	2.400	2.400 <sup>(4)</sup>	–	–	–
	12 mm	3.080	3.080	–	–	–	2.880	2.880	–	–	–
	15 mm	3.640	3.640	–	–	–	3.440	3.440	–	–	–
PVB-Verbund	55.2	2.350	–	–	–	–	2.180	–	–	–	–
	66.2	2.800	2.600 <sup>(4)</sup>	2.600	–	–	2.590	2.590 <sup>(4)</sup>	2.590	–	–
	88.2	3.500	3.500	3.500	3.500	2.600	3.300	3.300	3.300	3.300	2.600
	1010.2	4.110	4.110	4.110	4.110	3.800	3.880	3.880	3.880	3.880	3.800

(1)  $L_{\text{max}}$ : maximale Höhe zwischen den Auflagern der Glas-Innenwand.

(2)  $H_{\text{Fall}}$ : Niveauunterschied auf beiden Seiten der Wand.

(3) A: Wohnungen, B: Büros, C: Sitzungsorte (mit Ausnahme der Flächen der Klassen A, B und D), D: Geschäftsräume.

(4) Nicht für die Klasse C5. Nur für die Klassen C1 bis C4, D1 und D2.

In den letzten Jahren wird man immer häufiger mit einem hartnäckigen, grauweißen Schleier konfrontiert, der einige Monate oder sogar Jahre nach der Ausführung auf dem Verblendmauerwerk erscheint (siehe Abbildung). Anhand von mineralogischen Analysen wurde festgestellt, dass diese Ausblühungen hauptsächlich aus Gips bestehen. In diesem Artikel wird der heutige Stand der Dinge zu diesem Phänomen dargelegt, die wahrscheinlichen Ursachen dafür besprochen und einige mögliche Lösungen zu dessen Behandlung erwähnt.

## Erscheinung von späten Gipsausblühungen auf Ziegelsteinmauerwerk

Ein Ziegelsteinmauerwerk wird nicht selten durch weiße Ausblühungen auf der Oberfläche verunstaltet. Es handelt sich dabei um salzhaltige Ablagerungen, die dadurch entstehen, dass wasserlösliche Salze mit an die Oberfläche geführt werden und nach der Verdampfung des Wassers auskristallisieren.

Wir möchten allerdings darauf hinweisen, dass sich zwei Arten von Ausblühungen unterscheiden lassen. So gibt es einerseits die schnellen, primären Ausblühungen, die quasi sofort nach der Ausführung des Mauerwerks erscheinen. Diese sind gut löslich und verschwinden mit der Zeit durch den Regen. Für weitere Informationen über diese Ausblühungen verweisen wir auf den Artikel ‚Les efflorescences sur les maçonneries de briques‘ im *CSTC-Magazine 1996/1*. Andererseits wird man mit späten Ausblühungen konfrontiert, die erst einige Monate, ja sogar einige Jahre, nach dem Hochziehen des Mauerwerks auftreten. Diese Ausblühungen nehmen die Form eines hartnäckigen, dünnen grauweißen Schleiers, bestehend aus Gipskristallen ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), an der Fassadenoberfläche an. Dieser sich beim Kontakt mit Wasser nahezu unlösliche Schleier wird immer stärker sichtbar und ist sehr schwer zu beseitigen.

### Erklärung des Phänomens

Die Erscheinung von Ausblühungen ist ein komplexes Phänomen, verursacht durch ein Zusammenspiel von diversen chemischen und physikalischen Prozes-

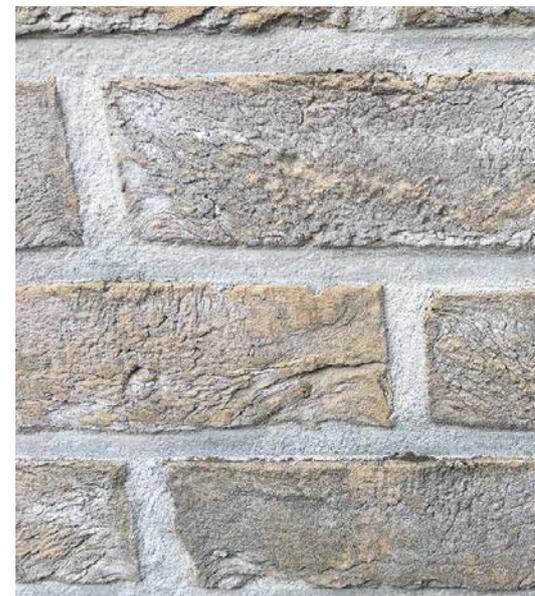
sen im Mauerwerk, die für die Bildung von Gips sowie dessen Wanderung an die Oberfläche sorgen. Kürzlich wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, um den Mechanismus besser zu verstehen.

Aus einer in Zusammenarbeit mit der Ziegelsteinindustrie durchgeführten Untersuchung hat sich ergeben, dass die Gipsausblühungen von Mauerwerk aller Wahrscheinlichkeit nach auf Reaktionen im zementgebundenen Mörtel zurückzuführen sind. Denn um die Abbindezeit und die Verarbeitbarkeitszeit des Mörtels zu steuern, wird dem Mörtel oft Gips zugefügt. Dieser Gips reagiert dann mit dem im Zement vorhandenen Tricalciumaluminat und bildet Ettringit und Monosulfat. Durch eine träge und progressive Karbonatisierungsreaktion mit dem  $\text{CO}_2$  aus der Luft werden diese Elemente nach und nach in Gips umgesetzt. Obwohl diese Untersuchung schon dazu beitrug, das Phänomen etwas besser zu verstehen, blieben noch viele Fragen unbeantwortet, unter anderem was den Einfluss der Ziegelsteineigenschaften und der Umgebungsbedingungen auf die Wanderung der Ausblühungen an die Oberfläche betrifft.

Aufbauend auf die oben erwähnte Untersuchung waren an der KU Leuven die Gipsausblühungen Gegenstand einer Doktorarbeit (*Gypsum efflorescence on clay brick masonry*, Jacek Chwast, veröffentlicht im Juni 2017). Darin wurde erachtet, dass sowohl der Ziegelstein als auch der Mörtel die Grundlage für die Gipsausblühungen bilden können. So

können Ziegelsteine Anhydrit (d.h. dehydratisierten Gips) enthalten, das langsam an die Oberfläche wandern kann. Ferner kann in Zementmörteln nach der Karbonatisierung Gips vorkommen, was die Hypothese der ersten Untersuchung bestätigt. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Gips unter normalen Bedingungen dazu neigt, sich direkt unter der Oberfläche abzulagern und so die Poren zu verstopfen, wodurch weitere Ausblühungen vermieden werden. Aus der experimentellen Forschungsarbeit hat sich jedoch auch ergeben, dass die Zugabe von Hilfsstoffen (z.B. oberflächenaktiver Stoffe) zu dem Mörtel eine große Auswirkung auf den Kristallisationsprozess des Gipses hat. Denn

Gipsausblühungen auf Ziegelsteinen.





dieses Arbeitsverfahren hat zur Folge, dass die Gipsausblühungen sich leichter an der Oberfläche des Mauerwerks, in Form einer grauweißen Schleierschicht, ausbilden. Wie viel Gips sich genau an der Oberfläche ablagert und wie schnell dies erfolgt, hängt in starkem Maße von der Porosität und der Porenstruktur des Ziegelsteins ab. So verläuft die Wanderung durch den Ziegelstein hindurch bei einem Stein mit einer niedrigen anfänglichen Wasseraufnahmeklasse (z.B. Strangpressziegel) viel schwieriger als bei einem Handformziegel mit einer normalen anfänglichen Wasseraufnahme (Klasse IW3).

Um die Empfindlichkeit für die Hervorrufung von Ausblühungen einer bestimmten Kombination aus Ziegelstein und Mörtel zu überprüfen, wurde in der Doktorarbeit ein Schnellverfahren entwickelt. Dieses Prüfverfahren wurde so entwickelt, dass der Einfluss von bestimmten Parametern einzeln überprüft werden kann. Obwohl dieses Verfahren noch optimierungsfähig ist, gestattet es schon, die Problematik von Ausblühungen besser zu verstehen und ein Mittel zu finden, diese zu vermeiden.

### Abhilfemaßnahmen

Vor der Wahl einer Reinigungsmethode muss man durch eine mineralogische Analyse (z.B. Röntgenstrahlenbeu-



## Sowohl der Ziegelstein als auch der Mörtel können die Grundlage für die Gipsausblühungen bilden.

gung) bestimmen, ob die vorhandenen Ausblühungen tatsächlich aus Gips bestehen, oder ob auch noch andere Salztypen (z.B. Calciumcarbonat) in Erscheinung treten.

Je nach dem Ergebnis dieser Analyse beschreibt die [TI 197](#) verschiedene Reinigungstechniken und deren Vor- und Nachteile. Vor der Anwendung einer bestimmten Technik führt man am besten einen Versuch zur Orientierung aus, um den Einfluss der Behandlung auf das Mauerwerk zu überprüfen.

Es empfiehlt sich, möglichst viele Ablagerungen mit einer (harten) Bürste zu entfernen. Wenn das Ergebnis dieser Behandlung unbefriedigend ist, kann man in Erwägung ziehen, eine mechanische oder chemische Reinigung anzuwenden. Eine mechanische Strahlbehandlung ist unter der Bedingung möglich, dass es sich um einen durchgefärbten Ziegelstein handelt.

Bei einer chemischen Reinigung kann man sich für eine alkalische Lösung (z.B. auf Basis von Ammonium- oder Kaliumhydroxid) entscheiden. Eine Reinigung mit einer sauren Lösung (z.B. auf Basis von Salzsäure) ist für den Fall vorbehalten, dass in den Ausblühungen auch Calciumcarbonat vorhanden ist. In dem Fall besteht die Behandlung zuerst in der Anwendung einer alkalischen Lösung, gefolgt von einer Reinigung mit einer sauren Lösung, oder umgekehrt.

Im technischen Merkblatt des gewählten Reinigungsprodukts ist angegeben, welche Arbeitsweise anzuwenden ist (Verdünnung, Arbeitsgerät, Vor- und/oder Nachbehandlung). Bei einer chemischen Reinigung wird im Allgemeinen empfohlen, das Mauerwerk vor und nach der Behandlung gut zu befeuchten, um ein all zu tiefes Eindringen des Produkts zu vermeiden. Vor dem Beginn der Reinigung müssen alle empfindlichen Elemente (z.B. der Anstrich, die Materialien Aluminium und Zink bei einer alkalischen

Lösung und die Schwellen aus Blaustein sowie das Material Zink bei einer sauren Lösung) geschützt werden und es sind die erforderlichen persönlichen Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen.

Nach der Reinigung kann man in Erwägung ziehen, eine wasserabweisende Oberflächenbehandlung vorzunehmen. Diese wird die Befeuchtung des Mauerwerks verringern, was grundsätzlich das Risiko des Auftretens neuer Ausblühungen reduziert. Weitere Informationen über die Anwendung wasserabweisender Produkte und den damit einhergehenden Risiken findet man in der [TI 224](#).

In Abhängigkeit des Zustandes des Mauerwerks kann man sich ggf. für eine alternative Lösung in Form eines Anstriches oder Putzes entscheiden. In dem Fall wird dennoch empfohlen, zuerst die Gipsschicht möglichst gut zu entfernen (z.B. durch Sandstrahlen).

### Zu beachtende Punkte bei dem Entwurf und der Ausführung

Die Erfahrung lehrt uns, dass die Gipsausblühungen hauptsächlich auf den dem Regen und der Sonne ausgesetzten Mauerwerksteilen auftreten, folglich vor allem an West- oder Südwest-Fassaden. Es ist somit empfehlenswert, bei dem Entwurf und der Ausführung der Details Maßnahmen zu ergreifen (z.B. das Vorsehen größerer Dachvorsprünge), damit die Fassade vor den Witterungseinflüssen geschützt wird.

Obwohl es nicht klar ist, in welchem Maße die Abdeckung von frischem Mauerwerk gegen eindringendes Wasser die Bildung von Gipsausblühungen beeinflusst, ist diese Maßnahme weiterhin zu empfehlen, um das Risiko in Bezug auf die Erscheinung von schnellen, primären Ausblühungen zu reduzieren. ■

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

## Eine neue Normen-Außenstelle für Baudetails

Die neuen Normen und Verordnungen haben zur Folge, dass unseren Gebäuden ständig mehr Leistungsanforderungen auferlegt werden.

Aus den Statistiken der Ingenieure der Abteilung Technische Gutachten und Beratung des WTB hat sich ergeben, dass 10 % der gestellten Fragen und der vorgelegten Streitigkeiten sich auf Baudetails beziehen.

Es ist folglich von äußerster Wichtigkeit, dass alle Beteiligten (Bauunternehmer, Architekten, Planungsbüros, Hersteller ...) für diese Baudetails über deutliche **Entwurfsrichtlinien und praktische Ausführungs- und Unterhaltsempfehlungen** verfügen können.

Um die Baufachleute darüber möglichst gut zu informieren, hat das WTB mit der Unterstützung des FÖD Wirtschaft die Normen-Außenstelle ‚Détails constructifs‘ geschaffen. Diese Normen-Außenstelle enthält eine **umfangreiche Datenbank** von Baudetails, sowie ein Suchmodul, das die schnelle Suche eines bestimmten Baudetails ermöglichen muss (in Abhängigkeit von Kriterien, wie z.B. der Lage oder dem Aufbau der Bestandteile).

Diese Datenbank wird in regelmäßigen Abständen ergänzt werden. Gegenwärtig enthält sie die Baudetails aus den folgenden Publikationen: **TIs 244, 250, 254 und 255** (siehe [www.cstc.be](http://www.cstc.be), Rubrik ‚Antennes Normes‘).

## IHRE MEINUNG ZÄHLT!

Um unsere Publikationen und Dienste möglichst gut an die Wünsche unserer Kunden anzupassen, möchten wir Sie bitten, den Fragebogen auf [www.cstc.be](http://www.cstc.be) auszufüllen.

Die von Ihnen beschafften Informationen bleiben natürlich vertraulich.





Weitere Infos

TI 241 (§ 5.2.2)

## Ist es stets erforderlich, den Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs zu messen, bevor ein elastischer Bodenbelag verlegt werden kann?

Ja. Es ist von grundsätzlicher Bedeutung, dass vorausgehende zuverlässige Feuchtigkeitsmessungen durchgeführt werden, weil ein zu feuchter Untergrund immer zu Schäden am Bodenbelag führt. Obwohl indikative Feuchtigkeitsmessungen des Untergrunds mithilfe von benutzerfreundlichen, elektrischen Feuchtemessgeräten ausgeführt werden können, ist es danach doch unerlässlich, eine oder mehrere zusätzliche Messungen mithilfe einer Karbidflasche nach der Calciumcarbidge-Methode auszuführen (z.B. an der Stelle, an der der höchste Messwert mit dem elektrischen Feuchtemessgerät ermittelt wurde, in den Ecken von schlecht gelüfteten Räumen, in der Nähe einer Fassade, die dem Regenwetter stark ausgesetzt ist ...).

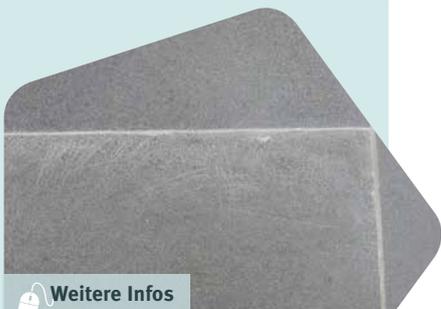
## Ist die Hydrophobierung eines Verblendmauerwerks (mit Hydrophobierungsmitteln) wirksam?

Die meisten Hydrophobierungsmittel, die gegenwärtig im Handel erhältlich sind, sind wirksam, weil sie die Aufnahme des (Regen-)Wassers durch die Fassade verhindern, wasserdampfdurchlässig sind und die Verschmutzung der Fassade verlangsamen. In einigen Fällen ist die Verwendung von Hydrophobierungsmitteln jedoch nicht ratsam. Dies gilt besonders, wenn Risse (> 0,3 mm) oder Salze im Material vorhanden sind. Denn in dem Fall könnte deren Anwendung das Schadensbild verschlimmern oder sogar neue Probleme erzeugen.



Weitere Infos

TI 224  
CSTC-Monographie Nr. 2.5



Weitere Infos

Les Dossiers du CSTC 2011/3.13

## Sind Keramikfliesen nach der Verlegung uneingeschränkt kratzbeständig?

Nein. Gemäß der belgischen Norm NBN B 27-011 müssen Keramikfliesen eine Oberflächenritzhärte von 5 (glasiert) oder 6 (unglasiert) haben (diese Forderung wurde allerdings in die gegenwärtige europäische Norm NBN EN 14411 nicht aufgenommen). Dadurch weisen sie eine gewisse Beständigkeit gegen die Bildung von Kratzern auf. Das Risiko bezüglich Kratzer ist jedoch nicht auszuschließen, wenn Partikel aus härteren Materialien (z.B. Sandkörnern, die über die Unterseite einer Schuhsohle von draußen nach drinnen gebracht werden) über die Fliesenoberfläche reiben.



Durch die zunehmende Komplexität der Produkte ist es für den Steinmetz oder den Fliesenleger nicht immer einfach, die Mengen zu bestimmen, die für die Verkleidung des Fußbodens und der Wände erforderlich sein werden. Trotzdem bleibt die in der Norm NBN B 06-001 beschriebene Messmethode die diesbezügliche Referenz.

# Ausmessen von Wand- und Bodenbelägen nach der Norm NBN B 06-001

Die in der Norm NBN B 06-001 beschriebene Messmethode bleibt die Referenz für das Ausmessen von Belägen.

## Notwendigkeit einer harmonisierten Messmethode

In der Vergangenheit existierten in Belgien, je nach dem Berufszweig (z.B. Bauunternehmer, Architekten ...) und der Region, verschiedene Methoden zum Bestimmen der Materialmengen, die für den Bau eines Gebäudes erforderlich sind. Dies hatte häufig zur Folge, dass im Aufmaß verschiedene Mengen aufgenommen wurden, und zwar in Abhängigkeit von demjenigen, der dieses erstellt hatte (z.B. durch eine andere Rundungsart). Die 1982 veröffentlichte belgische Norm NBN B 06-001 muss heutzutage für das Ausmessen von Wand- und Bodenbelägen als Referenz betrachtet werden. Denn andere ältere Dokumente, wie z.B. die STS 45.1, enthalten Inkohärenzen, die beim Ausmessen für Verwirrung sorgen können.

## Die Norm NBN B 06-001 als Referenz

Die Norm NBN B 06-001 beschreibt eine Standard-Messmethode, die zur Bestimmung dient, welche Materialmengen und Arbeiten für den Bau eines

Gebäudes erforderlich sind. Ziel dieser Methode ist es einerseits, zu beschreiben, wie die Mengen berechnet werden müssen und andererseits aufzulisten, welche Elemente die verschiedenen Posten aus dem Aufmaß enthalten müssen. Die Norm stützt sich auf die folgenden Grundprinzipien:

- Die Messmethode muss unabhängig von der Ausführungsmethode sein
- Die Mengen werden ohne Berücksichtigung von Materialverlusten angegeben
- Die Mengen müssen nach Typen eingeteilt werden.

## Das Ausmessen nach der Norm NBN B 06-001

Die Tabellen A und B geben eine Übersicht von den wichtigsten Richtlinien aus der Norm für das Ausmessen von Wand- oder Bodenbelägen aus Naturstein und Keramikfliesen.

Vor dem Übergehen zum Ausmessen des Belags muss man:

- **nachsehen, ob es keine Widersprüche gibt** zwischen dem was im Lastenheft angegeben ist und dem was in der




**A** | Wichtigste Richtlinien aus der Norm NBN B 06-001 für das Ausmessen von Wand- und Bodenbelägen aus Naturstein.

Naturstein	
Gemäß eines Steinzurichteplans (Plattenbelag vom Marmortyp)	Ohne Steinzurichteplan
Der Belag wird Stein für Stein in dm <sup>2</sup> gemessen, unter Angabe der Dicke.	Der Belag wird in dm <sup>2</sup> gemessen, unter Angabe der Dicke.
Jeder isoliert vorkommende Belag von kleiner als 10 dm <sup>2</sup> wird mit 10 dm <sup>2</sup> berücksichtigt.	
Um die Fläche jedes Steins zu bestimmen, wird vom kleinsten Rechteck ausgegangen, das den Stein umschreibt (in dm <sup>2</sup> und aufgerundet). Aussparungen im Stein werden nicht abgezogen.	Die Fläche des Belags wird gemäß den Maßen der Pläne gemessen, ohne Berücksichtigung der Fugen (in dm <sup>2</sup> und aufgerundet).
Die Messung der Maße erfolgt in der Achse der Fugen.	Die Maße werden zwischen den zu bekleidenden Wänden gemessen, also vor dem Anbringen des Belags.
Als Steindicke wird die größte vorgeschriebene Dicke genommen.	
–	Die Fläche von Öffnungen, die kleiner als 50 dm <sup>2</sup> sind, wird nicht abgezogen.
Bänder (z.B. Sockelleisten, Friese, Zierleisten, Laibungen von vertikalen Belägen ...) mit einer maximalen Breite von 0,30 m werden gemessen ohne Berücksichtigung der Fugen (in dm) und unter Angabe der Breite und der Dicke und Bänder, die kürzer sind als 0,30 m, werden mit 0,30 m berücksichtigt.	
Bänder mit einer Breite bis 0,10 m werden mit 0,10 m berücksichtigt.	
Bänder, die breiter sind als 0,30 m, werden gemessen als eine Fläche in dm <sup>2</sup> , unter Angabe der Breite und der Dicke.	

Norm vorgeschrieben ist, beispielsweise bezüglich der Einheit (dm<sup>2</sup> oder m<sup>2</sup>)

- **überprüfen, ob ein Verlege- oder Steinzurichteplan vorhanden ist** oder ob darum gebeten wird, einen Plan zu erstellen. Es ist notwendig, über diese Informationen im Voraus zu verfügen, da man dies beim Ausmessen berücksichtigen muss
- **das Aufmaß nachprüfen.** Falls ein Fehler aufgetreten ist, muss der Bauunternehmer dies dem Architekten oder Auftraggeber schriftlich melden, wobei

dieser Fehler von ihm anhand von Plänen nachzuweisen ist. Wenn der Fehler nicht gemeldet wird, dann gehen die etwaigen zusätzlichen Kosten auf Rechnung des Bauunternehmers.

Für einige ausgearbeitete Beispiele für das Ausmessen von Natursteinplatten und Keramikfliesen verweisen wir auf den Anhang 3 der **TI 220** und den § 27.3 des **Métré du bâtiment Nr. 2.27.1**.

Schließlich möchten wir darauf aufmerksam machen, dass von dem Steinmetz

oder dem Fliesenleger erwartet wird, dass er die Regeln für die fachgemäße Ausführung bis ins kleinste Detail kennt und dass er somit über die Richtlinien und Anforderungen aus den Normen und Referenzdokumenten und über die Ausführungstechniken informiert sein muss. Das heißt, dass er, wenn die Dokumente des Baudossiers fehlerhafte Informationen enthalten (z.B. Widersprüche), diese Fehler melden muss. **I**

*V. Bams, M. Sc. Geol., Projektleiter, Laboratorium Mineralogie und Mikrostruktur, WTB*

**B** | Wichtigste Richtlinien aus der Norm NBN B 06-001 für das Ausmessen von Wand- und Bodenbelägen aus Keramikfliesen, und zwar für Innen- als auch Außenanwendungen.

Keramikfliesen
Die zu bekleidenden Flächen werden gemessen in m <sup>2</sup> .
Ein isoliert vorkommender Belag mit einer Fläche von kleiner als oder gleich 0,50 m <sup>2</sup> wird gemessen in Stück, unter Angabe der Abmessungen.
Bänder mit einer maximalen Breite von 0,30 m werden gemessen in m, unter Angabe der Breite.
Die Abmessungen für das Bestimmen der Länge oder der Fläche sind die Abmessungen zwischen den zu bekleidenden Wänden, also vor dem Anbringen des Belags und ohne Berücksichtigung der Fugen.
Öffnungen und Unterbrechungen von kleiner als 0,50 m <sup>2</sup> werden nicht abgezogen.
Abschlüsse, Innen- und Außenkanten von Ecken und Anschlüsse, an denen spezielle Profile zur Anwendung kommen, werden separat und nach Typen getrennt in m gemessen.

Obwohl es die Fließestriche (Fließböden) auf Calciumsulfat-Basis – auch Anhydritestriche genannt – bereits viele Jahre lang auf dem belgischen Markt gibt, ist deren Einsatz auf den Baustellen noch sehr selten. Ziel dieses Artikels ist es, dem Bauunternehmer für Bodenbeläge ein besseres Verständnis für die Eigenschaften von Estrichen dieses Typs zu ermöglichen.

# Fließestriche auf Calciumsulfat-Basis: die Estriche der Zukunft?

## Vorteile von Estrichen auf Calciumsulfat-Basis

Die Anwendung von Estrichen auf Calciumsulfat-Basis ist mit zahlreichen Vorteilen verbunden. Denn sie verfügen über eine hohe mechanische Festigkeit, liefern eine homogene Beschaffenheit und sind (nahezu) nicht schwindungsempfindlich (siehe [Infomerklblatt 58](#)). Darüber hinaus wurde deren Qualität in den letzten Jahren beachtlich verbessert. Es müssen jedoch die durch Temperaturänderungen bedingten thermischen Bewegungen berücksichtigt werden. Dadurch, dass Fließestriche stehend

ausgeführt werden, ist deren Einbringung übrigens weniger arbeitsintensiv und kann somit schneller erfolgen. Der Untergrund muss allerdings sorgfältig vorbereitet werden: Alle Öffnungen und Aussparungen (Treppenschächte, Leitungsschächte ...) müssen abgedichtet werden, um Lecks zu vermeiden. Im Falle einer Ausführung auf einer Membran müssen die sich überlappenden Streifen mit Klebeband zusammengeklebt werden, um eine wasserdichte Wanne zu bilden.

Die meisten Estriche auf Calciumsulfat-Basis, die gegenwärtig auf dem belgi-

schen Markt erhältlich sind, bilden – bei der Zubereitung gemäß den Regeln für die fachgemäße Ausführung – keinen Bindemittelfilm mehr an der Oberfläche, wodurch es entfällt, diese zu schleifen.

## Hohe mechanische Festigkeit

Die [Technischen Informationen 189](#) und [193](#) über Estriche schreiben eine Mindestdruckfestigkeit von 8 N/mm<sup>2</sup> vor. Sie erlegen jedoch keine Anforderungen an die Biegezugfestigkeit und die Oberflächenhaftfestigkeit auf.

Estrichmörtel auf Zementbasis, die manuell aufgetragen und gut verdichtet wurden, erreichen im Allgemeinen eine Biegezugfestigkeit von etwa 1 bis 2 N/mm<sup>2</sup> und eine Oberflächenhaftfestigkeit von 0,5 bis 1 N/mm<sup>2</sup>. Durch eine gute Verdichtung und eine Zementmenge von 200 bis 250 kg pro m<sup>3</sup> Sand entsprechen Estriche dieses Typs der Mindestanforderung von 8 N/mm<sup>2</sup> für die Druckfestigkeit. Anhand der Literatursauswertung und kürzlicher Versuche durch das WTB und die UGent hat sich jedoch herausgestellt, dass Fließestriche auf Calciumsulfat-Basis meistens Druckfestigkeiten zwischen 20 und 30 N/mm<sup>2</sup>, Biegezugfestigkeiten zwischen 4 und 8 N/mm<sup>2</sup> und Oberflächenhaftfestigkeiten zwischen 1 und 1,8 N/mm<sup>2</sup> erreichen. Die mechanischen Eigenschaften von Fließestrichen liegen somit wesentlich höher als die von traditionellen, manuell aufgetragenen Estrichen auf Zementbasis, die in Belgien



Ausführung eines Estrichs auf Calciumsulfat-Basis.



Geforderte Estrichdicke nach den Normen DIN 18560 und NEN 2742.

Biegezugfestigkeitsklasse	Biegezugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Dicke ohne Fußbodenheizung [mm]	
		Wohngebäude	Bürogebäude
		Punktlast 1,5 kN oder Linienlast 5 kN/m	Punktlast 3,0 kN oder Linienlast 10 kN/m
F1	1,0	70	95
F2	2,0	50	70
F3	3,0	40	55
F4	4,0	35	50
F5	5,0	30	45
F6	6,0	30	40
F7	7,0	25	35

am häufigsten angewendet werden. Die Verdichtung hat einen wichtigen Einfluss auf die letztendliche Festigkeit der traditionellen Estriche. Bei Fließestrichen wird nicht so sehr verdichtet als vielmehr entlüftet bzw. mit einer Schwabbelstange geschwabbelt, was einen kleineren Einfluss auf die Endfestigkeit hat. Diese Phase ist trotzdem erforderlich, denn obwohl Fließestriche häufig als selbstnivellierend bezeichnet werden, trifft dies auf sie ja nicht zu ...

Die hohe mechanische Festigkeit und insbesondere die Oberflächenhaftfestigkeit von Fließböden dieses Typs machen sie zu hervorragenden Untergründen für die Anwendung von Fußböden auf Harzbasis und geklebten Bodenbelägen, wie z.B. Parkett, PVC und Linoleum. In der Überarbeitung der **TI 218** über Parkette wird nämlich eine Oberflächenhaftfestigkeit von 0,8 N/mm<sup>2</sup> gefordert. Die Überarbeitung der **TI 216**, die neben Industriefußböden auf Harzbasis auch Wohnungsanwendungen umfassen wird, fordert ihrerseits eine Mindestdruckfestigkeit von 20 N/mm<sup>2</sup> und eine Oberflächenhaftfestigkeit von mindestens 1 N/mm<sup>2</sup>.

### Ausführungsdicken für schwimmende Estriche

In Deutschland und den Niederlanden wird die vorgeschriebene Ausführungsdicke für schwimmende Estriche seit einigen Jahren an die Biegezugfestigkeit gekoppelt, und zwar mithilfe der Normen DIN 18560 und NEN 2742 (siehe

obige Tabelle). In dem Maße, wie die Biegezugfestigkeit des Estrichmaterials steigt, sinkt die Ausführungsdicke des Estrichs. Da die Biegezugfestigkeit von Fließböden auf Calciumsulfat-Basis eher im hohen Bereich liegt, können diese Böden für ein und dieselbe Anwendung mit anderen Worten in kleineren Dicken als traditionelle Estriche ausgeführt werden.

Die **TI 189** formuliert gewisse Empfehlungen für die Mindestdicke von Estrichen, auf Basis ihres Bindemittels und ihres Typs (haftend, nichthaftend, schwimmend oder mit Fußbodenheizung). In der **TI 193** wird die Dicke der schwimmenden Estriche in Abhängigkeit der Verdichtbarkeit des Dämmstoffs vorgeschrieben. Die Empfehlungen aus den deutschen und niederländischen Normen decken sich mit denen aus der **TI 193**. Der Zusammenhang zwischen der Ausführungsdicke und der Biegezugfestigkeit des eigentlichen Estrichmaterials wird in den oben erwähnten TIs jedoch nicht abgedeckt.

### Feuchtigkeitsempfindlichkeit

Fließestriche auf Calciumsulfat-Basis sind von Natur aus feuchtigkeitsempfindlicher als Estriche auf Zementbasis. Wenn der Verarbeiter zu schnell zur Fertigstellung des Fließestrichs übergeht oder wenn der Fließestrich nach der Fertigstellung erneut befeuchtet wird (z.B. durch aufsteigende Feuchtigkeit, Baufeuchtigkeit oder Infiltrationen), ist das Risiko in Bezug auf Haftungspro-

bleme besonders groß. Der mithilfe der Karbidflasche gemessene Restfeuchtigkeitsgehalt dieser Fließböden muss somit unter genau festgelegte Schwellenwerte gesunken sein, bevor sie fertiggestellt werden dürfen. Nach der Messung muss der Estrich auch trocken bleiben. Die Grenzwerte variieren je nach Typ des Fertigstellungsmaterials.

Wenn man vor der Verlegung von Keramikfliesen auf Fließestrichen auf Calciumsulfat-Basis einen zementgebundenen Fliesenkleber nutzt, ist zuerst eine dafür geeignete Grundierung anzubringen. Dadurch werden das Risiko der Bildung von Ettringit (d.h. eines expansiven Salzes, das sich in der Grenzfläche des Fließbodens und der Mörtelkleberschicht entwickelt) und die damit einhergehenden Haftungsprobleme stark reduziert. Eine gute Alternative für die Verwendung von Mörtelklebern ist die Anwendung eines gipsgebundenen Fliesenklebers. Denn dadurch, dass beide Materialien eine Gipsbasis haben, sind sie untereinander besser verträglich. In dem Fall muss keine Grundierung angebracht werden und darf der Restfeuchtigkeitsgehalt des Estrichs vor der Verlegung gemäß den Vorschriften der Kleberhersteller im Allgemeinen etwas höher sein als die Grenzwerte, die gegenwärtig angegeben sind in der **TI 237** (genauer gesagt 1 % anstelle von 0,5 %). Das Technische Merkblatt des Fliesenklebers muss darüber Auskunft geben. |

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



Via CSTC-Mail (siehe [www.cstc.be](http://www.cstc.be)) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2017/4.10



Ein Anstrich kann für verschiedene Zwecke auf einen (vorgefertigten und vor Ort gegossenen) Betonuntergrund angebracht werden. Um ein dauerhaftes Resultat zu erhalten, das den Erfordernissen entspricht, muss man jedoch stets eine Reihe von zu beachtenden Punkte berücksichtigen. Dieser Artikel beschreibt die wichtigsten Leistungen von Coatings für Beton, geht näher auf bestimmte Pathologien ein und formuliert einige Empfehlungen zu deren Vermeidung.

## Anbringung eines Anstrichs auf Betonuntergründen

Unter Berücksichtigung der Ausführung und der Struktur eines Betons kann dessen Fertigstellungsgrad unterschiedlich sein. So kann er rau bleiben, eine Oberflächenbehandlung erhalten (Waschbeton ...) oder aber mit Putz oder einem Anstrich versehen werden. Ziel der Coating-Anwendung kann es sein, die Ästhetik zu verbessern oder zusätzliche Funktionalitäten hinzuzufügen (z.B. Beständigkeit gegen biologische Agenzien ...). Für bestimmte Innen- oder Außenanwendungen zielt eine solche Beschichtung hauptsächlich darauf ab, dem Beton einen gewissen Schutz zu bieten und seine Dauerhaftigkeit zu verbessern.

### Klassifizierung

Beschichtungen (Coatings) für Beton fallen unter die Normenreihe NBN EN 1062-1 bis 11 und die Norm NBN EN 1504-2.

Die Normen **NBN EN 1062-1 bis 11** behandeln **Coatings für Außenanwendung**

**gen**. Sie beziehen sich nicht nur auf dekorative Systeme, sondern auch auf technischere Produkte (z.B. Coatings mit Armierungen), die unter anderem eine höhere Rissfestigkeit aufweisen ( $> 2,5$  mm) oder dem Beton einen gewissen Schutz bieten können (z.B. CO<sub>2</sub>-Beständigkeit). Da diese Normen nicht harmonisiert sind, geht aus ihnen keine Verpflichtung für den Erhalt einer europäischen Kennzeichnung hervor. Diese Normen stellen jedoch ein allgemeines Klassifikationssystem dar, das einerseits eine Identifikation des Bindemittels und des Lösungsmittels umfasst und andererseits die Eigenschaften des Aussehens (Glanz und Abmessungen der größten Körner) und die Leistungen angibt (im Allgemeinen ausgedrückt durch die EVWA-Nomenklatur; siehe Tabelle).

Die Norm **NBN EN 1504-2** behandelt wiederum die Anforderungen für **Schutz-Coatings für Beton**. Diese Produkte können sowohl innen als außen angewendet werden, aber sie bieten nur eine sehr eingeschränkte Farbauswahl.

Denn ihr wichtigstes Ziel ist es, den Beton zu schützen und auf diese Weise seine Dauerhaftigkeit in Bezug auf physikalische oder chemische Belastungen (Erosion, Frost/Tau ...) zu verbessern. Da es sich um eine harmonisierte Norm handelt, besteht die Verpflichtung für den Erhalt einer CE-Kennzeichnung. Diese Coatings werden häufig präventiv eingesetzt, um das Eindringen von krankheitserregenden Stoffen (z.B. CO<sub>2</sub>, Chloride, Sulfate ...) im Beton zu begrenzen. Im Falle einer Korrosion der Armierungen als Folge der Karbonatisierung des Betons (häufiger Schadenfall), ermöglicht es die Anwendung einer solchen Beschichtung, die Korrosion dadurch stark zu begrenzen, dass das Eindringen von Wasser verringert wird. Diese Coatings verbessern auch die Beständigkeit des Materials gegen Frost-Tau-Wechsel oder gegen spezifische chemische Belastungen (industrielle Umgebung, Verschmutzung, Säuren ...). Die Norm NBN EN 1504-2 stellt viele Anforderungen, die strenger zu sein scheinen als die Anforderungen aus der Norm NBN EN 1062-1. Ferner erwähnt

Leistungen von Coatings gemäß der Norm NBN EN 1062-1 (siehe auch Anhang A der TI 249).

E: Dicke des Trockenfilms [µm]	V: Wasserdampfdurchlässigkeit (S <sub>d</sub> ) [m]	W: Wasserdurchlässigkeit [kg/(m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup> )]	A: Rissfestigkeit <sup>(1)</sup> [µm]	C: CO <sub>2</sub> -Durchlässigkeit <sup>(2)</sup> (S <sub>d</sub> ) [m]
<ul style="list-style-type: none"> <li>E1 ≤ 50</li> <li>50 &lt; E2 ≤ 100</li> <li>100 &lt; E3 ≤ 200</li> <li>200 &lt; E4 ≤ 400</li> <li>400 &lt; E5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vo (keine Anforderung)</li> <li>V1 (groß): &lt; 0,14</li> <li>V2 (mittelmäßig): ≥ 0,14 und &lt; 1,4</li> <li>V3 (gering): ≥ 1,4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wo (keine Anforderung)</li> <li>W1 (groß): &gt; 0,5</li> <li>W2 (mittelmäßig): &gt; 0,1 und ≤ 0,5</li> <li>W3 (gering): ≤ 0,1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ao (keine Anforderung)</li> <li>A1: &gt; 100</li> <li>A2: &gt; 250</li> <li>A3: &gt; 500</li> <li>A4: &gt; 1.250</li> <li>A5: &gt; 2.500</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co (keine Anforderung)</li> <li>C1: &gt; 50</li> </ul>
<p>(1) Fähigkeit der Beschichtung, nicht zu reißen, wenn sich im Beton ein Riss bildet. Das Überbrücken eines Risses ermöglicht es, eine bestimmte (Wasser-)Dichtheit zu erhalten.</p> <p>(2) Bewertung des Einflusses der Beschichtung auf die Karbonatisierung des Betons. Der Schwellenwert von 50 m entspricht einer beachtlichen Verringerung der Karbonatisierungsgeschwindigkeit.</p>				



1 | Beschädigung eines Alkydanstrichs, der auf einen nichtkarbonatisierten Betonuntergrund und bei Vorhandensein von Feuchtigkeit angewendet wurde.



2 | Blasenbildung an der Oberfläche eines dunkelfarbigen Farbenstrichs, der auf einen Betonuntergrund angewendet wurde.

Die Blasenbildung kann im Allgemeinen auf eine Gasdruckzunahme in den unter der Oberfläche liegenden Poren infolge eines Temperaturanstiegs zurückgeführt werden.

die Norm NBN EN 1504-2 auch einige Dauerhaftigkeitskriterien (Alterungsbeständigkeit ...).

Wir möchten auch darauf hinweisen, dass für Schutz-Coatings für Beton eine BENOR-Marke existiert. Die an diese Markenkennzeichnung gestellten Anforderungen sind in die PTV 562 aufgenommen und stimmen größtenteils mit denen aus der Norm NBN EN 1504-2 überein, wobei der Unterschied darin besteht, dass zusätzliche Eigenschaften erwähnt werden (Farbstabilität, Abwaschbarkeit ...) und dass in bestimmten Fällen strengere Leistungen auferlegt werden als in der Norm.

### Aufbringung

Im Kapitel 5 der TI 249 wird die Vorbereitung und Aufbringung von Anstrichsystemen für Wandanwendungen Schritt für Schritt beschrieben. Wir möchten daran erinnern, dass es bei Betonuntergründen nicht möglich ist für die Fertigstellung den Ausführungsgrad III zu erhalten. Denn der Ausgangszustand des Untergrunds ist für das Endresultat ausschlaggebend und die Coatings können die Mängel im Beton nicht maskieren. Falls man ein glattes und einheitliches Aussehen erhalten möchte, muss man

zuerst die Oberfläche mit spezifischen Mörteln und Putzen nachbessern. Für Fußbodenanwendungen muss man die TI 216 zu Rate ziehen, die sich gegenwärtig in der Überarbeitung befindet (siehe [Les Dossiers du CSTC 2017/3.9](#)).

### Spezifische Mängel

Coatings auf Beton können vergleichbare Mängel wie Coatings aufweisen, die auf anderen mineralischen Untergründen angebracht wurden. Die Anwendungsbedingungen für die Anstriche auf Beton (Temperatur, Feuchtigkeit ...) werden im Kapitel 5 der TI 249 besprochen und die Haupt-Schadenfälle werden in Kapitel 7 dargelegt. Bestimmte Mängel sind jedoch für diesen Untergrund spezifisch, wie z.B.:

- **die Unverträglichkeit mit Alkydanstrichen** (siehe Abbildung 1). Diese Anstriche zersetzen sich, wenn sie auf einen nichtkarbonatisierten Betonuntergrund und bei Vorhandensein von Feuchtigkeit angewendet werden (Verseifung). Falls man solche Anstriche doch anwenden möchte, besteht die beste Lösung darin, zuerst eine nicht verseifbare Grundierung anzubringen, die den direkten Kontakt zwischen dem Anstrich und dem Untergrund vermeidet

- **Blasenbildung** (siehe Abbildung 2). Dieses Schadensbild tritt hauptsächlich bei glatten Oberflächen mit dunkelfarbigem Anstrichen auf. Diese Erscheinung kann im Allgemeinen auf eine Gasdruckzunahme in den unter der Oberfläche liegenden Poren infolge eines Temperaturanstiegs zurückgeführt werden. Die Problematik im Zusammenhang mit dunkelfarbigem Anstrichen und die diesbezüglichen Lösungen wurden behandelt in [Les Dossiers du CSTC 2015/2.13](#)
- **Blasenbildung in Epoxid- oder Polyurethananstrichen**. Trotz einer guten Haftung kann es einige Wochen oder sogar Monate nach der Aufbringung des Anstrichs zum Beginn einer Blasenbildung kommen. Es wurden verschiedene Theorien zur Erklärung dieser Erscheinung vorgebracht: osmotische Drücke oder Haftungs-mängel und eine unvollständige Vernetzung des Polymers. In beiden Fällen sorgt die Feuchtigkeit für eine Zunahme des Drucks im Beton. Der Feuchtigkeitsgehalt muss folglich vor der Coating-Anbringung kontrolliert werden (siehe [Les Dossiers du CSTC 2017/3.9](#)).

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

Neben den traditionellen Wasserenthärtern, die schon seit langem angewendet werden, um der Bildung von Kalkablagerungen entgegenzuwirken, existieren gegenwärtig auch viele andere Techniken, die dazu in der Lage sind. Zur Bewertung ihrer effektiven Leistungsfähigkeit, die Kalkbildung in einer Anlage für sanitäres Warmwasser zu begrenzen, kann man künftig auf eine Laborprüfung zurückgreifen.

# Bewertung der Leistungen von Kalkschutzbehandlungen

## Das Wasser in Belgien: eher hart als weich

Das Leitungswasser ist hauptsächlich halbhart bis hart. Das heißt, dass es eine gewisse Menge an Calciumionen und – in geringerem Maße – an Magnesiumionen enthält. Diese Menge oder Konzentration wird die Gesamthärte (TH) des Wassers genannt und wird in französischen Härtegraden (°f oder °fH) ausgedrückt. Ab 30 °f wird Wasser im Allgemeinen als hart betrachtet (siehe nachstehende Tabelle). Mit Ausnahme des Nordens von Flandern und des Südostens von Belgien schwankt die Härte des Leitungswassers in Belgien meistens zwischen 30 und 45 °f.

Obwohl hartes Leitungswasser für die Gesundheit nicht schädlich ist, bringt es doch einige Nachteile mit sich. So führt es, insbesondere wenn das Wasser erwärmt wird, zu Kalkablagerungen an der Oberfläche der Sanitärinstallationen. Diese Ablagerungen sind nicht nur unästhetisch, sondern haben auch in technischer Hinsicht bedeutende Konsequenzen, wie z.B. die Verringerung der Wasserdurchflussmenge, die Bildung von Schlamm, das schlechte Funktionieren des Sanitärzubehörs und der Verlust des thermischen Wirkungsgrads der Heizelemente. Dies erklärt, warum zahlreiche Eigentümer auf die Suche nach Geräten gehen, die in der Lage sind, der Bildung von Kalkablagerungen entgegenzuwirken.

## Der traditionelle Enthärter ist nicht mehr die einzige Option

Obwohl der Wasserenthärter auf Basis des Ionenaustauschs für eine lange Zeit die einzige Lösung gegen Kalkbildung

darstellte, existieren gegenwärtig zahlreiche Geräte, die auf anderen technischen Prinzipien beruhen. So sind heutzutage auch verschiedene Geräte, die mithilfe magnetischer und elektromagnetischer Prozesse funktionieren, sowie Geräte, die CO<sub>2</sub>-Injektionen und Zinkanoden nutzen, auf dem Markt erhältlich.

Da die traditionellen Wasserenthärter die Calcium- und Magnesiumionen in Natriumionen umsetzen, kann deren Leistungsfähigkeit, die Kalkablagerungen zu begrenzen, einfach dadurch bewertet werden, dass man nach der Behandlung die Wasserhärte misst. Die anderen oben erwähnten Geräte ändern die Wasserhärte dagegen nicht, wodurch es diese Methode nicht gestattet, deren Leistungen zu überprüfen. Folglich konnte das Bauzentrum bezüglich deren Wirksamkeit keine Empfehlungen erteilen. Die Anzahl der Anfragen für diesbezügliche Stellungnahmen steigt aber immer mehr an. Das WTB sah sich deshalb verpflichtet, auch für Geräte dieses Typs eine relevante Bewertungsmethode zu entwickeln.

## Eine neue Bewertungsmethode für Kalkschutzgeräte

Im Rahmen der vom FÖD Wirtschaft bezuschussten pränormativen Studie Evacode hat das WTB in seinem Laboratorium eine Methode zur Bewertung der effektiven Leistungsfähigkeit von

Wasserbehandlungsgeräten entwickelt, die dazu dienen, Kalkablagerungen in einer Anlage für sanitäres Warmwasser zu begrenzen. Das auf dem deutschen W 512-Verfahren basierte Bewertungsprinzip beruht auf dem Vergleich der Menge an Kalk, die einerseits in einem ersten Boiler gebildet wird, der mit von einem Kalkschutzgerät behandeltem Wasser gespeist wird, und andererseits in einem zweiten Boiler gebildet wird, der mit unbehandeltem Wasser gespeist wird. Das behandelte und unbehandelte Wasser wird dabei gleichzeitig zu zwei individuellen Warmwasserkreisen geleitet, die jeweils als Posten A und Posten B bezeichnet werden (siehe Schema auf der nächsten Seite). Das für die Prüfung verwendete Stadtwasser wird dabei auf eine kontrollierte Weise mit Natriumbicarbonat und Calciumchlorid angereichert, um es kalkreicher zu machen. Danach wird das Wasser auf identische Weise an die Posten A und B verteilt, wo es bis auf 60 °C erwärmt wird.

Im Kasten unter dem Schema sind die verwendeten Versuchsbedingungen aufgelistet.

Nach 21 Tagen der Warmwassererzeugung werden die Kalkablagerungen auf der Wand, dem Boden und dem elektrischen Widerstand gesammelt. Danach werden die Gesamtmassen der Ablagerungen der zwei Prüfposten (M<sub>A</sub> und M<sub>B</sub>) verglichen. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Massen, der

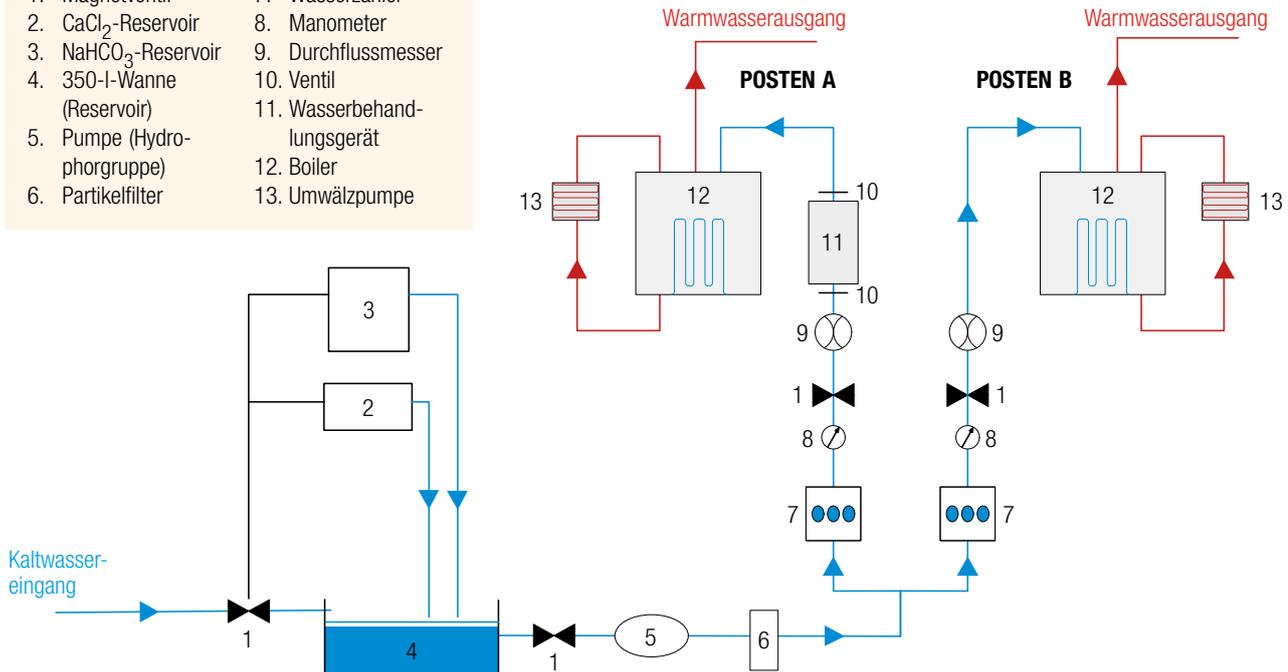
Wasserhärteskala.

Härte	0-7 °f	7-15 °f	15-30 °f	30-45 °f	> 45 °f
Wasser	Sehr weich	Weich	Halbhart	Hart	Sehr hart



### Prüfverfahren auf zwei individuellen Posten.

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Magnetventil                  | 7. Wasserzähler             |
| 2. CaCl <sub>2</sub> -Reservoir  | 8. Manometer                |
| 3. NaHCO <sub>3</sub> -Reservoir | 9. Durchflussmesser         |
| 4. 350-l-Wanne (Reservoir)       | 10. Ventil                  |
| 5. Pumpe (Hydrophorgruppe)       | 11. Wasserbehandlungsgesetz |
| 6. Partikelfilter                | 12. Boiler                  |
|                                  | 13. Umwälzpumpe             |



## Versuchsbedingungen

- Wassertemperatur: ca. 60 °C
- Verbrauch: 130 l/Tag (regelmäßige Entnahmen von 5 und 10 Litern während 16 Stunden, mit einer Stagnationszeit von 8 Stunden)
- Dauer der Prüfung: 21 Tage
- Gesamtverbrauch: ca. 2,7 m<sup>3</sup>

sogenannte E-Faktor, kann als Ausdruck der effektiven Leistungsfähigkeit eines Kalkschutzgeräts betrachtet werden, das dazu dient, die Bildung von Kalkablagerungen unter den oben erwähnten Versuchsbedingungen zu begrenzen:

$$E\text{-factor} = \frac{(M_B - M_A)}{M_B} * 100$$

In dem Maße, wie der E-Faktor eines Gerätes steigt, verbessert sich seine Leistungsfähigkeit, der Bildung von Kalkablagerungen in der Anlage entgegenzuwirken.

### Erste Prüfungen und Ergebnisse

Bis heute wurden im Laboratorium ‚Bauchemie‘ des WTB für jedes der oben erwähnten Geräte ein einziges Modell

nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren geprüft.

Die effektive Leistungsfähigkeit des Enthärters auf Basis des Ionenaustauschs, der eingestellt ist, um Wasser von 15 °f zu verteilen, beträgt unter den oben erwähnten Versuchsbedingungen etwa 90 %, während die der meisten anderen geprüften Kalkschutzgeräte niedriger lag oder in bestimmten Fällen sogar vernachlässigbar war. Das CO<sub>2</sub>-Injektionsgerät erwies sich in diesem Zusammenhang als besonders leistungsfähig. So kam sein Ergebnis nahe an das des auf 15 °f eingestellten Enthärters heran.

Bald werden auch noch andere Modelle geprüft werden, um eine allgemeine Stellungnahme bezüglich der Wirksamkeit der verschiedenen Kalkschutzbe-

handlungen formulieren zu können, die im Sektor der Wasserbehandlung vorgeschlagen werden. Darüber hinaus werden auch andere Versuchsbedingungen in Betracht gezogen werden, um unter anderem den Einfluss der Art und der Länge der Wasserleitungen bestimmen zu können.

### Schlussfolgerung

Früher konnte das WTB nur Empfehlungen über die Wirksamkeit von Kalkschutzgeräten erteilen, bei denen das im Wasser vorhandene Calcium und Magnesium eliminiert wurde. Jetzt verfügt das Bauzentrum jedoch über eine relevante allgemein verwendbare Methode zur Bewertung der Leistungsfähigkeit, die Bildung von Kalkablagerungen in Anlagen für sanitäres Warmwasser zu begrenzen. Das heißt, dass jeder Hersteller, Bauunternehmer oder Installateur künftig das WTB in Anspruch nehmen kann, um die effektive Leistungsfähigkeit eines Kalkschutzgeräts bewerten zu lassen, wobei er diese Informationen später auch an seine Kunden übermitteln kann. |

*P. Steenhoudt, Ir., Leiter des Laboratoriums  
Bauchemie, WTB*



Via CSTC-Mail (siehe [www.cstc.be](http://www.cstc.be)) bleiben Sie, was das Erscheinen der Langfassung dieses Artikels betrifft, auf dem Laufenden: Les Dossiers du CSTC 2017/4.12



In der letzten Zeit hat man immer mehr mit Hitzewellen zu kämpfen, die im Sommer eine Überhitzung unserer Wohnung mit sich bringen können. Aber wie lässt sich dieses Phänomen vermeiden? Welche Maßnahmen kann man ergreifen, um trotz hoher Außentemperaturen eine angenehme Innentemperatur zu behalten? Obwohl zahlreiche Parameter einen Einfluss auf das Überhitzungsrisiko haben, wird in diesem Artikel klar, dass es vor allem die Aktionen der Bewohner selbst sind, die es ermöglichen, angenehme Innentemperaturen aufrechtzuerhalten.

# Den thermischen Komfort im Sommer aufrechterhalten

## Etwas zu warme Innentemperaturen im Sommer

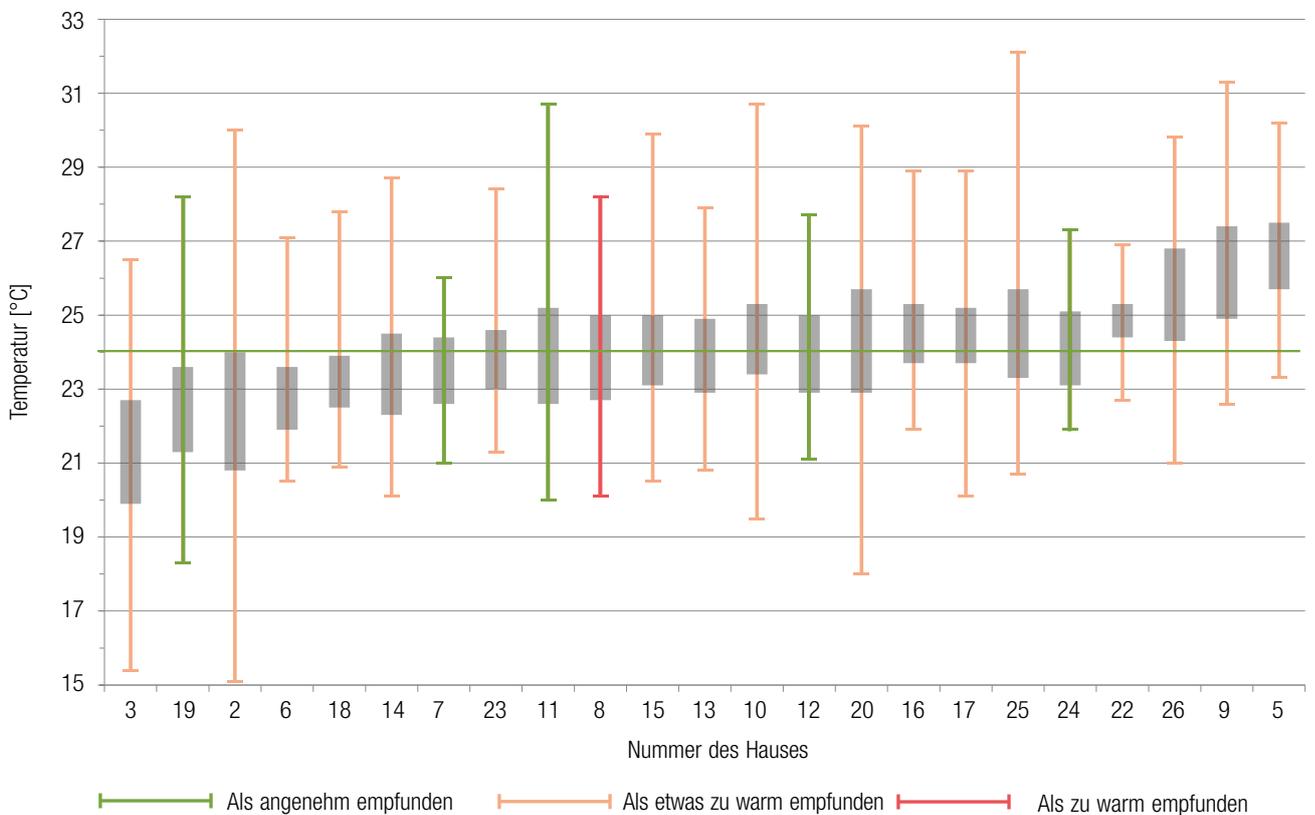
Das WTB hat in Zusammenarbeit mit der UCL eine Zufriedenheitsstudie bei 149 Hauseigentümern durchgeführt. Die untersuchten Häuser wurden größtenteils zwischen 2008 und 2012 gebaut und wiesen bessere Energieleistungen auf als jene, die damals auferlegt wurden. Das Energieleistungsniveau  $E_w$  dieser Häuser betrug im Mittel 55 und war immer kleiner als oder gleich 100 (globales Dämmniveau  $K$  zwischen

13 und 43). Daneben wurden auch etwa zehn Passivhäuser untersucht und verschiedene Baumethoden (Holzskelett, Mauerwerk ...) und technische Anlagen (Lüftungs- und Wärmeerzeugungstyp ...) berücksichtigt.

Aus dieser Studie hat sich ergeben, dass im Sommer hauptsächlich im Wohnzimmer und in den Schlafzimmern ein gewisser mangelnder Komfort besteht. So finden mehr als 60 % der Eigentümer die Innentemperatur an diesen Orten ‚etwas zu warm‘ oder sogar ‚zu warm‘.

## Die Empfindlichkeit der Bewohner hat einen Einfluss auf den empfundenen mangelnden Komfort

In 23 der 149 Häuser, die in der Studie untersucht wurden, wurden ein Jahr lang (2016) verschiedene Messungen des Raumklimas durchgeführt (Temperatur, relativer Feuchtigkeitsgrad und  $CO_2$ -Konzentration). Bei der Auswahl der untersuchten Häuser wurden die gleichen Kriterien wie in der ersten Gruppe von Wohnungen berücksichtigt. Wir



Innentemperatur, die in den Nächten vom 21. Juni bis 22. September 2016 alle fünf Minuten gemessen wurde.



Beispiel für die Effizienz einer intensiven Nachtlüftung für zwei aneinandergrenzende Häuser (siehe Grafik auf der vorherigen Seite).

Eigenschaft	Haus Nr. 3	Haus Nr. 5
Intensive, natürliche Nachtlüftung	Ja	Nein
Geschütztes Volumen	449 m <sup>3</sup>	567 m <sup>3</sup>
Globales Dämmniveau K	13	
Trägheit	Wenig massive Struktur	
Hauptorientierung der Verglasung	Süden	
Luftwechselzahl bei n <sub>50</sub>	0,64 h <sup>-1</sup>	0,57 h <sup>-1</sup>
Mittlere gemessene Temperatur	21,4 °C	26,7 °C

möchten auch darauf hinweisen, dass kein einziges der 23 Häuser mit einer Klimaanlage ausgestattet war.

Die Grafik auf der vorherigen Seite gibt die Innentemperatur in den 23 Elternschlafzimmern an, die vom 21. Juni bis 22. September 2016 alle fünf Minuten gemessen wurde, und zwar nur nachts von 22 bis 6 Uhr.

Die in den Häusern der Nrn. 8, 13 und 12 gemessenen Temperaturen veranschaulichen die Empfindlichkeitsunterschiede der Bewohner. So können manche eine bestimmte Innentemperatur als ‚angenehm‘ empfinden, während andere diese ‚etwas zu warm‘ oder sogar ‚zu warm‘ finden können.

### Eine zu hohe Innentemperatur kann die Schlafqualität beeinträchtigen

Im Vereinigten Königreich empfiehlt der CIBSE (*Chartered Institution of Building Services Engineers*) für Gebäude, die nicht mit einer Klimaanlage ausgestattet sind, eine maximale Innentemperatur von 24 °C in den Schlafzimmern. Denn die Forschung hat nachgewiesen, dass dies die Grenze ist,

an der die Schlafqualität abzunehmen beginnt.

Die vom WTB durchgeführte Untersuchung hat allerdings gezeigt, dass die Grenze von 24 °C bei den meisten Häusern regelmäßig überschritten wird.

### Einfache Maßnahmen, um zu vermeiden, dass die Temperatur ansteigt

Da Neubauten besser wärmegeklämt und luftdichter sind, könnte man davon ausgehen, dass sie auch besser gegen Überhitzung geschützt sind. Dagegen denken manche Leute, dass die Wärme, die sich tagsüber im Haus aufspeichert, nachts schwerer abgeführt werden kann, wodurch sich das Überhitzungsrisiko erhöht.

Anhand einer gründlicheren Analyse der gemessenen Temperaturen wurde trotzdem festgestellt, dass die Innentemperatur durch bestimmte elementare Maßnahmen stark beeinflusst wird, und zwar unabhängig von der Baumethode, der Gebäudehülle oder dem Dämmniveau. Diese Maßnahmen betreffen sowohl den Planer, den Bauunternehmer als auch den Bewohner selbst:

- **Ab der Entwurfsphase müssen**

### Außen-Sonnenschutzvorrichtungen vorgesehen werden.

Nur 15 % der 149 Eigentümer haben geantwortet, dass ihr Haus mit Außen-Sonnenschutzvorrichtungen ausgestattet ist, die schon beim Entwurf vorgesehen waren. Darüber hinaus verfügten nur 5 der 23 untersuchten Häuser über Außen-Sonnenschutzvorrichtungen, obwohl beim Entwurf vorgesehen war, dass dies bei der Hälfte der Häuser der Fall sein müsste

- Die Bewohner müssen **darauf achten, dass die Sonnengewinne, die durch die Fenster in die Häuser gelangen, so weit wie möglich reduziert werden.** Bei Nichtvorhandensein von Außen-Sonnenschutzvorrichtungen können hellfarbige Innen-Sonnenschutzvorrichtungen einen Teil der Sonnengewinne reduzieren
- Schließlich **wird die intensive, natürliche Nachtlüftung noch zu häufig außer Acht gelassen,** obwohl ihre Wirksamkeit gegen Überhitzung im Sommer außer Frage steht (siehe vorstehende Tabelle). Manche Häuser verfügen jedoch nicht über die richtige Ausstattung, um eine solche Lüftung gewährleisten zu können (Mangel an Fenstern mit Insektenschutzgittern, Einbruchgefahr im Erdgeschoss ...). Außerdem sind einige Eigentümer sich nicht darüber bewusst, dass ihre hygienische Lüftungsanlage nichts an der Notwendigkeit einer intensiven, natürlichen Nachtlüftung ändert. Es ist deshalb wesentlich, die Benutzer bei der Abnahme der Arbeiten darüber zu informieren. |

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

Dieser Artikel wurde im Rahmen  
des MEASURE-Projekts, mit der  
Unterstützung der DGO4 der Wallonischen  
Region, verfasst.

## Wie ist diese Grafik zu lesen?

Exemplarisch gehen wir vom Schlafzimmer des Hauses Nr. 12 aus, von dem die Eigentümer finden, dass darin eine angenehme Temperatur herrscht (dargestellt durch die grüne Farbe). Während der Sommernächte von 2016 schwankte diese Temperatur zwischen 21 °C und 28 °C. Für 25 % der Messungen lag die Innentemperatur unter 23 °C und für weitere 25 % betrug sie mehr als 25 °C. Das bedeutet, dass die Temperaturen für 50 % der Messungen, also die Hälfte der Zeit, zwischen 23 °C und 25 °C schwankten (dargestellt durch das graue Rechteck).

Im CSTC-Magazine 2001/1 wurden die akustischen Leistungen von Holzdecken schon im Detail analysiert. Im vorliegenden Artikel gehen wir näher auf einige gängige und innovative Lösungen ein, die darauf abzielen, diese Leistungen zu verbessern, um einen normalen oder einen erhöhten akustischen Komfort zu erreichen.

# Akustische Renovierung von Holzdecken

Die Luft- und Kontaktschalldämmung von traditionellen Holzdecken ist häufig sehr gering. Wenn diese Decken zwei Wohnungen trennen, werden ihre Leistungen fast immer nicht ausreichend sein, um den gegenwärtigen Anforderungen der Akustiknorm NBN S 01-400-1 zu genügen. Die Schalldämmung von solchen Decken kann glücklicherweise durch die Ausführung von Installationsbodensystemen und/oder abgehängten Deckensystemen beträchtlich verbessert werden. In Abhängigkeit der Randbedingungen (z.B. Ort, Budget, Eigentum ...) kommen diese Lösungen manchmal jedoch nicht in Betracht. Deshalb hat das WTB im Rahmen verschiedener Projekte (AH+, STAR, Do-It-Houtbouw ...) und in Zusammenarbeit mit diversen Herstellern in seinem Akustiklabor eine Reihe umfangreicher Messkampagnen durchgeführt, um dafür innovative Lösungen zu finden.

## 1 Die Luft- und Kontaktschalldämmung von Holzdecken

In alten Wohnungen stehen die Holz-

decken häufig mit vertikalen, schweren Mauerwerkswänden in Verbindung. Wenn diese Decken jedoch im Hinblick auf eine akustische Verbesserung renoviert werden, wird die maximal erreichbare **Luftschalldämmung** durch die flankierende Schallübertragung über diese Wände begrenzt (siehe Pfeil F-f in der nachstehenden Abbildung). Dies ist auf den großen Massenunterschied zwischen diesen Decken und den tragenden Wänden zurückzuführen (siehe [CSTC-Magazine 2001/1](#)). Um einen normalen akustischen Komfort zu erreichen, müssen durchlaufende Massivwände, deren Oberflächenmasse kleiner ist als die von aus 30 cm dickem Ziegelstein bestehenden Wänden (m.a.W. 390 kg/m<sup>2</sup>), auf mindestens einem Geschoss mit einer akustisch effizienten Vorsatzwand versehen werden ( $\Delta R_w \geq 12$  dB, siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/4.14](#)). Wenn man einen erhöhten akustischen Komfort haben möchte, muss auf beiden Geschossen eine solche Vorsatzwand installiert werden.

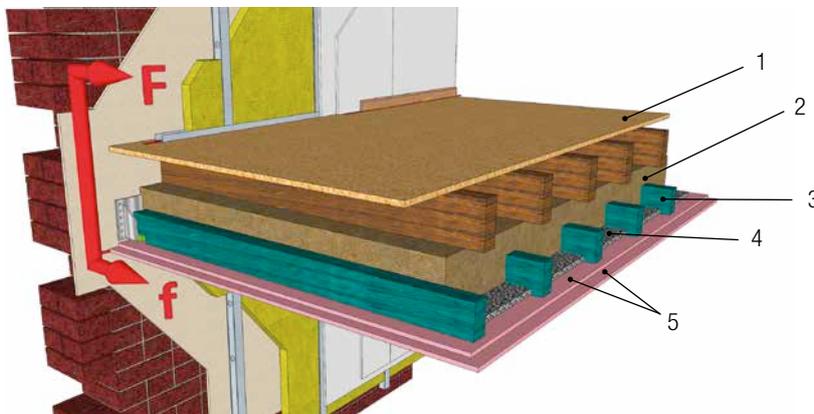
Bei der **Kontaktschalldämmung** von Holzdecken spielt die flankierende

Schallübertragung im Gegensatz zur direkten Übertragung, die dabei ausschlaggebend ist, eine weniger wichtige Rolle. Folglich lässt sich ein Deckensystem auf bloßer Basis seiner im Labornachgewiesenen Kontaktschalldämmleistung auswählen.

## 2 Innovative Lösungen

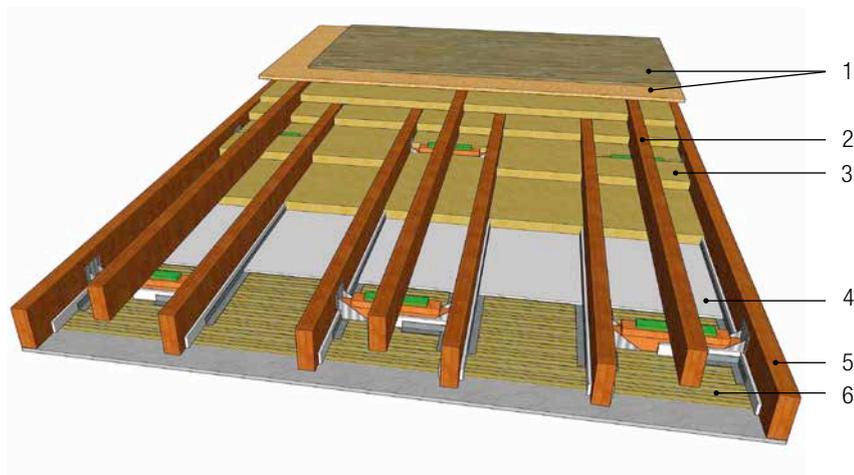
### 2.1 Bei Decken mit sichtbaren Deckenbalken

Wenn man nur längs der Oberseite eingreifen kann, ist es für eine Basisgeschossdecke mit sichtbaren Deckenbalken praktisch unmöglich, den Anforderungen an einen normalen akustischen Komfort zwischen Wohnungen zu entsprechen. Wenn man dagegen nur längs dieser Basisgeschossdecke arbeiten kann, hat man die Möglichkeit, eine ganz unabhängige abgehängte Decke anzubringen, und zwar mithilfe einer zusätzlichen Balkenlage (siehe Abbildung 1) oder eines Metallskeletts. In dem Fall lässt sich durchaus ein zufriedenstellender akustischer Komfort erreichen.



1 | Deckenaufbau mit einer unabhängigen abgehängten Decke auf einer zusätzlichen Balkenlage, mit dem sich ein erhöhter akustischer Komfort erreichen lässt.

1. OSB-Platte (22 mm dick) auf existierenden Balken
2. Deckenhohlraum ( $\geq 40$  cm), gefüllt mit Mineralwolle ( $\geq 20$  cm)
3. Zusätzliche Balkenlage, schwingungsentkoppelt von der Wand mittels elastischer Auflagepads
4. Splittschicht ( $\geq 25$  mm) (ohne diese Schicht lässt sich nur ein normaler akustischer Komfort erreichen)
5. Zwei feuerbeständige Gipsplatten (jeweils 15 mm dick) (kein Kontakt mit der Wand und den Balkenschuhen)



1. Multiplexplatte (18 mm dick) und OSB-Platte (22 mm dick) (kein Kontakt mit den existierenden Balken)
2. Neue Balken, angebracht zwischen den existierenden Balken, auf Klötzen mit dazwischen gelegten Elastomer-Auflagepads (15 mm dick)
3. Deckenhohlraum ( $\geq 20$  cm), vollständig gefüllt mit Mineralwolle
4. Feuerbeständige Platten, angebracht auf L-Profilen zwischen den existierenden Balken
5. Existierende Balken
6. Existierende Zimmerdecke, bestehend aus Putz auf Lattung

2 | Deckenaufbau mit einer zusätzlichen schwingungsentkoppelten Balkenlage auf Holzklötzen, mit dem sich ein normaler akustischer Komfort erreichen lässt.

## 2.2 Bei Zimmerdecken aus Putz auf Lattung

In Herrenhäusern bestehen die Zimmerdecken häufig aus Putz auf einer Lattung, deren Masse stark variieren kann (von etwa 20 bis 60 kg/m<sup>2</sup>), je nach Dicke und Typ des Putzes oder Mörtels.

Falls bei solchen Deckenkonstruktionen nur längs der Oberseite eingegriffen werden kann, lässt sich ein normaler akustischer Komfort durch die Ausführung eines entkoppelten Bodensystems erreichen, beispielsweise auf Basis einer

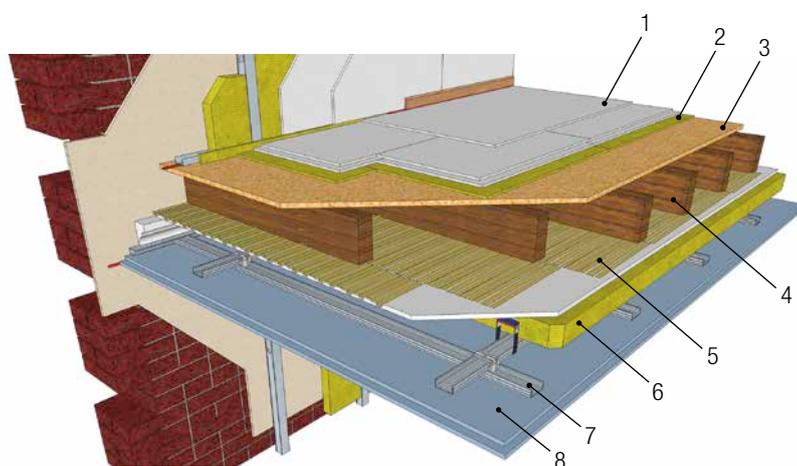
zusätzlichen schwingungsentkoppelten Balkenlage (siehe Abbildung 2).

Wenn man längs beider Seiten Anpassungen durchführen kann, lässt sich ein erhöhter akustischer Komfort durch die Kombination eines ‚schweren‘ schwimmenden Bodensystems mit einer zusätzlichen abgehängten Decke erreichen (siehe Abbildung 3).

Schließlich möchten wir betonen, dass für alle hier vorgeschlagenen Lösungen zuvor eine Stabilitätsstudie und eine Brandschutzanalyse ausgeführt werden muss.

L. De Geetere, Dr. Ir., Leiter der Abteilung Akustik, WTB

Dieser Artikel wurde verfasst im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes ‚Eco-construction et développement durable‘ (bezuschusst durch InnovIRIS) und des Projekts ‚Innovatieve details in de binnenafwerking‘ (bezuschusst von der VLAIO).



1. Drei faserverstärkte Gipsplatten (jeweils 10 mm dick) (\*)
2. Mineralwolle hoher Dichte (10 mm dick)
3. OSB-Platte (18 mm dick) auf Balken (Mittenabstand  $\geq 45$  cm)
4. Deckenhohlraum  $\geq 17$  cm
5. Existierende Zimmerdecke, bestehend aus Putz auf Lattung
6. Deckenhohlraum, gefüllt mit mindestens 8 cm dicker Mineralwolle
7. Doppel-Stahlskelett, befestigt an akustischen Metallaufhängern (\*)
8. Zwei akustische Gipsplatten (jeweils 12,5 mm dick) (\*)

(\*) Bei der Verwendung von klassischen (feuerbeständigen) Gipsplatten an einem Doppelskelett mit steifen Aufhängern wird im Allgemeinen ein normaler akustischer Komfort erreicht. Dies ist auch der Fall, wenn nur zwei faserverstärkte Gipsdeckenplatten mit der in der Abbildung vorgeschlagenen abgehängten Decke kombiniert werden.

3 | System, bestehend aus einem ‚schweren‘ schwimmenden Boden und einer akustischen abgehängten Decke, mit dem sich ein erhöhter akustischer Komfort erreichen lässt.

Angesichts des zunehmenden Einsatzes von BIM und des Anstiegs der Menge an Informationen, die innerhalb eines Projektes verwaltet werden müssen, ist es erforderlich, die Daten aus dem digitalen Modell so zu strukturieren, dass sie genutzt und zum richtigen Zeitpunkt ausgetauscht werden können. Die Nutzung eines Klassifikationssystems kann dabei ein praktisches Hilfsmittel darstellen, und zwar umso mehr wenn die verschiedenen Beteiligten die gesamte Lebensdauer des Projekts über dieselbe Klassifikation anwenden.

## Welche Klassifikation(en) für BIM?

Indem die Einzelteile des Gebäudedatenmodells klassifiziert werden, können die Projektpartner in einer gut organisierten, gemeinschaftlichen Umgebung arbeiten, was natürlich der gegenseitigen Kommunikation zugutekommt.

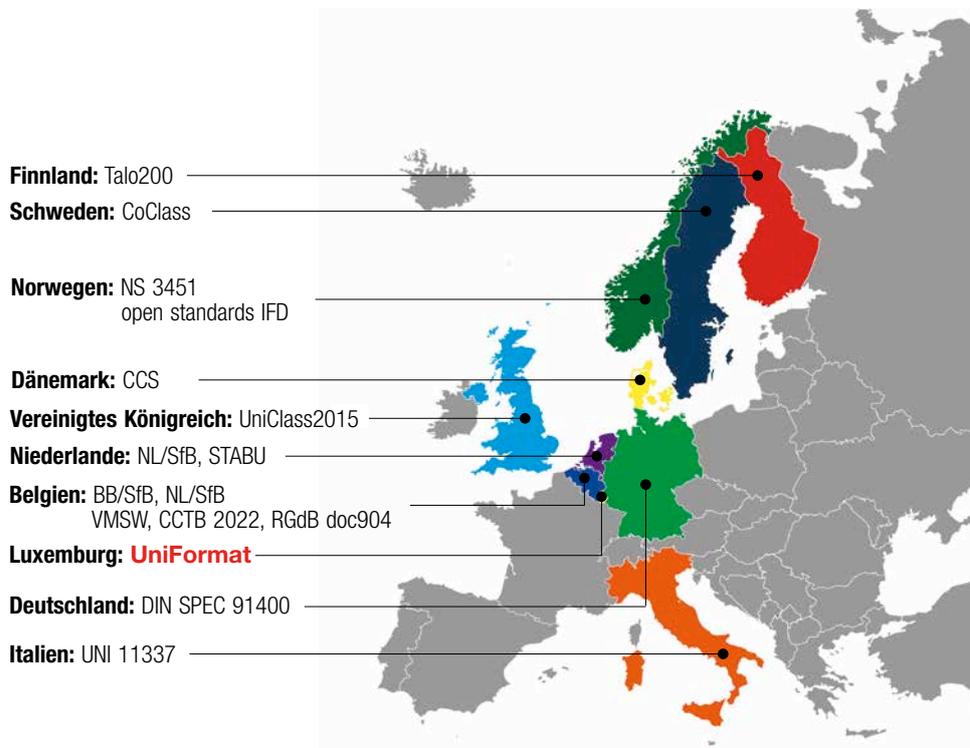
Mit dem Bewusstsein dieser Herausforderungen haben die Arbeitsgruppen des Technischen Komitees BIM & ICT (AG1 ‚Klassifikation‘) und des Cluster BIM ein Recherche- und Analyseprojekt auf die Beine gestellt, dessen Ziel es ist, zu überprüfen, welche existierenden Klassifikationssysteme am besten für den Einsatz mit BIM geeignet sind.

### Vorbereitende Fragen

Man muss sich zuerst und vor allem die folgenden grundlegenden Fragen stellen:

- Warum will man klassifizieren?
- Zu welchem Zweck wird diese Klassifikation verwendet oder wird sie eingesetzt werden?
- Was muss klassifiziert werden und wie muss dies erfolgen?

Um diese Fragen beantworten zu können, hat sich die AG1 einen Einblick in die Normen ISO 2274:2013 und ISO 12006-2:2015 verschafft. Die zuerst genannte Norm enthält eine Anzahl allgemeiner Empfehlungen für die Ausarbeitung eines Klassifikationssystems. Darin wird unter anderem deutlich gemacht, dass die Klassifikation eine unterschiedliche Struktur für die gleiche Gesamtheit von Elementen erhalten kann, je nach den gewählten Unterteilungskriterien (Funktionen, Lose ...) und der beabsichtigten Zielsetzung. Die zweite Norm muss als eine inter-



Karte von den in Europa existierenden Klassifikationssystemen (korrigiert am 28. August 2018).

nationale Referenz für die Erstellung von Klassifikationssystemen im Bereich des Bauwesens betrachtet werden. Darin wird mit Nachdruck empfohlen, ein Klassifikationssystem **in allen Sektoren** (Gebäude, Infrastrukturen, Landschaftsgestaltung) und **allen Disziplinen** (Architektur, Strukturen, spezielle Techniken) des Bauwesens zu verwenden, sowie während **der gesamten Entwicklung und Lebensdauer eines Projekts** (Programm, Vorentwurf, endgültiger Entwurf, Ausführung, Nutzung).

Im Bausektor stellt man jedoch fest, dass der Einsatz von Klassifikationssystemen eher fragmentiert ist den Projektphasen

zufolge. So wird in Belgien während des Vorentwurfs und des Entwurfs häufig die Tabelle 1 des Systems BB/SfB <sup>(1)</sup> genutzt, wohingegen die Beteiligten während der späteren Phasen (Ausführung und Nutzung) im Allgemeinen auf andere Klassifikationen zurückgreifen, die an ihre Bedürfnisse angepasst sind. Durch diese Arbeitsweise ist es nicht immer möglich, während des gesamten BIM-Prozesses die Rückverfolgbarkeit der Projektelemente zu gewährleisten.

<sup>(1)</sup> Das System BB/SfB ist ein belgisches Klassifikationssystem, das für den Bausektor spezifisch ist.



Überprüfung der Übereinstimmung von zwei Klassifikationssystemen mit der Norm ISO 12006-2:2015.

Klassifikationssystem	Sektoren			Fachgebiete			Phasen				
	Gebäude	Infrastrukturen	Landschaftsgestaltung	Architektur	Strukturen	Spezielle Techniken	Programm	Vorentwurf	Endgültiger Entwurf	Ausführung	Nutzung
CCTB	✓	✗	~	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	~
VMSW	~	✗	~	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	~

### Stand der Dinge und Analyse der existierenden Klassifikationen

Um zu ermitteln, ob ein bestehendes Klassifikationssystem für BIM optimal verwendbar ist, ist eine gründliche Analyse erforderlich. Die Mitglieder der AG1 und vom Cluster BIM haben eine Liste mit den in Europa existierenden und in Belgien häufig verwendeten Klassifikationen erstellt.

Aus dieser Liste wurden die folgenden Klassifikationssysteme gewählt und danach einer Analyse unterzogen (siehe Karte auf der vorherigen Seite):

- **CCS** (Cuneco Classification System) (DK) und **Uniclass 2015** (UK): Es handelt sich dabei um die neuesten Klassifikationen, die im Rahmen von BIM geschaffen wurden
- **BB/SfB, NL/SfB, VMSW** (Vlaamse Maatschappij voor Sociaal Wonen) und **CCTB 2022** (Cahier des charges type-Bâtiments) (BE): Es handelt sich dabei um die Klassifikationen, die in Belgien am häufigsten verwendet werden
- **STABU** (Standaardbestek Burger- en Utiliteitsbouw) (NL): Es handelt sich dabei um eine Klassifikation, die in den Niederlanden bei der Erstellung von Lastenheften sehr häufig verwendet wird, die aber auch in Belgien bekannt ist
- **ETIM**: Es handelt sich dabei um eine Klassifikation, die für den Bereich der speziellen Techniken und das *Facility Management* spezifisch ist
- **OmniClass** (USA): Es handelt sich

dabei um eine Klassifikation, die vielfältig in der USA, aber gelegentlich auch in Europa angewendet wird (z.B. durch bestimmte französische und luxemburgische Bauakteure).

### Analysemethode

Um für alle gewählten Klassifikationen eine objektive und identische Arbeitsweise (?) sicherstellen zu können, wurde eine Analysemethode entwickelt, die auf den sechs folgenden Aspekten beruht:

- *Identity Card*
- *BIM Key Characteristics*
- *Use*
- *Implement in Software*
- *Plugins*
- *Websites*.

Eines der ‚BIM-Schlüsselmerkmale‘ (*BIM Key Characteristics*) ist die Übereinstimmung des Klassifikationssystems mit den Empfehlungen aus der Norm ISO 12006-2:2015. Diese Übereinstimmung wird dadurch kontrolliert, dass für jedes System überprüft wird, ob es für alle Sektoren, für alle Disziplinen und in allen Phasen verwendbar ist. Die vorstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ergebnisse, die für die CCTB- und VMSW-Klassifikation erreicht wurde.

Auch der Aspekt ‚Use‘ ist von äußerster Wichtigkeit. Dabei wird überprüft, inwieweit das Klassifikationssystem auf

verschiedene Detailgrade anwendbar ist, und zwar für alle Projektphasen.

### Perspektiven

Die Ergebnisse dieser Analyse und des Vergleichs der existierenden Klassifikationssysteme werden im Laufe des Jahres 2018 in Form von Merkblättern veröffentlicht werden. Diese müssen die Projektpartner in die Lage versetzen, zu überprüfen, ob die betreffenden Klassifikationen im Rahmen von BIM verwendbar sind und ihren Erfordernissen entsprechen.

Parallel zu dieser Publikation werden die Klassifikationssysteme, die für BIM als die am besten geeigneten erachtet werden, anhand eines praktischen Anwendungsfalls geprüft, um die Schlussfolgerungen der theoretischen Analyse zu validieren. Diese praktische Umsetzung muss es gestatten, die Aspekte ‚Use‘ und ‚Implement in Software‘ (Implementierung des Klassifikationssystems in ein Programm) weiter zu vertiefen, und zwar durch die Entwicklung eines digitalen Modells und die Klassifikation von dessen Einzelteilen.

All dies muss die Arbeitsgruppe in die Lage versetzen, Empfehlungen in Bezug auf Klassifikationssysteme zu formulieren, die für den Einsatz von BIM in Belgien am besten geeignet sind. ■

M. Huerdo Fernandez, Arch., Hauptberater,  
und P. Dewez, Ir.-Arch., Berater, Dienst BIM und Informationstechniken, WTB

(?) Für weitere diesbezügliche Informationen verweisen wir auf die folgende BIMportal-Seite:

<https://www.bimportal.be/nl/projecten/tc/publicaties-resultaten/analyse-classificatiesystemen-kader-bim/>.

Für den Erfolg eines Projekts ist es unerlässlich, das auf einer Baustelle für die Ausführung vorhandene Material gut zu verwalten. Darunter fallen auch die Bestellungen bei den Lieferanten, der Empfang der Lieferungen und die Lagerung auf der Baustelle.

# Hin zu einer besseren **Verwaltung der Bestellungen und Lagerbestände**

## Problematik

Kürzlich wurden bei mehreren Bauunternehmen einige Befragungen durchgeführt, die drei große Probleme ans Licht gebracht haben.

Erstens werden **die Materialien häufig** in Bezug auf die Ausführungsplanung **zu spät bestellt**. Da die Lieferanten mit genau festgelegten Lieferzeiten arbeiten, ist es wichtig, dass das Unternehmen dies bereits vorausschauend berücksichtigt, indem es eine Planung für die Bestellungen erstellt. Denn eine Verzögerung der Lieferung wird auch eine Verzögerung hinsichtlich der Ausführungsplanung mit sich bringen und die Baustellenkosten ansteigen lassen. Eine solche Antizipation und Planung ist somit äußerst wichtig.

Zweitens kann eine **nicht ausreichende Kommunikation** zwischen den Projektpartnern bestimmte Probleme und demzufolge eine Zeitverschwendung zur Folge haben, wie z.B.:

- Verzögerungen der Lieferung, bedingt durch eine geänderte Zufahrt, eine falsche Adresse ...
- Verzögerungen beim Entladen wegen gleichzeitiger Lieferungen
- der Stillstand eines Krans, bedingt durch das Warten auf die Lieferung von Materialien.

Um unter anderem Lieferverzögerungen und eine zu starke Verkehrsverdichtung an der Zufahrt der Baustelle zu vermeiden, ist eine gute Koordination zwischen den verschiedenen beteiligten Personen unerlässlich (z.B. sollte die Kontaktperson und die Sprache des Lieferanten bekannt sein).

Drittens verursacht auch **die Lagerung der Materialien auf der Baustelle** Ineffizienzkosten. So kann die vorzeitige

Baustellenlieferung von Materialien, die nicht sofort verarbeitet werden können, Mehrkosten zur Folge haben (z.B. Verwaltung des Lagerbestands, Diebstahl auf der Baustelle, Zeitverlust durch die Suche nach einem Produkt). Folglich müssen diese auf der Baustelle zu lagernden Materialmengen möglichst auf ein Minimum begrenzt werden.

## Mögliche Lösungen

Es gibt verschiedene Lösungen für diese Probleme. Im Folgenden gehen wir näher auf zwei davon ein.

Die erste Lösung betrifft **die Planung der Bestellungen und Lieferungen**. Die allgemeine mittel- und langfristige Projektplanung (z.B. erstellt mit einer Software für die Projektplanung) muss es ermöglichen, die Bestellungen zu planen, während die kurzfristige Ressourcenplanung (z.B. erstellt mit einer Software für die Ressourcenplanung oder einer Wandtafel in der Baubaracke; siehe Abbildung) es gestatten muss, die Lieferungen genau zu planen. Bei Großbaustellen könnte die Planung der Lieferungen auch dazu verwendet werden, die Zusammenarbeit zwischen den etwaigen Partnern und Subunternehmern zu fördern, um unter anderem gleichzeitige oder unnötige Lieferungen zu vermeiden. Diese Planung zielt darauf ab, die Lieferungen nach dem *Just-in-time*-Verfahren ablaufen zu lassen, das heißt, dass die Materialien erst unmittelbar vor ihrer Verarbeitung auf die Baustelle geliefert werden.

Die zweite Lösung besteht darin, **effiziente Kommunikationsmittel einzusetzen, die von allen Lieferanten genutzt werden können**. Dazu könnte man eine Plattform zur Dokumentenverwaltung benutzen, um alle Informationen im Zusammenhang mit der Baustelle zu

kommunizieren (z.B. Zugangsplan, Adresse, Kontaktperson). Auf diese Weise lassen sich die **Dokumente** auf einmal für alle Lieferanten aktualisieren, wodurch der Verlust von Informationen vermieden wird.



## Langfristige Ziele

Es werden gegenwärtig Untersuchungen in Bezug auf die Machbarkeit einer **digitalen gemeinschaftlichen Plattform für die Verwaltung von Lieferungen** durchgeführt. Ziel dieser Plattform ist es, die Planung von Lieferungen zu zentralisieren (durch eine verbesserte Kommunikation zwischen den Unternehmen und den Lieferanten), die Verfolgung der Güter während der Lieferung zu organisieren oder den Empfang der Güter auf der Baustelle zu erleichtern (\*).

Auch die Errichtung von **urbanen Distributionszentren** für Baustellenmaterialien wird im Rahmen von einigen europäischen Projekten untersucht. Damit will man den Transport von Baumaterialien in einer städtischen Umgebung optimieren und die *Just-in-time*-Lieferungen auf der Baustelle dadurch erleichtern, dass ein Pufferraum für die Lagerung geschaffen wird.

*F. Suain, Ing., Senior-Hauptberater, Abteilung Verwaltung und Qualität, WTB*

(\*) Das Urbanwise-Projekt wird von der ULB in Zusammenarbeit mit dem WTB, dem CRR und Multitel und mit der finanziellen Unterstützung von Wallonien (DGO6) und der Region Brüssel-Hauptstadt durchgeführt.

# WTB-Winterkurse



## Geeignete Dächer: Metalldeckungen und Anbringung von Solarzellenplatten

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

<b>Mons</b> (IFAPME):	Mittwoch, den 31. Januar und 7. Februar 2018
<b>Gembloux (Isnes)</b> (IFAPME):	Mittwoch, den 21. und 28. Februar 2018
<b>Brüssel</b> (ECAM):	Mittwoch, den 7. und 14. März 2018
<b>Verviers</b> (IFAPME):	Mittwoch, den 21. und 28. März 2018



## Ableitung von Regen- und Abwasser

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

<b>Brüssel</b> (ECAM):	Montag, den 19. und 26. Februar 2018
<b>Mons</b> (IFAPME):	Mittwoch, den 7. und 14. März 2018
<b>Grâce-Hollogne</b> (Construform):	Montag, den 20. und 27. März 2018
<b>Perwez</b> (IFAPME):	Mittwoch, den 18. und 24. April 2018

Melden Sie sich bitte vorzugsweise über die Website [www.cstc.be](http://www.cstc.be) (Rubrik ‚Agenda‘) an.

## Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

- auf unserer Website:
  - kostenlos für Auftragnehmer, die Mitglied des WTB sind
  - über den Bezug im Abonnement für die sonstigen Baufachleute (Registrierung unter [www.cstc.be](http://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](mailto: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](mailto:info@bbri.be)) an S. Eeckhout.
- Nützlicher Link: [www.cstc.be](http://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](http://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