



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2014/1

Neue Anforderungen ...
neue Risiken!



Eine Übergangsphase für die Baupathologie?
S. 3

Nutzung von Regenwasser in Gebäuden
S. 9

Wasserdichte und gut gedämmte Mauerfüße
S. 18

Neue zu beachtende Punkte für ETICS
S. 21

Inhalt 2014/1

Eine Übergangsphase für die Baupathologie? 3

Größer, dünner oder gesünder: Was sind die Folgen für den Bauunternehmer? 6

Nutzung von Regenwasser in Gebäuden..... 9

Zwischen Rohbau und Ausbau: Entwicklung der Materialien und ihrer Charakteristiken..... 12

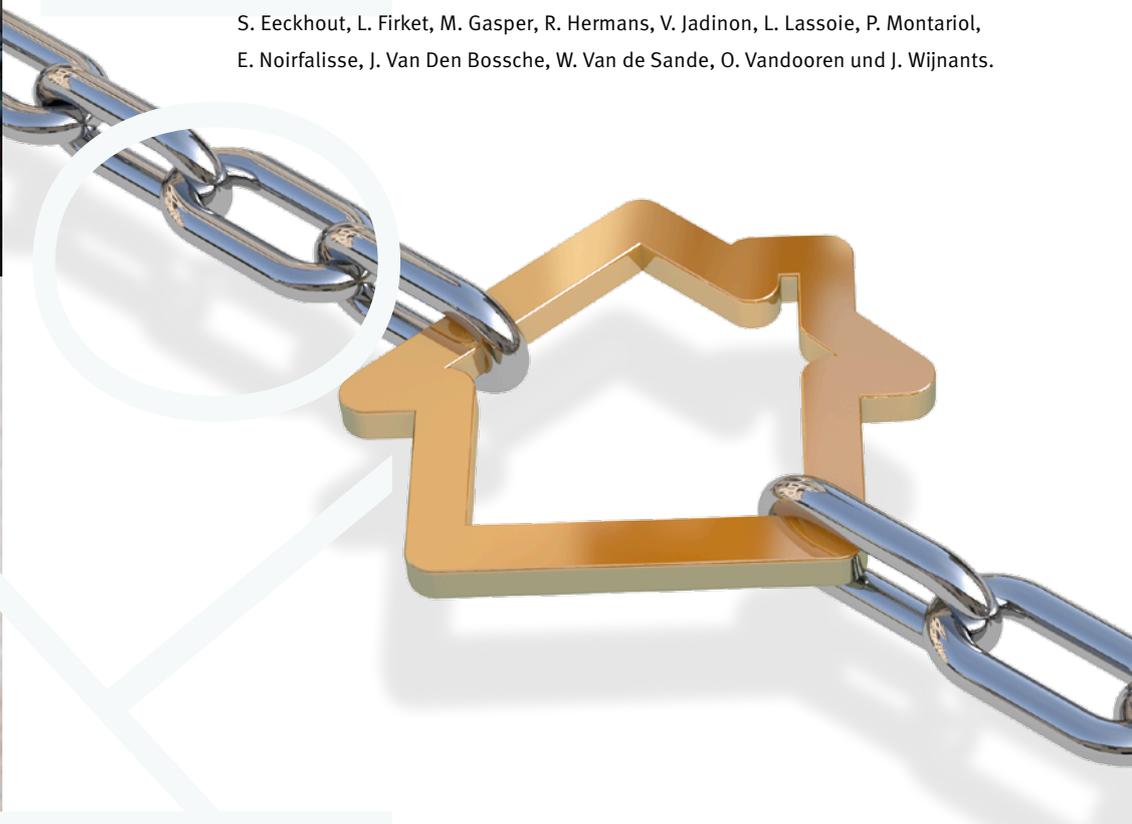
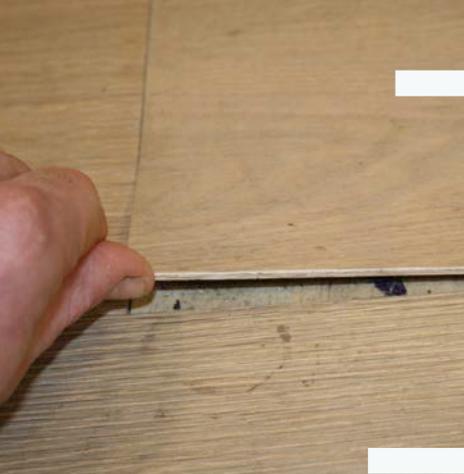
Feuchtigkeitsprobleme an der Schnittstelle zwischen der Schreinerarbeit und dem Rohbau..... 15

Wasserdichte und gut gedämmte Mauerfüße: für jeden zugänglich..... 18

Neue zu beachtende Punkte für ETICS 21

Bringen moderne Heizkessel, die weniger verbrauchen und kompakter sind, auch weniger Probleme mit sich? 24

An der Redaktion dieser Sonderausgabe waren beteiligt: A. Acke, C. Arts, F. Caluwaerts, F. de Barquin, K. De Cuyper, C. Delmotte, G. Depret, G. De Raed, S. Eeckhout, L. Firket, M. Gasper, R. Hermans, V. Jadinon, L. Lassoie, P. Montariol, E. Noirfalisce, J. Van Den Bossche, W. Van de Sande, O. Vandooren und J. Wijnants.



Eine Übergangsphase für die Baupathologie?

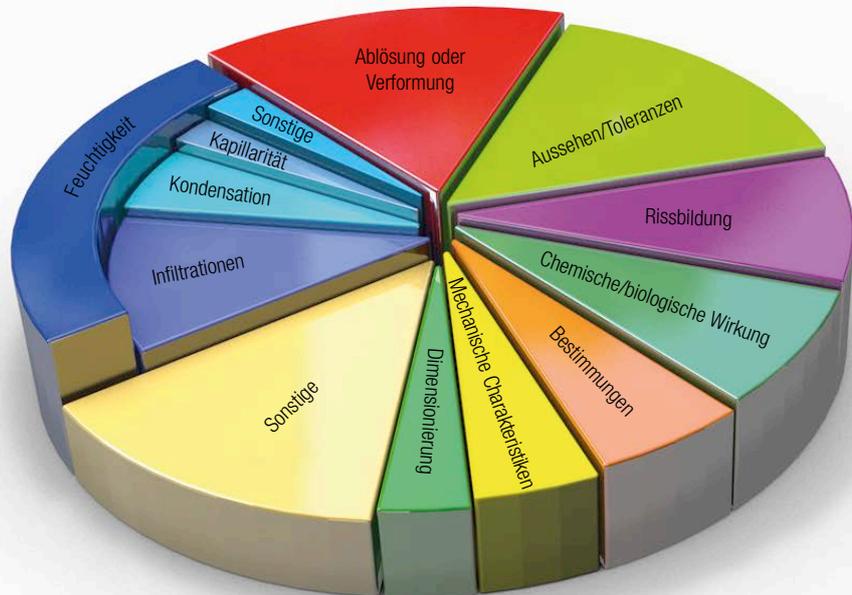
Baupathologie als Motor für Innovation

Wir haben das Glück, gegenwärtig noch zahlreiche historische Gebäude bewundern zu können, die den Zahn der Zeit überstanden haben. Es ist daher vollkommen berechtigt, dass Völker wie die Römer für ihr bautechnisches Wissen und Organisationstalent sehr geschätzt werden. Nach dem Lesen dieses WTB-Kontakt wird sich herausstellen, dass diese Fertigkeiten mehr denn je auch gegenwärtig von Bedeutung sind und somit entscheidend für das Gelingen von modernen Bauwerken beitragen.

Genau wie damals kommen während oder nach dem Bauprozess jedoch manchmal Unvollkommenheiten ans Licht, die zu einem Bauschaden führen können. Dieser Schaden muss stets gründlich analysiert werden, so dass er auf effiziente Weise repariert werden kann und wir die notwendigen Lehren daraus ziehen. Die Baupathologiestudie stellt mit anderen Worten eine besondere Bereicherung dar. Sie bildet gleichzeitig einen optimalen Nährboden für das Anstoßen von innovativen Produkten und Systemen, die bestimmten Typen von Bauschaden Einhalt gebieten können und die, durch ihre Entstehungsweise, darüber hinaus zugleich auf die Sorgen der Baufachleute abgestimmt sind.

Innerhalb des WTB fungiert die Abteilung Technische Gutachten und Beratung (TAC) als Informationsforum für die Baufachleute. Die Mitarbeiter dieser Abteilung bleiben mit dem Bausektor in Tuchfühlung und erhalten hierdurch ein gutes Bild von den Schwierigkeiten, mit denen die Fachleute tagtäglich konfrontiert werden. Das obige Kreisdiagramm repräsentiert die Verteilung der Fragen, die ihnen 2011 und 2012 vorgelegt wurden. Diese statistischen Daten sind ausschließlich auf die schriftlichen Gutachten basiert, die den Baufachleuten erteilt wurden.

So stellt sich heraus, dass ‚Feuchtigkeit‘ noch stets der Feind Nummer eins des Bausektors ist. Angesichts dessen, dass unser Land auch zukünftig nicht vor den Launen des Klimas geschützt ist, es ferner immer mehr Maßnah-



Verteilung von der Art der Fragen, die 2011 und 2012 von der Abteilung TAC schriftlich beantwortet wurden.

men ergriffen werden müssen, um unsere Gebäude noch zugänglicher zu machen (örtlich starke Absenkung der Schwellen und Aufkantungungen) und die Absicht besteht, zukünftig auch wasserreichere Bauplätze zu nutzen, dürfen wir mit Sicherheit annehmen, dass der Kampf gegen Feuchtigkeit auch im kommenden Jahrzehnt ein besonders zu berücksichtigender Punkt bleiben wird.

Die Fragen, die am zweithäufigsten vorkommen, beziehen sich auf das Ablösen von Baumaterialien und -elementen, und dies trotz der Verwendung von entwickelten hochqualitativen Haftmitteln. Das Problem lässt sich teilweise durch die ständig kürzer werdenden Bauzeiten erklären, die dafür sorgen, dass der Ausbau immer schneller auf den Rohbau folgt. Dadurch müssen die neuen leistungsfähigeren Haftmittel sofort den größeren Restspannungen einen Widerstand bieten (z.B. als Folge des Restschwundes des Untergrundes), wogegen sie nicht notwendigerweise beständig sind. In diesem Fall kann der Fortschritt auf dem Gebiet der Materialeigenschaften somit leider nicht durch eine Abnahme der Anzahl von Schadenfällen durch Ablösung versilbert werden. Da die Tendenz, die Bauarbeiten zu beschleunigen, wahrscheinlich noch lange nicht vorbei ist,

müssen neben hochwertigen Haftmitteln auch innovative Lösungen entwickelt werden, um die oben erwähnten Restspannungen möglichst stark zu reduzieren.

Entwicklungen führen zu neuen Formen von Bauschäden

Der gesamte Bauprozess war in den letzten Jahren unter dem Einfluss von zahlreichen neuen gesellschaftlichen Herausforderungen revolutionären Veränderungen unterworfen. Die damit einhergehenden Verpflichtungen resultierten stets in angepassten Vorschriften. Diese Entwicklung wird sich im kommenden Jahrzehnt zweifellos noch deutlich verstärken. Man kann auch erwarten, dass die Konzeption und die Ausführung der Bauwerke noch bedeutsamen Änderungen unterliegen werden und dass sich neue Schadensbilder anlässlich der zunehmenden Komplexität des Bauprozesses entwickeln werden.

Innerhalb der Abteilung TAC wuchs schon längere Zeit das Bewusstsein, dass die Baupathologie einer Veränderung unterlag. Denn wir stellten fest, dass das Spektrum an Schlüsselwörtern, die wir zum Erstellen unserer Statistiken nutzten, nicht länger aus-

reichte, um alle vorgelegten Fragen zu klassifizieren. Diese Situation war vor allem auf den ziemlich rezenten Charakter der angesprochenen Themen zurückzuführen, wie die Wiederverwendung von Regenwasser im Haus oder die Anwendung von erneuerbaren Energiequellen. Dies betrifft lauter Aspekte oder Themen, die einige Jahre zuvor nicht oder kaum zur Sprache kamen. Wir haben somit 2013 beschlossen, unsere Liste der Schlüsselwörter zu erweitern, um die eingehenden Dossiers genauer katalogisieren zu können. Solche eingreifenden Veränderungen in der Thematik scheinen auf eine Übergangsphase für die Baupathologie hinzuweisen.

Diese Feststellungen haben uns dazu veranlasst, bei diesem thematischen WTB-Kontakt uns nicht auf die am häufigsten vorkommenden bzw. „klassischen“ Bauschäden zu konzentrieren, sondern sich eher den heutigen Entwicklungen zu widmen. Wir möchten nachstehend im Besonderen der Baupathologie Aufmerksamkeit schenken, die sich momentan ankündigt oder – besser noch – mit denen die Baufachleute zukünftig rechnen müssen, um Bauschäden zu vermeiden. Es ist inzwischen ein Klischee geworden, aber unsere Devise ist und bleibt: „Besser vorbeugen als heilen!“

Die oben erwähnte Entwicklung beinhaltet zweifellos auch bedeutende inhaltliche Veränderungen für die grundlegenden Anforderungen an Bauprodukte gemäß der europäischen Bauproduktenrichtlinie:

- mechanische Festigkeit und Stabilität
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umwelt
- Nutzungssicherheit und Zugänglichkeit
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmedämmung
- Nachhaltige Nutzung von natürlichen Rohstoffen.

Die Anpassungen dieser Anforderungen werden unweigerlich unsere Bauweise beeinflussen und folglich neue Risiken in Form von neuen Schadensbildern mit sich bringen.

Übersicht über rezente Pathologie und zukünftige Herausforderungen

Es steht außer Frage, dass unser Klima bedeutenden Änderungen unterliegt. Der Evaluierungsbericht des „Intergovernmental panel on climate change“ (IPCC) vom 27. September 2013 bestätigte nochmals die globalen Klimaänderungen. Wir nehmen nicht nur

über die Medien Kenntnis von diesen klimatischen Entwicklungen, sondern wir unterliegen auch regelmäßig den Folgen. Denken wir nur an die strengen Winter in den vergangenen Jahren mit manchmal längeren Schneeanhäufungen, die zum Einsturz von Dächern und dem Abreißen von Dachrinnen führten.

Heutzutage werden die Dächer zu kleinen grünen Kraftwerken. Dadurch dass wir in der Zukunft immer häufiger mit Sturmweather konfrontiert werden, müssen wir darauf achten, dass die Anlagen mit Solarpaneelen ordnungsgemäß befestigt und/oder mit Ballast versehen werden. Gegenwärtig bieten die geltenden Normen bezüglich dieser Frage keine optimale Antwort. Eine Unterschätzung der Windbelastung kann jedoch bedeutende Schäden hervorrufen, oder schlimmer noch, den Verlust von Menschenleben zur Folge haben. Neue Rechenregeln sind somit notwendig, um dieses Problem zu beseitigen.

Durch die zunehmenden Dämmdicken in den Fassaden und in den anderen Bauelementen der Gebäudehülle muss auch die Position der Schreinerarbeit neu überdacht werden, um unerwünschten Wärmeverlusten und entsprechender Schimmelentwicklung in Höhe des Anschlusses der Schreinerarbeit am Rohbau vorzubeugen. Hierbei darf man jedoch nicht aus dem Auge verlieren, dass eine ausragendere Anbringung der Schreinerarbeit in Bezug auf die dahinterliegende Tragkonstruktion eine nicht zu vernachlässigende Auswirkung auf die Dimensionierung der Verankerungen, die zur Übertragung der wirkenden Kräfte (Belastungen durch Eigengewicht und Wind) auf die Tragkonstruktion dienen, haben wird (siehe S. 15-17). 

Die Fassadenfüße verdienen nicht nur wegen bauphysikalischer Überlegungen eine besondere Aufmerksamkeit, sondern müssen auch auf dem Gebiet der mechanischen Festigkeit und Stabilität untersucht werden. Wenn beispielsweise kein ausreichend druckfestes Wärmedämmelement zur Anwendung kommt, das die Durchgängigkeit zwischen der Decken- und Fassadendämmung gewährleistet, wird die Fassadendämmung häufig in den Untergrund durchgezogen, um dafür zu sorgen, dass der ‚Weg des kleinsten Wärmewiderstands‘ mindestens 1 m beträgt. In dem Fall muss man auch die horizontale, durch den benachbarten Boden ausgeübte Belastung berücksichtigen (gegebenenfalls verstärkt durch den in der Umgebung befindlichen Verkehr). Um dieser Belastung einen Widerstand entgegenzusetzen, füllt man

den unteren Teil des Hohlraums vollständig mit druckfesten feuchtigkeitsbeständigen Dämmplatten aus, die verhindern, dass das Fassadenmauerwerk nach innen gedrückt wird (siehe S. 18-20). 

In Gebäuden, in denen eine sehr hohe Luftdichtheit gefordert wird, entscheidet man sich manchmal für Umluft-Dunstabzugshauben. Wenn jedoch die Belüftung der Räume nicht angepasst ist, kann die relative Feuchtigkeit der Luft während längerer Zeit hoch sein, was eine umfangreiche Entwicklung von Schimmel zur Folge haben kann und dies selbst wenn überhaupt keine Oberflächenkondensation hervorgerufen wird. Eine schnelle Ableitung der erzeugten Dämpfe stellt mit anderen Worten immer noch eine absolute Notwendigkeit dar.

In einem anderen Zusammenhang ist es unerlässlich, einen Kompromiss zwischen der Luftdichtheit der Gebäude und der Emission der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) zu finden, die für die Gesundheit der Gebäudenutzer schädlich sein können. Dieses Gleichgewicht kann unter anderem durch eine geeignete und kontrollierte Lüftung erreicht werden.

Durch die europäische Regelung über die Reduktion der VOC-Emissionen sahen sich die Hersteller dazu veranlasst, Farben und Klebstoffe zu entwickeln, die überwiegend auf Wasserbasis basieren und dadurch andere Eigenschaften aufweisen. Diese neuen Verbindungen haben unter anderem eine Auswirkung auf die Vorbereitung des Untergrunds, auf die Anwendungsbedingungen



und die Trocknung der Produkte sowie auf die erhaltenen Leistungen. Es ist nicht weit hergeholt, dass diese Änderung der Gewohnheiten am Anfang zu Diskussionen auf der Baustelle führen wird (siehe S. 6-8). 

Der Notwendigkeit einer optimalen Regenwasserverwaltung ist man sich allgemein bewusst, was daran deutlich wird, dass immer mehr Regenwasser innerhalb der Wohnungen genutzt wird. Diese Entwicklung erfordert nicht nur eine dauerhafte und vollständige Trennung in Bezug auf das Trinkwasserverteilungsnetz, sondern auch einen guten Entwurf des Speicher- und Verteilungssystems (siehe S. 9-11). 

Auch die Qualität der Außenluft tritt immer mehr in den Vordergrund. So ergreifen zahlreiche Großstädte Maßnahmen zur Einschränkung der Luftverschmutzung. In London und Paris äußert sich das beispielsweise in einem Verbot der Nutzung von offenen Kaminen, da diese Feinstäube erzeugen.

Da das Expositionsniveau von Außenlärm (zunehmend starker Verkehr ...) in unserer heutigen Gesellschaft unaufhaltsam zunimmt, schätzen viele die wenigen Momente der Ruhe. Es ist außerdem bewiesen, dass ein hoher akustischer Komfort eine sehr positive Auswirkung auf unsere Gesundheit und unsere Produktivität hat. Es ist dann auch nicht verwunderlich, dass Maßnahmen ergriffen werden, um einen besseren akustischen Komfort anzustreben, erst recht gegenwärtig, wo die Wohnungen mit zwei oder drei Fassaden voll und ganz im Trend liegen, einerseits wegen ihrer energetischen Kompaktheit, aber

auch andererseits wegen der Knappheit von erschwinglichen Baugrundstücken. Zur Erhöhung des akustischen Komforts werden immer mehr elastische Schichten in die Bauelemente, -knoten und -streifen integriert, um die Schallübertragung einzuschränken. Da jetzt neben schwimmenden Estrichen auch schwimmende Wände eine Realität sind, muss man darauf achten, dass Letztere die Stabilität der Struktur nicht stören.

Obwohl schwimmende Estriche inzwischen gut eingebürgert sind, müssen wir doch feststellen, dass diese noch regelmäßig Gegenstand von Konflikten auf der Baustelle sind. Deshalb empfehlen wir nicht nur, den Dämmstoff sachkundig auszuwählen und sorgfältig zu verlegen, sondern auch darauf zu achten, dass der Estrichmörtel gut verdichtet wird und folglich eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweist (siehe S. 12-14). 

Die gegenwärtigen Zentralheizungsanlagen umfassen kompakte Heizkessel mit sehr hohen Wirkungsgraden. Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Betriebs, eines hohen Wirkungsgrades und einer langen Lebensdauer muss man im Rahmen des Möglichen vermeiden, dass sich in diesen Kesseln Ablagerungen bilden. Einer der entscheidenden Faktoren ist in diesem Zusammenhang die Qualität des Füllwassers (siehe S. 24-26). 

In der Zukunft wird der Bedarf an erneuerbarer Energie ansteigen. Dabei darf man nicht aus dem Auge verlieren, dass auch der Komplexitätsgrad der zugehörigen Anlagen zunehmen wird, wodurch deren Einstellung und Wartung für die Effizienz deren Betriebs noch entscheidender werden wird.

Die Risiken, denen die Gebäude ausgesetzt sein werden, erwachsen nicht nur aus der Entwicklung der oben erwähnten grundlegenden Anforderungen, die an die Gebäude gestellt werden, sondern auch aus einer Reihe von sonstigen Parametern die den Bauprozess beeinflussen, wie z.B. (siehe S. 6-8 

- Modetrends (z.B. die Herstellung von sehr großen, aber dünnen Fliesen, die den Fliesenleger veranlassen, Verarbeitungstechniken anzuwenden, die denen eines Bauunternehmers für Verglasungen ähneln)
- wirtschaftliche Aspekte (z.B. die immer kürzer werdenden Ausführungszeiten, die erhöhte Komplexität des Bauprozesses, wodurch eine ordnungsgemäße Verwaltung und Organisation unentbehrlich sind, die Suche nach Qualitätsmaterialien zu erschwinglichen Preisen)

- die zunehmende Nutzung von innovativen Materialien, Systemen und Techniken, die manchmal etwas ‚Lehrgeld‘ erfordern, bevor ihre Trümpfe und Vorteile vollständig zum Ausdruck kommen.

Aus dem Kreisdiagramm auf S. 3 geht hervor, dass der Bauherr für den ästhetischen Aspekt des Ausbaus sensibel ist. Es ist somit wesentlich, ihn im Voraus über die Leistungen und die Merkmale der gewählten Materialien gut zu informieren, so dass er keine unrealistischen Erwartungen hat. Wenn ein Bauherr zu Recht Verständnis für die vorübergehende Bildung von Unterkühlungskondensation auf der Außenfläche seiner leistungsfähigen Doppel- oder Dreifachverglasung aufweist, da dieses Phänomen auf den hohen Dämmgrad der Letzteren hinweist, toleriert er im Allgemeinen weniger die Abzeichnung von Befestigungsrosetten im Fassadenputz eines Außendämmsystems. Im Artikel auf den S. 21-23 

Streben nach einer Zukunft ohne Bauschäden

Alle am Bauprozess beteiligten Partner müssen sich vereint anstrengen, um nachhaltige und erschwingliche Bauwerke zu realisieren, die das Produkt eines durchdachten Entwurfs, einer überlegenen Materialqualität, einer sorgfältigen Ausführung der Arbeiten und einer angemessenen Nutzung und Wartung des Gebäudes sind. Außerdem werden wir in der Zukunft auch nach einem Minimum an Schadenfällen und Streitigkeiten zwischen Baupartnern streben, um neben Imageschäden auch die unnötigen, damit einhergehenden finanziellen Verluste zu vermeiden.

Dieser thematische WTB-Kontakt, der vollständig den neuen Formen der Baupathologie gewidmet ist, hat zum hauptsächlichen Ziel, ihre professionelle Neugier zu wecken und Sie vor inhärenten Risiken in Form von Baumängeln zu schützen. In den folgenden Artikeln konzentrieren wir uns deshalb auf die aktuellsten Schadensbilder, die hauptsächlichen zukünftigen Herausforderungen und die Vorkehrungen, die daraus abgeleitet werden können.

Denn wir hoffen alle insgeheim, dass unsere späteren Nachkommen zu Recht stolz auf die Bauwerke sein können, die wir heute und morgen bauen werden. 



Die heutigen Tendenzen und Modetrends spornten den Sektor an, stets größere aber auch dünnere harte Bodenbelagsprodukte zu produzieren. Wenn man bei der Verlegung von diesen Produkten jedoch nicht die spezifischen Anforderungen hinsichtlich der Toleranzen und der Verklebe- und Ausführungszeiten berücksichtigt, können Ablösungsrisiken und/oder ein hohler Klang innerhalb der verlegten Beläge auftreten. Es ist daher bei der Anwendung von solchen Produkten empfehlenswert, qualifizierte Fachleute für die Ausführung in Anspruch zu nehmen und für eine gute Planung und Koordinierung der Arbeiten zu sorgen, damit die korrekten Trocknungszeiten garantiert werden. Die Entwicklung der Vorschriften kann ebenfalls die Gewohnheiten ändern. So nutzt man beispielsweise häufiger Farben mit einem sogenannten ‚verringerten VOC-Gehalt‘, deren Anwendung trotzdem mit Problemen einhergehen kann.

Größer, dünner oder gesünder: Was sind die Folgen für den Bauunternehmer?

1 ‚Hohlklingende‘ oder sich ablösende harte Bodenbeläge

Zunächst möchten wir bei den Bodenbelägen einen Unterschied machen zwischen einerseits dem Ablösen von mehreren Fliesen, die einen hohlen Klang abgeben – ein Phänomen, das in der Regel beim Begehen auch mit einem knarrenden Geräusch und Schäden an den angrenzenden Fugen einhergeht – und andererseits einigen Fliesen oder Fliesenanteilen, die örtlich hohl klingen. Dieses letzte Phänomen kann sich in Zonen manifestieren, wo die Fliese keinen Kontakt mit dem Mörtel(kleber) hat, was aber bei einer normalen Belastung und einer ausreichenden Fliesendicke normal gesehen keinen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit des Bodenbelags hat.

1.1 ‚Hohl klingende‘ Bodenbeläge

Falls man einen hohlen Klang hört, wenn ein harter Gegenstand mit der Fliesenoberfläche in Kontakt kommt und wenn dieses Phänomen sich auf mehreren nebeneinander verlegten Fliesen manifestiert, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass diese Fliesen vollständig abgelöst sind und über kurz oder lang einen Schaden aufweisen werden (diese Situation wird im Abschnitt 1.2 besprochen). Falls dieser hohle Klang sich jedoch nur an bestimmten Teilen von bestimmten Fliesen manifestiert und nicht mit Schäden an den Fugen einhergeht, ist der hohle Klang wahrscheinlich auf die örtliche Unterbrechung zwischen dem Fliesenbelag und dem Kleberprodukt (z.B. durch Lufteinschluss während der Verlegung) zurückzuführen. Denn eine kleine Fliesenzone, die nicht vollständig in Kontakt mit dem verwendeten Fliesenkleber steht, gibt einen anderen Klang ab, wo doch der haftende Teil mehr als groß genug ist, um eine längere Haftung

Vorzuschreibende Ebenheitsklasse in Abhängigkeit des Fliesenformats.

Ebenheitstoleranz unter dem Lineal von 2 m	
Fliesen mit einem kleinen Format	Fliesen mit einem großen bis sehr großen Format (*)
Klasse 2 (normale Ausführung): 4 mm	Klasse 1 (strenge Ausführung): 3 mm
(*) Fliesen mit einem großen und sehr großen Format werden folgendermaßen definiert (l: Länge, b: Breite):	
<ul style="list-style-type: none"> • großes Format: 30 cm ≤ l ≤ 60 cm oder 30 cm ≤ b ≤ 60 cm • sehr großes Format: 60 cm ≤ l ≤ 100 cm oder 60 cm ≤ b ≤ 100 cm. 	

der Fliese zu garantieren. Dieses Phänomen kann durch eine unzureichende Ebenheit im Untergrund und/oder in der Fliese verursacht werden, die zu einem unvollständigen Kontakt zwischen dem Fliesenbelag und dem Untergrund führt. Wir möchten in diesem Zusammenhang anmerken, dass das Risiko hinsichtlich eines örtlichen hohlen Klangs in der Fliesenoberfläche zunimmt, in dem Maße wie das Fliesenformat größer ist.

Die Wahl des Mörtelklebers oder Klebers kann auch auf einem anderen Gebiet von ausschlaggebender Bedeutung sein. Die gegenwärtigen Keramikfliesen sind häufig nicht sehr porös, wodurch das mittig angebrachte Kleberprodukt bei großformatigen Fliesen nicht immer korrekt trocknet. Denn

die Feuchtigkeit, die im Mörtelkleber oder Kleber vorhanden ist, muss in dem Fall einen langen Weg zurücklegen, um die Fugen zu erreichen und kann so die optimale Haftung der gesamten Fliesenoberfläche wegen der verringerten mechanischen Leistungen des Haftungsprodukts im mittigen Teil stören.

Es ist dann auch bei der Verlegung von Fliesen mit einem (sehr) großen Format wichtig, dass der Auftraggeber eine Ebenheitsklasse für den Untergrund vorschreibt, die mit der strengen Ausführung übereinstimmt (siehe obige Tabelle). Man entscheidet sich in diesem Fall am besten für eine doppelseitige Verklebung und ein schnelltrocknendes Kleberprodukt.

Wir möchten schließlich darauf hinweisen,



1 und 2 | Rissbildung und Eindringsschaden an einer Fliese mit einem sehr großen Format und einer sehr geringen Dicke (links) als Folge einer unzureichenden Verklebung (rechts).



3 | Wölbung des Fliesenbelags auf einem gehärtetem Estrich.

dass ein hohler Klang kein ausreichender Grund ist, um einen Fliesenbelag zurückzuweisen, es sei denn, dass sich hierdurch auch andere Probleme ergeben, wie beispielsweise das Ablösen der Fliesen oder eine Schädigung der Fugen.

Die Verwendung von Fliesen mit einer Fläche von mindestens einem Quadratmeter und einer Dicke kleiner als 3 mm kann zu Rissbildung und Eindringsschäden führen, wenn die Verklebung nicht über die vollständige Fläche erfolgte (vor allem wichtig an den Fliesenrändern) (siehe Abbildung 1 und 2). Es ist jedoch selbst mit einer doppelten Verklebung nur schwer zu garantieren, dass die vollständige Fliesenfläche korrekt verklebt wird. Es ist wahrscheinlich aus diesem Grund, dass die Hersteller von solchen großformatigen Fliesen angeben, dass ihre Produkte nicht für sehr konzentrierte, große Belastungen geeignet sind (Supermärkte, Geschäfte, Flughäfen, Eingangshallen von Hotels ...).

Unsere Erfahrung lehrt uns jedoch, dass diese Probleme auch in Räumen mit geringeren Belastungen auftreten können (z.B. im Wohnzimmer von Wohnungen).

1.2 Ablösung von gefliesten Bodenbelägen

Wie zuvor bereits angegeben wurde, weist ein allgemeiner hohler Klang in mehreren angrenzenden Fliesen im Allgemeinen auf eine Ablösung des Fliesenbelags hin. Diese ist meistens auf den Umstand zurückzuführen, dass die Spannungen zwischen dem Fliesenbelag und dem Untergrund größer sind als die Haftung zwischen dem Fliesenbelag und dem Mörtelkleber einerseits und zwischen dem Mörtelkleber und Untergrund

andererseits (abhängig von der Haftungsfläche).

Ablösungsprobleme bei Fliesenfußböden, die manchmal mit einer Wölbung einhergehen (siehe Abbildung 3), lassen sich den Schubspannungen in der Grenzfläche zwischen dem Fliesenbelag und dem Untergrund zuschreiben. Diese werden häufig durch eine Kombination der folgenden Faktoren verursacht:

- die hydraulische Schwindung von zementgebundenem Untergrund
- die differentiellen Maßveränderungen thermischen Ursprungs im Fliesenaufbau
- die gegebenenfalls verminderte Haftung der Fliesen am Untergrund.

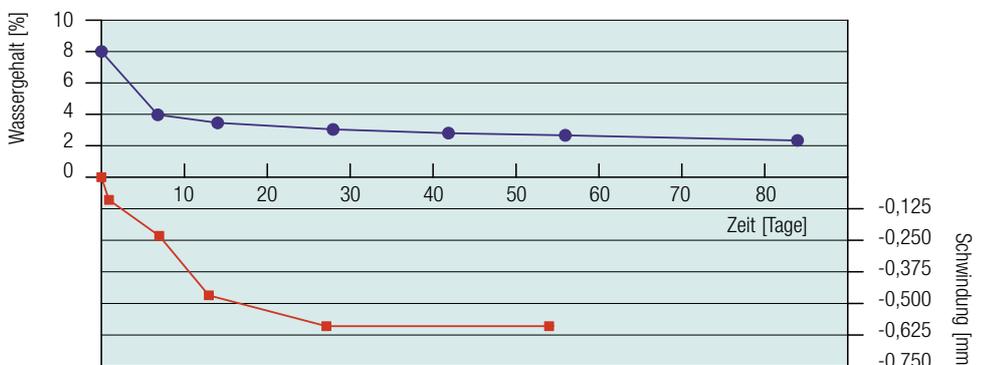
Wir widmeten bereits den Ursachen von Ablösungs- und Wölbungsproblemen bei Fliesenbelägen diverse Publikationen. Doch können einige neue Tendenzen deren Entwicklung begünstigen, z.B.:

- eine verallgemeinerte Anwendung der Technik von schwimmenden Estrichen
- die Entwicklung hin zu stets kürzeren Ausführungszeiten

- die Wahl zur Verarbeitung von Fliesen mit einem großen oder sehr großen Format.

Was die Ausführungszeiten betrifft, möchten wir darauf hinweisen, dass die WTB-Untersuchungsergebnisse gezeigt haben, dass es bei der Verlegung auf einem gehärteten (schwimmenden und/oder haftenden) Estrich sehr wichtig ist, die Wartezeit für die Verlegung des Fliesenbelags strikt einzuhalten, um Spannungen anlässlich der Schwindung des Estrichs zu vermeiden. Bei normalen Trocknungsbedingungen und traditionellen Estrichzusammenstellungen empfiehlt es sich, so viel Wochen zu warten wie der Estrich in Zentimeter dick ist, wobei das Minimum 28 Tage beträgt (siehe Abbildung 4).

Auch wenn man sich für schnelltrocknende oder anhydritgebundene Estriche entscheidet, um die Ausführungszeiten zu begrenzen oder um bessere mechanische Charakteristiken zu verwirklichen, ist es nicht ausgeschlossen, dass sich trotz dieser Wahl doch Ablösungsprobleme ergeben. Dies ist vor allem der Fall, wenn der Fliesenbelag auf einem unzureichend getrockneten anhydritgebundenen Estrich angebracht wird (siehe Abbildung 5 und 6, S. 8). Dadurch dass anhydritgebundene Estriche sehr feuchtigkeitsempfindlich sind, müssen sie (in einer trockenen Umgebung) normal trocknen können. Ferner muss man nach ihrer Trocknung jede wiederholte oder längere Befeuchtung vermeiden. Falls diesen Bedingungen nicht entsprochen wird, werden die geforderten mechanischen Charakteristiken des Estrichs nicht erreicht werden. Außerdem kann auch der Mörtelkleber beschädigt werden, falls er zementgebunden ist. Denn unter dem Einfluss von Feuchtigkeit kann sekundäres Ettringit (hydratisiertes Tricalciumaluminat) gebildet werden, und zwar durch Reaktion zwischen dem Calciumsulfat (des Estrichs) und den Tricalciumaluminaten



4 | Entwicklung der Schwindung und des Wassergehaltes (gemessen bei Trocknung in einem Ofen bei 105 °C) eines zementgebundenen Estrichs, der bei einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 60 % gehärtet wird.



5 und 6 | Ablösung eines Fliesenbelages auf einem anhydritgebundenen Estrich.

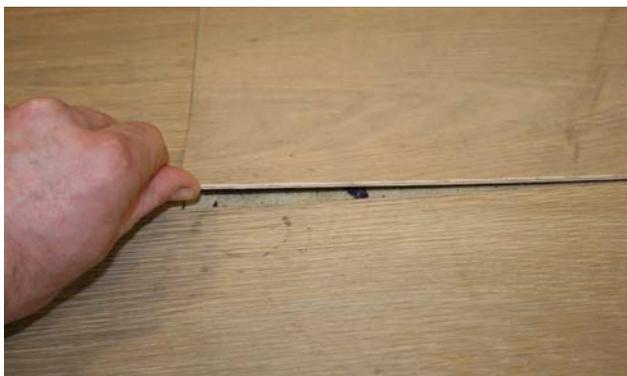
1. Vor einigen Tagen abgelöste Fliese
2. Kürzlich abgelöste Fliese

(des Zements, der in den traditionellen Mörtelklebern enthalten ist).

Um solche Situationen zu vermeiden, empfiehlt es sich bei der Verlegung von Keramikfliesen auf einem anhydritgebundenen Estrich dafür zu sorgen, dass dieser Letztere einen Massenfeuchtigkeitsgehalt von höchstens 0,5 % hat (gemessen mit einer Karbidflasche). Diese Arbeitsweise wird leider keine nennenswerte Verkürzung der Ausführungszeiten bringen.

2 Ablösung der obersten Holzschicht eines mehrschichtigen Parketts

Obwohl das mehrschichtige Parkett (das gegenwärtig 75 % des europäischen Marktanteils ausmacht) häufig dem Massivparkett wegen seiner größeren Maßstabilität vorgezogen wird, werden zahlreiche Baufachleute bei diesem Parkett mit Ablösungsproblemen der obersten Holzschicht konfrontiert (siehe Abbildung 7). Dieses Phänomen lässt sich leider im Allgemeinen nicht vor der Verlegung der Riemer des Parketts vorhersagen.



7 | Ablösung der obersten Holzschicht eines mehrschichtigen Parketts.

Die Ursache dieses Phänomens liegt häufig in einer mangelhaften Verleimung und/oder in der Verwendung eines minderwertigen Leims. Der ausgeübte Druck und die eingehaltene Wartezeit während der Pressung der Elemente, die Menge und die Verteilung des aufgetragenen Leims, der Feuchtigkeitsgrad der Elemente bei der Fertigung der Riemer sowie die Aufrechterhaltung eines sehr trockenen Raumklimas in der Winterzeit nach der Verlegung des Parketts sind verschiedene Parameter, die sich für die Erklärung dieses Pathologietyps heranziehen lassen.

Um eine Ablösung der obersten Schicht zu vermeiden, muss man für eine ausreichende und leistungsfähige Verleimung von sowohl der obersten Schicht mit dem Kern als auch innerhalb der mehrschichtigen Platte sorgen. Es bestehen gegenwärtig auf europäischer Ebene jedoch noch keine Kriterien für die Verleimungsqualität, mit denen Hersteller die Leistungen ihrer Produkte bescheinigen könnten.

3 Aussehen von Farben mit einem ,verringerten VOC-Gehalt'

Seit 2010 spornt eine europäische Richtlinie über den Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in Farben die Hersteller an, den Lösungsmittelgehalt ihrer Produkte beträchtlich zu verringern. Seit kurzem verstärken Verpflichtungen in Frankreich und verschiedene, auf dem europäischen Markt vorhandene Umweltlabels

diesen Druck noch weiter, indem sie noch niedrigere VOC-Emissionen auferlegen. Obwohl diese Entwicklung zweifellos einen Mehrwert für die Qualität der Innenluft in unseren Gebäuden darstellt und demzufolge auch für die Gesundheit der Gebäudenutzer und der Maler von Vorteil ist, ist die Anbringung der Farben deswegen mit Schwierigkeiten verbunden.

So meldeten uns eine Reihe von Unternehmen, dass es bei bestimmten Trocknungsgegebenheiten manchmal sehr schwierig war, sichtbare Ansätze zu vermeiden. Die Probleme treten überwiegend bei relativ trockenen und warmen Temperaturen auf. Es gibt leider vorläufig nichts anderes als auf bessere Ausführungsgegebenheiten zu warten oder Verdünnungsmittel oder Zuschlagstoffe in Anspruch zu nehmen, die ... wiederum den VOC-Gehalt der Farben erhöhen.

Das WTB achtet bei der Entwicklung von neuen Farben mit niedrigen Emissionen dann auch darauf, dass diese auch bei Baustellengegebenheiten, die für die Trocknung der Farbe weniger günstig sind, ausgeführt werden können.

Es wurden kürzlich neue Farbsysteme entwickelt (z.B. Alkydharze in Emulsion), die eine Lösung für dieses Ausführungsproblem bieten könnten, ohne die hohe Innenluftqualität zu beeinträchtigen. Diese Systeme befinden sich noch in der Entwicklung und sind noch nicht bei allen Herstellern erhältlich. Wir verfügen außerdem noch über unzureichende Erfahrung, um ein Urteil über die allgemeine Wirksamkeit dieser Systeme abgeben zu können.

4 Schlussfolgerung

In einer Welt, in der alles immer schneller gehen muss und das Motto „Zeit ist Geld!“ zu Recht oder zu Unrecht auf der Tagesordnung steht, sind eine gute Planung und Koordination der Arbeiten sowie Vorschriften, die an die anzuwendenden Materialien angepasst sind, für eine Qualitätsarbeit und ein dauerhaftes Ergebnis unentbehrlich. Diese These wurde in den vergangenen Jahren nochmals durch das Erscheinen auf dem Markt von Fußbodenabschlusselementen mit immer größeren Abmessungen und stets kleineren Dicken bestätigt. Die Handhabung und Verlegung der Produkte mit großem Format ist sicherlich keine leichte Angelegenheit und wird zusätzliche Anstrengungen der diversen Baupartner erfordern. ■

Wir sind uns bewusst geworden, dass das Regenwasser auf optimale Weise verwaltet werden muss, und zwar sowohl im öffentlichen als auch im privaten Bereich. Daraus ergibt sich eine immer häufigere Anwendung des Regenwassers in den Wohnungen. Für diese Anwendung muss das Wasser jedoch von ausreichend hoher Qualität sein, was nur durch ein gut entworfenes Speicher- und Verteilungssystem gewährleistet werden kann. In diesem Zusammenhang kommt es unter anderem auf das Vorhandensein von Filtern und einer schwimmenden Ansaugung sowie eine regelmäßige Wartung an.

Nutzung von Regenwasser

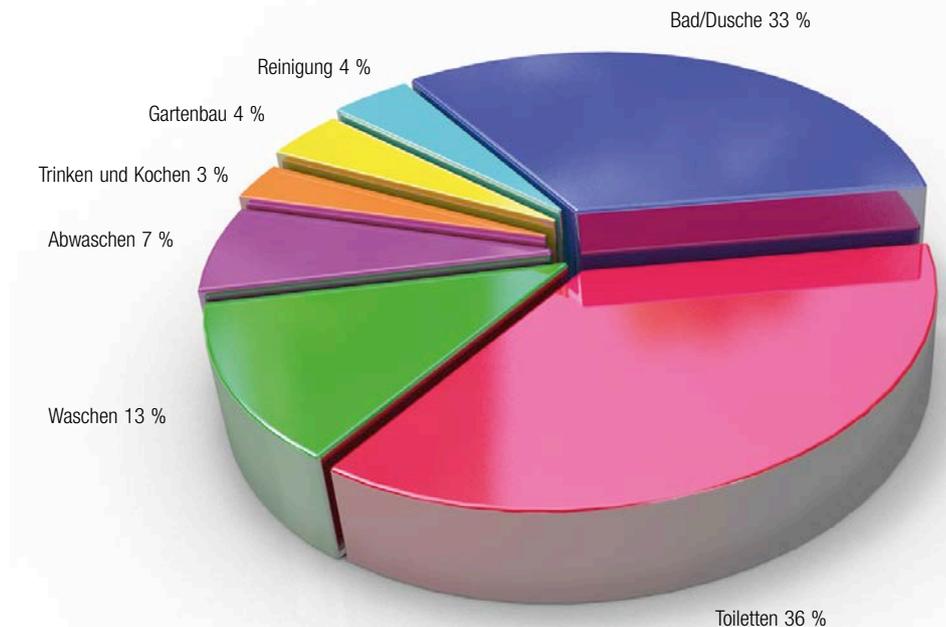
Manchmal ein wenig gefärbt oder ein wenig übel riechend, stets aber trinkwassereinsparend

In den 90er-Jahren des vorigen Jahrhunderts wuchs das Bewusstsein, dass das Einleiten von Regenwasser in den Abwasserkanal, zusammen mit dem Haushaltsabwasser, aus folgenden Gründen nicht ideal war:

- die Verdünnung des Abwassers, die auf diese Art und Weise entsteht, führt zu einem nicht optimalen Betrieb der Kläranlagen
- die schnelle Ableitung über die Abwasserkanäle von stets größer werdenden Mengen Regenwasser verschlimmert die Überschwemmungsproblematik (durch die stets größeren befestigten Flächen, die am Kanalnetz angeschlossen sind).

Um diese Probleme zu lösen, wurde vorgeschlagen, das Regenwasser seitdem im Rahmen des Möglichen von der Mischwasserleitung zu trennen und zu versuchen, dessen Speicherung und Nutzung in Gebäuden zu stimulieren (siehe [Les Dossiers du CSTC 2007/1.10](#)). So können die 50-75 m³ Trinkwasser, die eine Familie mit zwei bis drei Personen im Jahr 2000 für nicht sanitäre Anwendungen, wie z.B. Wäsche, Reinigung, Gartenbau und Toilettenspülung, verbrauchte (siehe Abbildung 1) durch 80 m³ sauberes Regenwasser gedeckt werden, das jährlich auf einem Dach von 100 m² zur Verfügung steht.

Um ihre Bürger anzuregen, tatsächlich Regenwasser zu nutzen, haben bestimmte Gemeinden beschlossen, dafür Prämien zu gewähren und führten einige Regionen neue Bestimmungen ein. Durch all diese Initiativen haben wir während des letzten Jahrzehnts eine zunehmende Nutzung von Regenwasser in Gebäuden festgestellt, und daher eine Abnahme der Nutzung von Haushaltstrinkwasser. Anstelle von 120 l pro Tag und pro Person in den 90er-Jahren beträgt der Verbrauch jetzt weniger als 110 Liter. Zur gleichen Zeit wurden wir beim WTB mit einer Reihe neuer Probleme konfrontiert, die wir nacheinander in diesem Artikel (siehe



1 | Trinkwasserverbrauch im Haushalt im Jahr 2000 auf einer Grundlage von 120 l Wasser pro Tag und pro Person (Quelle: ‚Waterwegwijzer voor architecten‘, VMM, 2000).

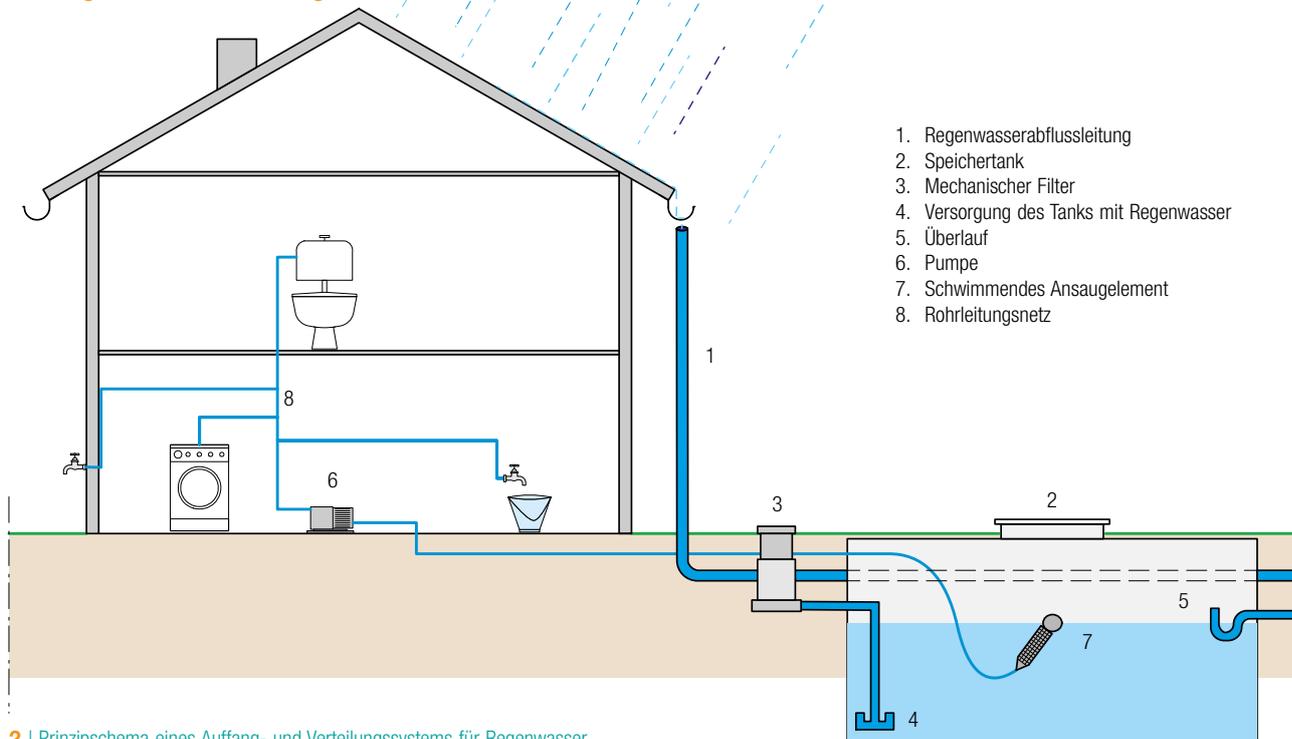
Abschnitt 2) behandeln werden. Bevor wir darauf eingehen, möchten wir noch kurz den prinzipiellen Aufbau eines modernen Auffang- und Verteilungssystems für Regenwasser ins Gedächtnis zurückerufen.

1 | Auffang- und Verteilungssystem für Regenwasser: mehr als ein Vorratsbehälter und eine Pumpe

Die Abbildung 2 auf der folgenden Seite zeigt schematisch das Prinzip eines Auffang- und Verteilungssystems für Regenwasser. Die Regenwasserabflussleitungen (1) der Dächer leiten das aufgefangene Wasser durch einen mechanischen Filter (3) mit einer Maschenweite von 200-500 µm zum Speichertank (2). Der Filter gestattet beispielsweise, dass keine Blätter in den Vorratsbehälter gelangen. Das Wasser gelangt dann in den Wasserspei-

cher durch eine Vorrichtung (4), die es gestattet, das Aufwühlen der Bodenschichten zu vermeiden. Der Vorratsbehälter muss stets mit einem Überlauf (5) für die Ableitung von überschüssigem Wasser versehen sein. Die Ansaugung erfolgt durch eine Pumpe (6), und zwar über ein schwimmendes Ansaugelement (7), das sich ca. 10 cm unter der Oberfläche befindet. Dadurch wird vermieden, dass Schlamm vom Boden angesaugt wird.

Nach der Pumpe strömt das Regenwasser häufig noch durch einen zusätzlichen Filter (mit einer Maschenweite von 50 bis 150 µm), bevor es im Gebäude durch ein Rohrleitungsnetz (8), vollkommen getrennt vom Trinkwasserkreislauf, verteilt wird (auch vorübergehende Verbindungen mit beispielsweise Schläuchen sind verboten). Man darf für dieses Rohrleitungssystem keine Leitungen aus verzinktem Stahl verwenden,



1. Regenwasserabflussleitung
2. Speichertank
3. Mechanischer Filter
4. Versorgung des Tanks mit Regenwasser
5. Überlauf
6. Pumpe
7. Schwimmendes Ansaugelement
8. Rohrleitungsnetz

2 | Prinzipschema eines Auffang- und Verteilungssystems für Regenwasser.

da diese nicht gegen die Qualität des geförderten Wassers beständig sind. Man muss an allen Zapfstellen, die mit Regenwasser versorgt werden, deutlich angeben, dass es sich um nicht trinkbares Wasser handelt.

Regenwassersysteme sind schließlich häufig noch mit einer Vorrichtung versehen, die es zulässt auf eine sichere Art und Weise automatisch auf Trinkwasser umzuschalten, falls zu wenig Regenwasser verfügbar ist (im Schema nicht dargestellt). Diese Umschaltung wird meistens durch eine Niveausonde im Tank angesteuert.

2 Übersicht über mögliche Probleme

Bis jetzt wurde das WTB mit den folgenden Qualitätsproblemen konfrontiert, die mit der Nutzung von Regenwasser in Gebäuden zusammenhängen:

- übel riechendes Wasser
- gelbbraune Verfärbung
- Ablagerungen in Sanitärobjekten.

Diese Liste schließt selbstverständlich nicht aus, dass bei der Nutzung von Regenwasser noch andere Probleme auftreten können.

2.1 Übel riechendes Wasser

2.1.1 Beschreibung

Nach einigen Jahren des ordnungsgemäßen

Betriebs kann das Regenwasser plötzlich anfangen, übel zu riechen. Dies stellt natürlich ein sehr heikles Problem dar, vor allem wenn man dieses Wasser für die Wäsche benutzt.

Dieses Phänomen tritt häufig nach einer Zeit warmen Wetters mit wenig oder keinem Regenwasserverbrauch auf (z.B. während des Urlaubs). Die Ursache für diese Geruchsbildung liegt in der Anwesenheit von bestimmten Bakterien: Die säureproduzierenden Bakterien haben ein scharf riechendes Wasser zur Folge, während die Bakterien, die die Sulfate reduzieren, einen Geruch von faulen Eiern hervorrufen. Obwohl beide Bakterien von Natur aus in der Umgebung vorhanden sind (und somit auch im Regenwassersystem), werden nur Geruchsprobleme auftreten, wenn diese Bakterien sich in großer Zahl vermehren können, was geschehen kann, wenn die Gegebenheiten hierfür in dem Speichertank und den Leitungen günstig sind. Dies ist beispielsweise der Fall bei stagnierendem Wasser, hohen Temperaturen, organischer Verunreinigung, unzureichender Wartung ...

Dieses Problem ist nicht leicht zu lösen, denn eine wirksame Behandlung erfordert das Reinigen, Spülen und Desinfizieren des Speichertanks und aller Verteilerleitungen und angeschlossenen Einrichtungen (Toiletenspülkästen, Waschmaschinen ...), die mit diesem Wasser versorgt werden. Manchmal wird man sogar verschiedene Behandlungen ausführen müssen, um zu einem befriedigenden Ergebnis zu kommen.

2.1.2 Bemerkungen

Dieses Problem macht darauf aufmerksam, dass die bakteriologische Qualität des Regenwassers in bestimmten Fällen sehr schlecht sein kann. Man kann die Qualität dieses Wassers dann auch nicht mit der Qualität von Trinkwasser vergleichen. Darum darf Regenwasser nur für nicht sanitäre Anwendungen eingesetzt werden und niemals in der Küche oder im Bad, und dies sogar wenn eine eventuelle Behandlung erfolgt ist. Denn man kann nie garantieren, dass das behandelte Wasser in allen Fällen den Anforderungen entspricht, die an Trinkwasser gestellt werden.

Die Geruchsprobleme können jedoch auch andere Ursachen haben. So kann z.B. zu viel Blütenstaub in den Speichertank gelangen oder kann ein Taubenschlag in der Nachbarschaft für große Mengen an Exkrementen im Regenwasser sorgen. Es ist selbstverständlich, dass in diesem letzten Fall eine gründliche Reinigung und Desinfektion notwendig sind. Außerdem ist es auf jeden Fall wichtig, die Menge der Ablagerungen im Speichertank zu begrenzen. Das Vorhandensein eines angemessenen und gut gewarteten Filters in der Leitung, die das Regenwasser zum Tank fördert, ist diesbezüglich von äußerster Wichtigkeit.

2.2 Gelbbraune Verfärbung

2.2.1 Beschreibung

Ein anderes Problem, das gelegentlich festge-

stellt wird, ist die gelbbraune Verfärbung des Wassers. Man beobachtet dieses Phänomen vor allem bei Wasser, das von Gründächern stammt. Die Verfärbung wird in dem Fall durch die Auflösung von bestimmten Stoffen aus der Substratschicht verursacht, in der die Pflanzen wachsen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2006/3.2](#)). Wir möchten jedoch darauf hinweisen, dass das Auffangen von Regenwasser, das von einem Gründach stammt, sehr wenig gebräuchlich ist, da die Menge des sammelnden Regenwassers dort sehr gering ist.

Dieses Problem kann auch auf Dächern mit Materialien auftreten, die sich unter dem Einfluss der UV-Strahlen der Sonne zersetzen. Die Verfärbung ist in diesem Fall auf die Abgabe von bestimmten Stoffen zurückzuführen, die anschließend durch den Regen mitgenommen werden. Das Phänomen wird im Allgemeinen nach längeren Zeiten, in denen die Sonne scheint und kein Regen fällt, auftreten. Das Regenwasser wird demzufolge nicht immer im gleichen Maße verfärbt sein (siehe Abbildung 3). Dadurch dass diese Erscheinung schon einige Zeit bekannt ist, geben die Hersteller von bestimmten Materialien (z.B. von nackten APP-polymermodifizierten Bitumenmembranen) bereits an, dass es empfehlenswert ist, ihre Produkte gegen die Sonneneinwirkung zu schützen, falls man eine Rückgewinnung des Regenwassers in Erwägung zieht (siehe [TI 215](#)).

Dieses Verfärbungsproblem ist recht einfach zu lösen, indem man in die Verteilerleitung nach dem Speichertank einen Aktivkohlefilter montiert. Abbildung 4 veranschaulicht das Ergebnis einer solchen Behandlung.

2.2.2 Bemerkung

Es wurde uns manchmal gemeldet, dass das Regenwasser schwarze Partikel in Suspension aufweist. Es handelt sich in diesem Fall

um Schlamm, der vom Boden des Speichertanks durch die Pumpe angesaugt wurde. Man kann dieses Risiko begrenzen, indem man die Wasseransaugung auf einem sicheren Abstand von der Wasseroberfläche (z.B. mit einer schwimmenden Ansaugung) erfolgen lässt und man einen Filter nutzt, der die Zufuhr von organischem Material in den Speichertank einschränkt (siehe Abschnitt 1).

2.3 Ablagerungen in Sanitärobjecten

Ein letztes Problem, von dem wir Kenntnis haben, betrifft das Auftreten von weißbraunen schlammartigen Ablagerungen in Toilettenspülkästen, die mit Regenwasser versorgt werden, und in Leitungen, die es verteilen. Analysen haben ergeben, dass es sich um Calciumcarbonat (Calcit) handelt. Diese Ablagerungen sind in Sanitärobjecten unästhetisch und können unter anderem für eine schlechte Funktion der Wasserspülapparate mit Spülkästen sorgen.

Diese Rückstände treten auf, wenn das Wasser von einem Flachdach mit einer Ballastschicht stammt. Feine, sogar sehr feine Partikel von diesem Kies können durch den Regen mitgenommen werden und in den Speichertank gelangen. Wenn diese Elemente in Suspension sich nicht vollständig absetzen können (z.B. durch zu große Strömungsgeschwindigkeiten, die Aufwühlung des Bodens infolge einströmenden Wassers und die Ansaugung von Regenwasser ganz dicht am Boden des Tanks), können sie in das Verteilersystem gelangen, wo sie sich bei Wasserstagnation (wie beispielsweise in einem Spülkasten) absetzen können.

Selbst die Montage eines Filters mit einer Maschenweite von 50 µm ermöglicht es nicht, diese feinen Partikel zurückzuhalten. Die beste Lösung besteht darin, den Ballast auf dem Dach durch einen gut gewaschenen Kies zu

ersetzen. Vorzugsweise setzt man dabei Kies ohne Kalkstein (Quarzkies) ein, denn Letzterer kann unter dem Einfluss des sauren Regenwassers erodieren, wodurch sich im Laufe der Zeit doch feinere Partikel bilden können.

3 Schlussfolgerung

Die zunehmende Nutzung von Regenwasser in Gebäuden bringt eine Reihe von neuen Bauproblemen mit sich, die auf die Wasserqualität zurückzuführen sind. Denn im Gegensatz zum Trinkwasser ist diese bei Regenwasser stark von den Stoffen abhängig mit denen es in Kontakt kommt (verwendete Materialien, Umgebungsverunreinigungen ...), aber auch von der Art und Weise, in der es gespeichert und genutzt wird sowie in dem Maße, in dem das Regenwassersystem gewartet wird.

Bestimmte Probleme lassen sich durch einen guten Entwurf des Speicher- und Verteilersystems lösen: indem ein Filter, eine schwimmende Ansaugung, ein zweiter angepasster Filter vorgesehen wird und indem man korrosionsbeständige Pumpen und Leitungen wählt. Außerdem ist auch eine gründliche und regelmäßige Wartung eine gute Art und Weise, um Probleme zu vermeiden (siehe [„Guide de l'entretien pour des bâtiments durables“](#), CSTC, 2011).

Schließlich möchten wir noch unterstreichen, dass die festgestellten Probleme uns in der Überzeugung bestärken, dass Regenwasser in Gebäuden nur für nicht sanitäre Anwendungen und in keinem Fall in der Küche oder im Bad angewendet werden darf. Denn selbst mit speziellen Regenwasserbehandlungen kann man niemals garantieren, dass dieses Wasser den Anforderungen entspricht, die in den verschiedenen Regionen an Wasser gestellt werden, das für den menschlichen Verbrauch bestimmt ist. ■



3 | Verfärbung des Wassers, das von einem Flachdach mit einer Dichtungsmembran stammt.



4 | Wirkung eines Aktivkohlefilters auf braunes Regenwasser: vor (links) und nach (rechts) der Behandlung.

Wenn die Rohbau- und die Dämmarbeiten beendet sind, steht der Ausbau der Innenräume im Mittelpunkt des Interesses. In der Regel ist es – aus verschiedenen Gründen (Luftdichtheit, Wärme- und Schalldämmung, Toleranzen ...) – jedoch unmöglich, direkt eine Deckschicht auf die Rohbauelemente anzubringen und müssen angepasste Zwischenschichten vorgesehen werden (z.B. ein Estrich oder Putz). Die Änderungen im Bauprozess unter dem Einfluss der neuen gesellschaftlichen Herausforderungen und die stets strenger werdenden Vorschriften üben außerdem einen Einfluss auf die Charakteristiken und die Ausführung dieser Zwischenschichten aus und bringen in einigen Fällen auch neue Pathologieformen mit sich.

Zwischen Rohbau und Ausbau: Entwicklung der Materialien und ihrer Charakteristiken

Entwicklung hin zu schwimmenden Estrichen

Vor der Einführung der PEB-Verordnung wurden Geschossdecken fast nie wärmege-dämmt und wurden die Estriche direkt auf die Tragdecke angebracht (gegebenenfalls wurde eine Kunststoffolie dazwischen gelegt). Nur in sehr außergewöhnlichen Fällen wurde ein schwimmender Estrich auf einer dünnen Schicht Wärme- oder Schalldämmung vorgesehen. Die häufigsten Schadenfälle mit Estrichen, die damals beim WTB gemeldet wurden, betrafen das Entstehen von Rissen im Estrich und die geringe Kohäsion seiner Oberfläche.

Die Rissbildung in Estrichen ist häufig die Folge der unvermeidlichen Schwindung des Estrichs während der Trocknung. Eine begrenzte Kohäsion des Estrichs (siehe Abbildung 1) ist wiederum meistens auf eine unangepasste Zusammensetzung oder unzureichende Verdichtung des Estrichmörtels und/oder auf eine zu schnelle Trocknung der Estrichoberfläche zurückzuführen. Dieses letzte Phänomen kann beobachtet werden, wenn der Estrich in einem Gebäude ausgeführt wird, das noch nicht luftdicht ist. Stets häufiger werden auch Wärmekanonen und Luftentfeuchter eingesetzt, um die Trocknungszeiten möglichst kurz zu halten und das Bautempo zu beschleunigen. Durch den Einsatz solcher Apparate nimmt die Wahrscheinlichkeit jedoch zu, dass der Estrich zu schnell trocknet.

Gegenwärtig muss man aus Schall- und energetischen Gründen normalerweise stets eine Schall- und/oder Wärmedämmung im Deckenaufbau vorsehen. Diese wird in der

Regel direkt auf die Tragdecke oder auf eine Vorputzschicht angebracht, die auf die Tragdecke platziert wird (und in welche die Leitungen eingebettet werden). Der Estrich wird danach auf diese Dämmschicht angebracht. Wir sprechen in dem Fall von einem schwimmenden Estrich.

In der TI 193 und in *Les Dossiers du CSTC 2009/3.15* gab das WTB bereits an, dass die Realisierung eines schwimmenden Estrichs delikater ist. Deshalb werden für diese Art Estriche auch eine Reihe zusätzlicher Empfehlungen in Sachen der Verlegung vorgeschrieben. So müssen schwimmende Estriche stets mit einer Armierung versehen sein, die zwischen dem untersten Drittel und der Hälfte der Dicke des Estrichs angebracht wird. Die Armierung muss die hervorgerufenen Spannungen im Estrich verteilen und die Verformung des Estrichs (z.B. Schwindung und Ausdehnung) auffangen und auf die Verteilfugen übertragen. Außerdem muss der Estrich in Felder unterteilt werden mit einer Fläche von maximal 50 m² (40 m²

für beheizte Böden), einer Länge von maximal 8 m und einem Verhältnis von Länge zu Breite von maximal 2 zu 1. Ferner werden auch Anforderungen an die Kompression der Wärmedämmung unter dem Estrich gestellt (siehe *Les Dossiers du CSTC 2010/4.12*). Hierbei wird die Kompression häufig auf einen bestimmten Prozentsatz der ursprünglichen Dicke des Dämmstoffes begrenzt und werden auch Anforderungen an die absolute Verformung der Dämmung gestellt (in mm).

Da die mechanischen Charakteristiken die wichtigste Eigenschaft des (schwimmenden) Estrichs sind, ist eine gute Zusammensetzung des Letzteren von entscheidender Bedeutung. Für die Realisierung eines schwimmenden Estrichs werden im Allgemeinen mindestens 250 kg Zement pro m³ Sand verwendet. Der verwendete Sand darf nicht zu fein sein (siehe TI 189, Abbildung 7), da dieser die Schwindung des Estrichs begünstigen kann. Wir empfehlen Sand mit einer Korngrößenverteilung von mindestens 2/5 zu verwenden.



1 | Estrich mit örtlich geringen kohäsiven Zonen.



2 und 3 | Rissbildung in einer Bodenverfliesung mit gedämmten Blöcken unter dem Fenster. Der Riss verläuft in der Verlängerung der Innenseite der Blöcke.

Ein wichtiger zusätzlicher zu beachtender Punkt für die Realisierung eines schwimmenden Estrichs mit ausreichenden mechanischen Eigenschaften ist die Verdichtung des Estrichmörtels. Denn diese Bearbeitung ist auf einer Unterschicht schwieriger zu realisieren, die eine gewisse Kompression zulässt und große Unebenheiten aufweisen kann (z.B. bei Unterschichten aus nicht geschliffenem gespritztem Polyurethanschaum). Es ist dann auch nicht verwunderlich, dass die Abteilung Technische Gutachten in regelmäßigen Abständen Schadenfälle zu sehen bekommt, bei denen der schwimmende Estrich eine zu begrenzte mechanische Festigkeit aufweist, um beispielsweise einen Fliesenbelag, ein Parkett oder einen weichen Bodenbelag haftend darauf anzubringen. Dieser Mangel an Kohäsion lässt sich anhand einer Schleifprüfung für Estriche kontrollieren.

Unserer Meinung nach liegt eine unzureichende Verdichtung des Estrichs häufig als Ursache für solche Schadenfälle vor. Denn bei schwimmenden Estrichen, die in einer Schicht angebracht werden, stellen wir häufiger fest, dass der unterste Teil weniger gut verdichtet ist. Da sich die Armierung bei diesen Estrichen gerade im untersten Teil befindet und stets gut eingebettet sein muss, um optimal zu funktionieren, kann daraus ein Problem entstehen. Wie bereits in der TI 189 und 193 über Estriche angegeben wurde, muss ein armierter Estrich dann auch normalerweise in zwei ‚nass in nass‘ aufgetragenen, gut verdichteten Schichten angebracht werden, zwischen denen die Armierung eingebettet wird.

Da man ab Ende 2020 nur noch fast energie-

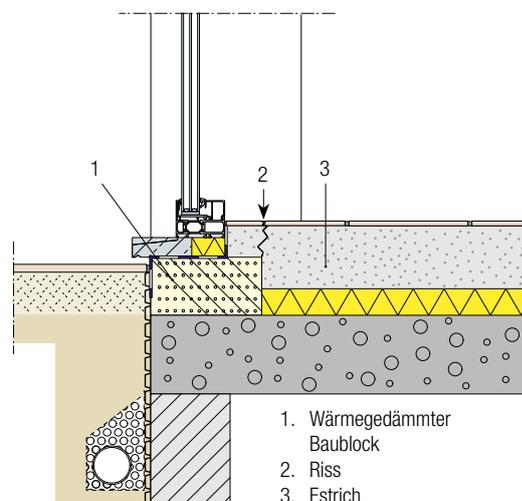
neutrale Gebäude realisieren darf und auch die Anforderungen auf akustischem Gebiet stets strenger werden, wird die Dicke der Dämmung unter den schwimmenden Estrichen in den kommenden Jahren zweifellos noch zunehmen. Dadurch wird die Realisierung von schwimmenden Estrichen mit einer ausreichend großen mechanischen Festigkeit noch delikater werden. Es ist dann auch empfehlenswert, die oben erwähnten Richtlinien, die zukünftig möglicherweise noch strikter oder ergänzt werden, strikt einzuhalten.

Auch sonstige Änderungen im Bauprozess können zu neuen Formen von Schäden am Estrich und manchmal auch am Bodenbelag, der darauf angebracht wurde, führen. So wurden bei einem bestimmten Bauprojekt unten an den Mauerfüßen wärmegeämmte Blöcke benutzt, um die Durchgängigkeit zwischen der Bodendämmung und der Wanddämmung zu realisieren (siehe Abbildung 4). Außerdem hatte man sich für Fenster bis zum Bodenniveau entschieden und wurde die Schreinerarbeit möglichst weit nach außen angeordnet (Fenster in der Verlängerung der Fassadenflächen). Als Folge davon musste der Estrich über die wärmegeämmten Blöcke durchgezogen werden, um den Fliesenbelag bis an das Fenster ausführen zu können.

Aufgrund von differenziellen Verformungen zwischen dem Teil des Estrichs auf der Dämmung und dem Teil auf den wärmegeämmten Blöcken bildete sich ein Riss im Estrich, dessen Verlauf sich mit der Verlängerung der Innenseite der wärmegeämmten Blöcke deckte. Dieser wurde danach auch im Bodenbelag sichtbar und äußerte sich in Form

eines Risses im Fliesenboden parallel zu den Fenstern (siehe Abbildung 2 und 3).

Um Feuchtigkeitsinfiltrationen auszuschließen, ist es unseres Erachtens ratsam, die Außenschreinerarbeit nicht in der Fassadenfläche vorzusehen, sondern sie etwas mehr nach innen versetzt anzuordnen. Um eine Rissbildung im Fliesenboden zu vermeiden, lässt man die Innenfläche der Schreinerarbeit am besten mit der Innenfläche der wärmegeämmten Blöcke zusammenfallen. Falls dies nicht möglich ist, sieht man eine Bewegungsfuge im Estrich und im Fliesenbelag in der Verlängerung der Innenseite der wärmegeämmten Blöcke vor. In der Entwurfsphase geht man dann so vor, dass man diese Fuge in die Verlängerung der Innenseite der Wände legt und das Fliesenschema darauf abstimmt.



4 | Schnitt des Anschlusses zwischen der Decke, der Wand und der Schreinerarbeit.

Ökologische Innenputze stehen hoch im Kurs

Bei unserem heutigen Zusammenleben hat die Umwelt einen hohen Stellenwert. Viele entscheiden sich dann auch wegen ihres Umweltbewusstseins für ökologische Baumaterialien, die hinsichtlich der Umwelt einen möglichst geringen Fußabdruck hinterlassen. So entscheidet man sich in einigen Fällen statt für einen traditionellen Gipsputz für einen Lehmputz. Diese Putze bestehen im Allgemeinen aus einer Grundierung auf Basis von Sand, Ton und Stroh, denen noch Zuschlagstoffe, wie z.B. Hanfholz oder natürliche Farbpigmente, hinzugefügt werden können und aus einer feineren Deckschicht aus Ton, Sand, Marmormehl, Zellulose und natürlichen Pigmenten (diese Deckschicht kann auch auf andere Untergründe angebracht werden). Von solchen Innenputzen wird normalerweise angenommen, dass sie wärmehaltende und feuchtigkeitsregulierende Eigenschaften aufweisen. Dies bedeutet allerdings nicht, dass man nicht mehr auf das Raumklima oder auf den Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes und des Putzes achten muss, wenn der Putz angebracht wird.

Abbildung 5 zeigt einen Lehmputz, der auf einem Mauerwerk aus perforierten Steinen angebracht wurde: eine übermäßige und frühzeitige Schwindung des Lehmputzes bewirkte zuerst eine Rissbildung und dann seine Ablösung. Die Ursache liegt im stark absorbierenden Untergrund in Kombination mit einem großen Anfangsfeuchtigkeitsgehalt des Putzes und/oder einer schnellen Trocknung während der Ausführung des Verputzens und unmittelbar danach. Auch die Empfindlichkeit dieses Putztyps in Bezug auf ein trockenes Raumklima spielt eine Rolle. In dieser spezifischen Situation wurde

5 | Schwindungsrisse in einem Lehmputz.



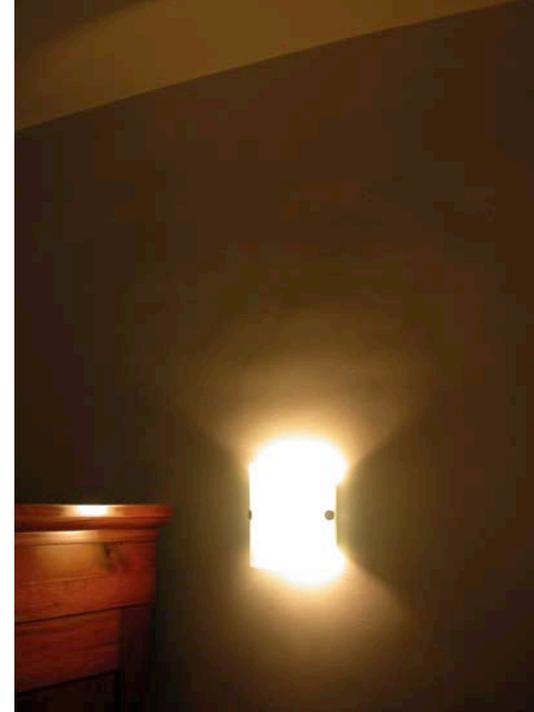
der Innenputz in einem Raum mit einem sehr trockenen Raumklima angebracht (es waren vor Beginn der Putzarbeiten während einer längeren Zeit Luftentfeuchter im Raum vorhanden). Dies hat wahrscheinlich zu einer schnelleren Trocknung des Innenputzes geführt, was das Entstehen von Schwindungsrissen zur Folge hatte.

Wegen seiner Empfindlichkeit in Bezug auf ein trockenes Raumklima mit einer relativen Feuchtigkeit, die um die Grenze von 30 % herum schwankt, ist die Nutzung dieses Putztyps in gut gelüfteten Wohnungen nicht immer empfehlenswert. Denn diese Wohnungen sind während der kalten Zeiten im Allgemeinen durch ein trockenes Raumklima und eine niedrige relative Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet.

Das Aussehen von gestrichenen dünnen Putzen auf Gipsblockwänden

Um das Bautempo zu erhöhen, werden stets häufiger Innenwände mit geklebten Gipsblöcken (größere Elemente, schnellere Verklebung) realisiert. Da solche Wände weniger Unebenheiten aufweisen als traditionelles Mauerwerk, werden sie häufig mit einem dünnen Spritzputz (Dicke maximal 2 bis 3 mm) versehen, der danach gestrichen wird.

Nach der Ausführung dieser Arbeiten erhalten wir manchmal Reklamationen über das Aussehen der Wände (Welligkeiten, Unebenheiten). Dies ist vor allem der Fall, wenn eine glänzende Farbe angebracht wurde und/oder falls die Wände von außen her stark beleuchtet werden (was oft der Fall ist, da die heutigen Wohnungen stets größere Glaspartien aufweisen) oder wenn eine Wandbeleuchtung angebracht ist.



6 | Unebenheiten im Putz werden bei Streiflichteinfall sichtbar.

Man muss berücksichtigen, dass geringe Unebenheiten in der Oberfläche von solchen Gipsblockwänden sich nie ganz vermeiden lassen und sich auch nicht vollständig im dünnen Spritzputz oder bei den vorbereitenden Arbeiten korrigieren lassen, die vom Maler ausgeführt werden. Daher sieht man an solchen Wänden oft sich wiederholende kleine Welligkeiten von häufig sehr kleinen Unebenheiten (im Gegensatz zu traditionellen Putzen, bei denen sich die Welligkeiten im Allgemeinen über größere Längen ausbreiten und die Unebenheiten meistens etwas größer sind). Unter einer Wandstreiflichtbeleuchtung (siehe Abbildung 6) können allerdings sogar Unebenheiten von einigen Zehnteln Millimeter stark auffallen (vor allem bei Farben mit einem hohen Glanzgrad). Wir sind daher auch der Auffassung, dass eine Bewertung der Wandoberfläche bei Streiflichteinfall zu streng ist und dass man bei solchen Wänden hinsichtlich geringer Unebenheiten tolerant sein muss. Wenn eine Wandbeleuchtung benutzt wird und/oder die Wände regelmäßig einem Streiflichteinfall ausgesetzt sind, ist es demzufolge empfehlenswert, sich für eine matte Farbe – wodurch die unvermeidlichen geringen Unebenheiten weniger ins Auge fallen – oder für einen anderen Oberflächenbehandlungstyp zu entscheiden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die neuen Baumethoden und die neuen, damit einhergehenden Schadenfälle auch die Wahl, die Charakteristiken und die Ausführung der Zwischenschichten beeinflussen. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden die Anforderungen in Bezug auf solche Zwischenschichten in der (näheren) Zukunft noch strikter werden. ■

Auch für den Schreiner und den Glaser bringen die jüngsten Entwicklungen im Bauprozess neue Pathologieformen mit sich. Wir gehen in diesem Artikel näher auf die Feuchtigkeitsrisiken und Probleme mit der Kraftübertragung ein, die an der Schnittstelle zwischen der Schreinerarbeit und dem Rohbau auftreten können. Denn die Erfahrung auf der Baustelle lehrt uns, dass diese Probleme vermieden werden können, indem man eine Reihe von Prinzipien berücksichtigt.

Feuchtigkeitsprobleme an der Schnittstelle zwischen der Schreinerarbeit und dem Rohbau

Beim Setzen von Schreinerarbeiten in kürzlich errichteten Gebäuden wird ab der Entwurfsphase darauf geachtet, dass die erforderlichen Leistungen der Gebäudehülle in Höhe der Schnittstelle zwischen der Schreinerarbeit und dem Rohbau nicht beeinträchtigt werden. Denn um die Anforderungen der Energieleistungsverordnung zu erfüllen, ist es von äußerster Wichtigkeit, dass die Durchgängigkeit der Hülle des geschützten Volumens gewahrt bleibt. Diese Durchgängigkeit muss außerdem dafür sorgen, dass die Innenflächentemperaturen nicht zu niedrig sind, da dies Oberflächenkondensation und Schimmelbildung verursachen könnte.

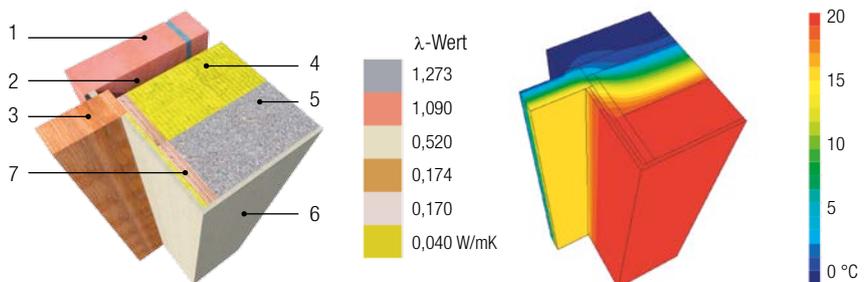
Man muss bei der Konzeption dieses Anschlusses von der Schreinerarbeit am Rohbau zugleich die Wasserdichtheit der Fassade berücksichtigen und darauf achten, dass diese in der Höhe der Fensteröffnungen erhalten bleibt, um Infiltrationen zu vermeiden.

Schließlich übt die Positionierung der Schreinerarbeit in kürzlich errichteten Gebäuden auch einen Einfluss auf die Kraftübertragung auf den Rohbau aus, wodurch eine angepasste Verankerungsweise erforderlich ist.

In *Les Dossiers du CSTC 2012/4.8* wenden wir die drei Grundregeln für die Realisierung der PEB-Verordnung gemäßen Bauknoten an, deren Gegenstand der Anschluss der Außenschreinerarbeit am Rohbau war. Stattdessen kann man auch den linearen Wärmeübergangskoeffizienten durch Transmission ψ_e verwenden, um die Wärmeverluste in Höhe des Anschlusses zu bestimmen. Wir möchten darauf hinweisen, dass dieser aus dervalidierten Berechnung erhaltene Koeffizient kleiner als oder gleich dem Grenzwert sein muss, der für die spezifische Anwendung in der Energieleistungsverordnung vorgesehen wird. Für Fenster- und Türanschlüsse wurde dieser Grenzwert $\psi_{e,lim}$ auf $0,10 \text{ W/mK}$ festgelegt.

Setzen von Außenschreinerarbeiten

Das WTB führt gegenwärtig eine pränormative Forschungsarbeit in Bezug auf die Leistungen der verschiedenen Anbringungsweisen von Außenschreinerarbeiten durch. Diese Forschungsarbeit soll in Absprache mit dem Technischen Komitee ‚Außenschreinerarbeit‘ außerdem als Grundlage dienen für die Realisierung der technischen Details im Rahmen der Überarbeitung der *TI 188* über das Setzen von Außenschreinerarbeiten.

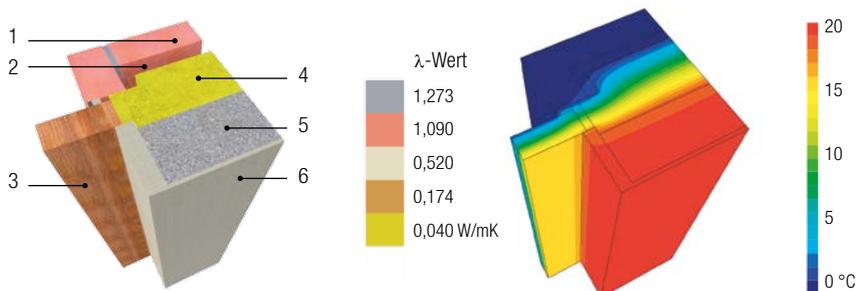


1 | Die Schreinerarbeit aus Holz wurde an die Verblendmauer gesetzt ($\psi_e = 0,27 \text{ W/mK}$).

- 1. Verblendmauer
- 2. Luftzwischenraum
- 3. Außenschreinerarbeit aus Holz
- 4. Dämmung
- 5. Innenmauerwerk
- 6. Putz
- 7. Multiplexplatte

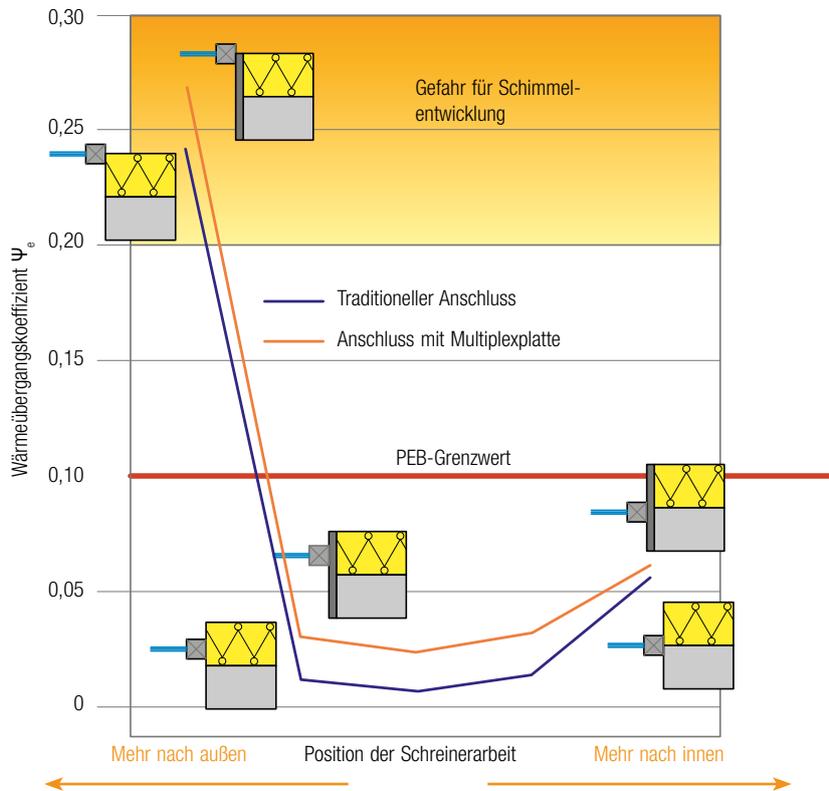
1 Oberflächenkondensation an der Fensteröffnung

Man muss die Position der Schreinerarbeit in Bezug auf die Dämmung während der Entwurfsphase sachkundig wählen, um das Risiko bezüglich der Schimmelbildung unter Einfluss der Hygroskopizität der Materialien und der Kondensation zu begrenzen. Denn durch die Notwendigkeit eines dicken Dämmpakets als Folge der Energieleistungsverordnung in unseren Regionen haben wir es mit großen Hohlräumweiten zu tun.



2 | Die Schreinerarbeit aus Holz wurde weiter nach innen gesetzt ($\psi_e = 0,077 \text{ W/mK}$).

3 | Variation des Wärmeübergangskoeffizienten ψ_e in Abhängigkeit der Positionierung der Außenschreinerarbeit innerhalb der PEB-konformen Grenzen.



Wir besprechen nachstehend den Anschluss einer Außenschreinerarbeit aus Holz an einer traditionellen Hohlmauer aus Mauerwerk mit einem dicken Dämmpaket (U-Wert der Außenwand = 0,24 W/m²K). Wir haben dabei die Wahl, die Schreinerarbeit an die Verblendmauer zu setzen (siehe Abbildung 1) oder sie weiter nach innen zu setzen, und zwar mithilfe einer Hohlräume schließung, die durch einen Rücksprung der Verblendmauer realisiert wird (siehe Abbildung 2, S. 15) oder durch ein dekoratives Plattenmaterial.

Es spricht für sich, dass der Wärmeübergangskoeffizient ψ_e in diesen zwei Beispielen durch verschiedene Parameter beeinflusst wird und dass der erhaltene Wert von den beim Entwurf gemachten Entscheidungen stark abhängig ist. Wir stellen dennoch fest, dass der Grenzwert ($\psi_e = 0,27 \text{ W/mK} > 0,10 \text{ W/mK} = \psi_{e,lim}$) beim ersten Beispiel nicht eingehalten werden kann (obwohl wir jedoch die PEB-Grundregeln berücksichtigt haben).

In Abbildung 3 variierten wir beispielhaft die Position der Außenschreinerarbeit in Bezug auf die Dämmschicht, und zwar innerhalb der Grenzen der PEB-konformen Grundregeln. Wir können hieraus ableiten,

dass das Weiter-nach-außen-Positionieren der Schreinerarbeit zu einer substanziellen Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten ψ_e (und somit zu Wärmeverlusten) führen kann. Dieser Koeffizient kann sogar einen so hohen Wert annehmen, dass er den PEB-Grenzwert überschreitet.

Wir können außerdem aus der Grafik ableiten, dass in bestimmten PEB-konformen Fällen, sogar beim normalen Raumklima, ein reales Risiko der Schimmelbildung besteht.

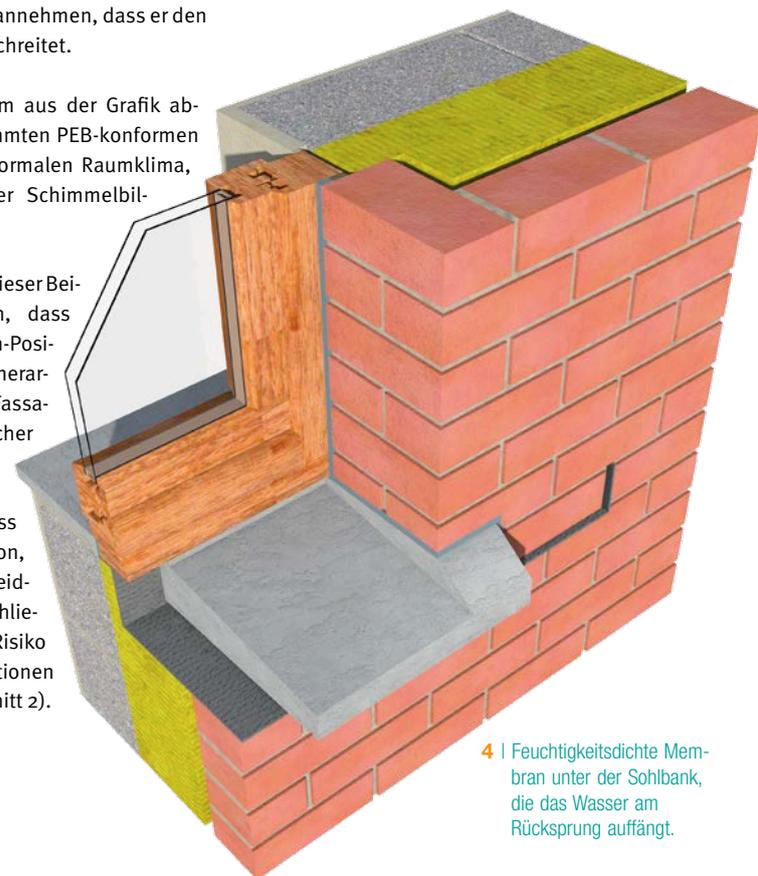
Wir könnten anhand dieser Beispiele schlussfolgern, dass das Mehr-nach-innen-Positionieren der Schreinerarbeit in Bezug auf die Fassade in thermischer Hinsicht vorzuziehen ist. Man muss jedoch berücksichtigen, dass bei dieser Konfiguration, wegen der unvermeidlichen Hohlräume schließung, ein größeres Risiko hinsichtlich Infiltrationen besteht (siehe Abschnitt 2).

2 | Feuchtigkeitsinfiltration an der Fensteröffnung

Die Position der Schreinerarbeit kann bedeutende Folgen für den Feuchtigkeitshaushalt der Hohlwand in Höhe des Anschlusses haben.

Die Verblendschale der dem Schlagregen ausgesetzten Hohlwände (hauptsächlich die zum Süden oder Westen orientierten Wände) wird nach einiger Zeit in ihrer Masse mit Feuchtigkeit gesättigt sein. Hierdurch wird das überschüssige Wasser längs der Hohlraumseite abfließen. Die äußere Wandschale bildet mit anderen Worten nur einen relativen Schutz gegen Feuchtigkeit im Rahmen der zweistufigen Dichtung, die die Wasserdichtigkeit der Gebäudehülle gewährleisten muss.

Wenn in Bezug auf die Fassadenfläche die Schreinerarbeit nach innen zurückspringend angeordnet wird, wobei die Hohlräume schließung durch den Rücksprung der Verblendmauer realisiert wurde (siehe Abbildung 2, S. 15), müssen wir folglich darauf achten, dass das im Hohlraum befindliche Wasser, das längs der Rückseite des Rücksprungs abfließt, seinen Weg nach draußen findet. Falls dies nicht erfolgt, kann dieses Wasser durch die Hohlräume dämmung zur Innenwand durchdringen und Feuchtigkeitsprobleme in der Innenverkleidung verursachen (siehe Abbildung 5). Um dieses Problem zu vermeiden, bringt man unter der Sohlbank eine zusätzliche feuchtigkeits-



4 | Feuchtigkeitsdichte Membran unter der Sohlbank, die das Wasser am Rücksprung auffängt.



5 | In dieser Konfiguration kann das Wasser durch die Hohlräumdämmung zur Innenwand durchdringen.



dichte Membran an, die das Wasser am Rücksprung auffängt (siehe Abbildung 4).

Traditionelle Außenschreinerarbeiten werden im Allgemeinen in einen Anschlag gesetzt, der von einem halben Stein gebildet wird. Gegenwärtig geben jedoch viele Architekten dem Weiter-nach-außen-Positionieren der Schreinerarbeit den Vorzug (in die Fassadenfläche oder sogar auskragend). Dies beinhaltet nicht nur ein hygrothermisches Risiko (siehe Abschnitt 1), sondern sorgt auch dafür, dass die Anschlussfugen zwischen dem Rohbau und der Schreinerarbeit den Witterungseinflüssen stärker ausgesetzt sind. Es ist dann auch kein überflüssiger Luxus, in diesem Fall eine Reihe zusätzlicher Maßnahmen zum Schutz der häufig feuchtigkeitsempfindlichen Innenverkleidungsmaterialien zu ergreifen.

3 Kraftübertragung

Die Kräfte, die auf die Außenschreinerarbeit einwirken, müssen stets auf die Tragkonstruktion des Gebäudes übertragen werden. Die horizontale Windbelastung auf die Außenschreinerarbeit wird im Allgemeinen durch seitliche Anker oder Schrauben aufgefangen, wohingegen die vertikale Belastung durch eine Unterstüzung an der Unterseite der Schreinerarbeit, die am Rohbau verankert ist, aufgefangen wird. Diese Unterstüzung muss nach der TI 188 ausreichend steif sein, um Spannungen in den darunter liegenden Sohlbänken zu vermeiden. In der Praxis wird hiervon manchmal für Außenschreinerarbeiten mit relativ

kleinen Abmessungen abgewichen. Diese Arbeitsweise kann in kürzlich errichteten Gebäuden mit größeren Hohlräumweiten und einer unzureichend steifen Unterstüzung allerdings zum Kippen der Sohlbank und/oder zum Absacken der Schreinerarbeit führen.

Wenn die Schreinerarbeit weiter nach innen gesetzt wird, wird die Sohlbank weiter nach innen auskragen und erhöht das Risiko hinsichtlich gekippter Sohlbänke und abgesackter Schreinerarbeit.

Wenn die Außenschreinerarbeit dagegen weiter nach außen gesetzt wird, wird die Unterstüzung schwerer belastet, da man den Hebelarm erhöht. Daher empfehlen wir in

diesem Fall spezifisch dimensionierte Verankerungen für diesen Zweck zu nutzen.

4 Einbau der Verglasung

Die Tendenz, Gebäude mit immer größeren verglasten Flächen zu bauen, aber auch die Anforderungen aus der Norm NBN S 23-002 und die Anwendung von Dreifachverglasungen haben bewirkt, dass das Gewicht der heutigen Verglasungen beträchtlich größer ist als früher. Deshalb entscheidet man sich häufig dafür, die Verglasungen, erst nachdem die Schreinerarbeit verankert wurde, einzubauen.

Ohne vorübergehende Abdichtungen in den Fensteröffnungen werden bestimmte Innenmaterialien während einer längeren Zeit den Witterungseinflüssen ausgesetzt sein. So kann eine Multiplexplatte, die für den Einbau der Schreinerarbeit verwendet wurde (wie z.B. in Abbildung 1, S. 15), beispielsweise delaminieren oder eine Schimmelbildung aufweisen. Diese Auswitterung wird am schnellsten an den Plattenrändern sichtbar sein (siehe Abbildung 6).

Um solche Bauschäden zu vermeiden, empfehlen wir, Multiplexplatten zu verwenden, die für Außenanwendungen geeignet sind. Diese verfügen über eine wasserfeste Verleimung (der Klasse 2 oder 3 nach der Norm NBN EN 314 oder einer WBP nach STS 52.04, siehe [Les Dossiers du CSTC 2009/3.8](#)) und haben nachhaltigere Furnierschichten (falls Holzarten der Haltbarkeitsklasse IV oder V eingesetzt werden, werden diese idealerweise mit einer angepassten Schutzbehandlung versehen). ■

6 | Schimmelbildung auf dem Multiplexrahmen, der längere Zeit der Feuchtigkeit ausgesetzt war.



Durch die zunehmend strikteren Wärmeleistungsanforderungen, die den Gebäuden auferlegt werden, wendet man ständig größere Dämmdicken in den Decken und Hohlwänden an. Hierdurch entstehen jedoch Höhenunterschiede, die die Zugänglichkeit gefährden können. Um diese Form der Unannehmlichkeit zu vermeiden, strebt man einen möglichst kleinen Höhenunterschied zwischen dem Innen- und Außenbelag an. Dies kann wiederum Anlass zu Feuchtigkeitsproblemen geben. In diesem Artikel wird erläutert, wie man Wasserinfiltrationen vorbeugen kann, ohne Abstriche bezüglich der Zugänglichkeit zu machen.

Wasserdichte und gut gedämmte Mauerfüße: für jeden zugänglich

Die zunehmende Anzahl an Leistungsanforderungen, die Gebäuden auferlegt werden, sorgt vor allem in Höhe des Fassadenfußes von traditionellen Hohlwänden für zusätzliche Schwierigkeiten, um die Durchgängigkeit der Leistung (Stabilität, Wärmedämmung, Wasser- und Luftdichtheit, Schalldämmung, Zugänglichkeit ...) zu garantieren.

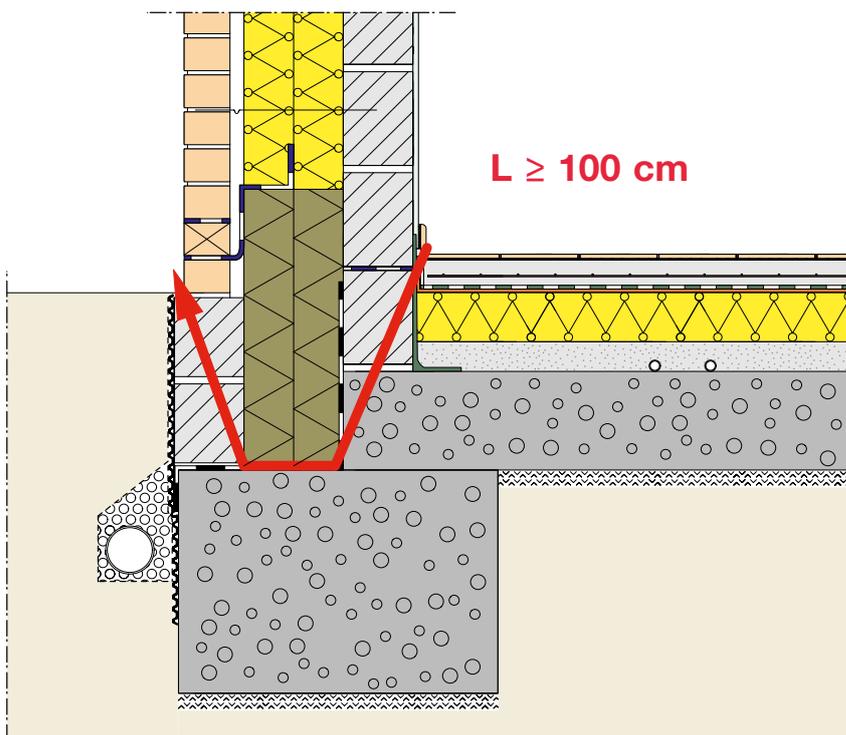
Darüber hinaus nimmt nicht nur die Anzahl, sondern auch das Niveau der Anforderungen stets zu. Man darf auch nicht vergessen, dass man die immer strikter werdenden Verordnungen in Sachen Brand, Wärmedämmung ... berücksichtigen muss. Die Zugänglichkeit und die Anpassbarkeit von Gebäuden ist auch Gegenstand von neuen Vorschriften (siehe www.construire-adaptable.be und www.toegankelijk.be).

In der Praxis stellt man fest, dass Bauschäden häufig die Folge von Anomalien in Höhe der Bauknoten und nicht in den laufenden Partien sind. Es ist nicht selten, dass es gerade an den Fassadenfüßen schwierig ist, die Leistungsanforderungen miteinander in Einklang zu bringen, wenn man für jede Anforderung das höchste Niveau anstrebt.

Die Konzeption und Ausführung von diesem Bauknoten stellt daher nicht nur für den Rohbauunternehmer selbst eine neue Herausforderung dar, sondern auch für den Generalunternehmer, der für die Koordinierung zwischen den verschiedenen beteiligten Fachleuten sorgt.

Mit oder ohne gedämmtem Baublock?

Um die Wärmeverluste über den Mauerfuß zu begrenzen und eine Wärmebrücke



1 | Die Länge des Wegs des kleinsten Widerstands (rote Linie) muss größer als oder gleich 1 Meter sein.

zu vermeiden, wird häufig ein gedämmter Baublock (i) unter der tragenden Wand angeordnet. Diese Methode ist jedoch durch die Druckfestigkeit des Baublocks begrenzt. Bei der Berechnung der Festigkeit des Mauerwerks muss man unter anderem den Einfluss des gedämmten Baublocks, der Mauerziegel und des Mörtels berücksichtigen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2011/4.5](#)).

Ihre Nutzung wird daher im Allgemeinen auf Gebäude mit maximal drei Stockwerken (oder vier Geschossen) begrenzt, und zwar in Abhängigkeit der Eigenschaften der Mauerziegel und Mörtel oder Kleber.

Bei höheren Gebäuden und bei Gebäuden, deren innere Wandschale Betonsäulen oder geschosshohe Paneele umfasst, muss man dafür sorgen, dass die Länge des ‚Wegs des kleinsten Wärmewiderstands‘ mindestens 1 m beträgt (siehe Abbildung 1), weil hier keine Durchgängigkeit zwischen den Dämmschichten in der Fassade und jenen im Deckenaufbau besteht. Wenn dieses Prinzip nicht eingehalten wird, wird der Mauerfuß während der kälteren Jahreszeiten stark abkühlen. In Kombination mit einem weniger günstigen Raumklima kann dies in Oberflächenkondensation, Hygroskopizität und letztendlich in Schimmelbildung resultieren.

(i) Um die PEB-Anforderungen für Bauknoten zu erfüllen, müssen die Eigenschaften des gedämmten Baublocks den drei folgenden Anforderungen entsprechen:

- die Wärmeleitfähigkeit λ des gedämmten Baublocks muss kleiner als oder gleich $0,2 \text{ W/mK}$ sein
- der Wärmewiderstand R des gedämmten Teils darf nicht kleiner sein als die Hälfte des kleinsten Wärmewiderstands der Dämmschichten des Bodens und der Fassade (mit einer Obergrenze von $2 \text{ m}^2\text{K/W}$)
- die Kontaktlänge darf nie kleiner werden als die Hälfte der kleinsten Dicke des gedämmten Teils oder der anschließenden Dämmschicht.

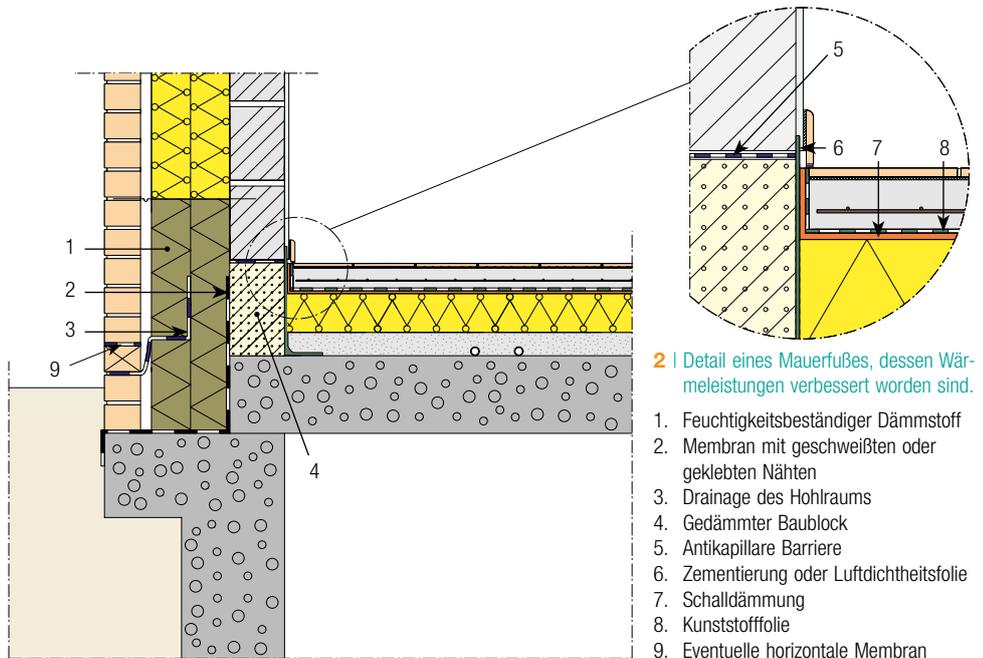
Sicherstellen der Wasser- und Luftdichtheit

Eine unzureichende Drainage des Hohlraums führt bei starkem Schlagregen ausgesetzten Fassaden zu Infiltrationen. Der Fuß der tragenden Wand kann auch durch die Zufuhr von Grundfeuchtigkeit und/oder durch seitlich infiltrierendes Oberflächenwasser befeuchtet werden (über die Erdanschüttung und/oder den Außenbelag).

Um die Wasserdichtheit in Höhe des Mauerfußes zu garantieren, muss man verschiedene Membranen vorsehen (siehe Abbildung 2). Die Oberseite der Betontragdecke muss stets höher liegen als die Geländeoberfläche oder der Belag rund um das Gebäude. Die Membran für die Drainage des Hohlraums (3) muss außerdem eine ausreichende Aufkantung aufweisen, um zu verhindern, dass sie überbrückt wird (z.B. durch Mörtelreste im Hohlraum).

Der eingegrabene Teil des Mauerfußes wird durch eine Membran (2) geschützt, die an der Außenseite des gedämmten Baublocks hochgezogen wird (so dass dieser Block auch geschützt wird). Die Nähte dieser Membran müssen stets geklebt oder geschweißt werden und erfordern demzufolge eine spezifische Ausführung. Es ist wichtig, dass die Durchgängigkeit der verschiedenen Membranteile garantiert wird, und zwar in Höhe des Übergangs zwischen den Fenster- und Türöffnungen und dem Rest der Fassade (siehe Abbildung 3 und [Infomerkblatt 20](#)).

Weiter oben wird in der Hohlwand eine Drainage (3) vorgesehen, die das im Hohlraum befindliche Wasser oberhalb des Niveaus der Geländeoberfläche ableitet. Diese kann zwischen zwei Schichten eingeklemmt oder verklebt werden und braucht nicht bis zur tragenden Wand zu laufen. Die Dämmplatten können hierfür gerade oder schräg abgeschnitten werden. Die Nähte in dieser Membran für die Drainage des Hohlraums können überlappend ausgeführt oder verklebt werden. Diese Arbeiten werden vom Bauunternehmer, der für die Mauerwerksarbeiten zuständig ist, ausgeführt. Oberhalb dieser Membran werden im Verblendmauerwerk offene Stoßfugen vorgesehen (eine Fuge von drei), die bis auf die Drainage des Hohlraums freigemacht sind (die liegende Fuge muss unterbrochen werden) und die auf keinen Fall durch spätere Außenbeläge oder Auffüllungen abgedichtet werden dürfen. Manchmal sieht man nur im Ver-



2 | Detail eines Mauerfußes, dessen Wärmeleistungen verbessert worden sind.

1. Feuchtigkeitsbeständiger Dämmstoff
2. Membran mit geschweißten oder geklebten Nähten
3. Drainage des Hohlraums
4. Gedämmter Baublock
5. Antikapillare Barriere
6. Zementierung oder Luftdichtheitsfolie
7. Schalldämmung
8. Kunststoffolie
9. Eventuelle horizontale Membran

blendmauerwerk noch eine zusätzliche horizontale Membran (9) oberhalb der offenen Stoßfuge vor, um zu verhindern, dass die (im Allgemeinen hellen) Ziegelsteine sich über längere Zeit dunkel verfärben könnten.

Längs der Innenseite wird die Luftdichtheit durch den Putz auf Gipsbasis und die Tragdecke aus Beton sichergestellt. Wenn in Höhe der Sockelleiste eine antikapillare Barriere (5) vorgesehen wurde, kann die Durchgängigkeit der Luftdichtheit entweder mit einer Membran oder einem dünn-schichtigen flüssig angebrachten Produkt oder mithilfe eines feuchtigkeitsbeständigen Mauerfußputzes (z.B. luftdichte Zementierung (6) mit einer

ausreichenden Dicke) gewährleistet werden (siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/3.9](#)).

Anstreben eines ausreichenden Höhenunterschieds

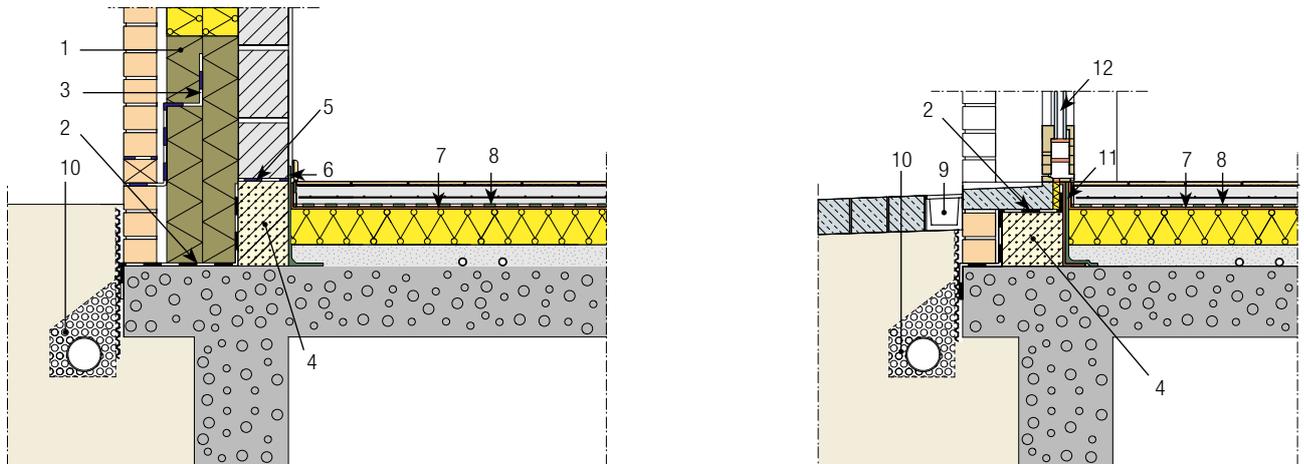
Wie zuvor angegeben wurde, liegt der Außenbelag oder die Erdanschüttung wegen der Wasserdichtheit (2) vorzugsweise niedriger als das Niveau der Außenseite der Betontragdecke. Hierdurch entsteht jedoch ein Höhenunterschied von 20-30 cm zwischen dem Innenboden und dem Belag um das Gebäude herum, was Zugänglichkeitsprobleme mit sich bringt.



3 | Schutz des Mauerfußes mithilfe einer Membran mit geschweißten Nähten.

(2) Wir betrachten hier die Regendichtheit des Erdgeschosses. In Abhängigkeit von der geforderten Wasserdichtheitsklasse des Kellers können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, wie z.B. eine Drainage oder ein senkrecht in die Armierung platziertes Stahlblech zwischen der Kellerwand und der Betontragdecke.

4 | Detail eines Mauerfußes, dessen Zugänglichkeit verbessert worden ist. Vertikaler Schnitt in Höhe der Fassade (links) und in Höhe der Eingangstür (rechts).



1. Feuchtigkeitsbeständiger Dämmstoff
2. Membran mit geschweißten oder geklebten Nähten
3. Drainage des Hohlraums
4. Gedämmter Baublock

5. Antikapillare Barriere
6. Zementierung oder Luftdichtheitsfolie
7. Schalldämmung
8. Kunststoffolie

9. Rinnstein (nur längs der Türöffnung)
10. Drainage
11. Luftdichtheitsfolie
12. Vordertür

Um die uneingeschränkte Zugänglichkeit über die Außenschreinerarbeiten zu gewährleisten, müssen drei Bedingungen erfüllt werden:

- der Zugang muss gut erreichbar sein
- die Außenschreinerarbeiten müssen betretbar sein und die Beschläge müssen sich einfach bedienen lassen
- die Höhenunterschiede dürfen nicht größer als 20 mm sein.

Indem man die Aufkantung zwischen der Innen- und der Außenumgebung aus Zugänglichkeitsüberlegungen verringert, nimmt das Risiko in Bezug auf Wasserinfiltrationen zu (sowohl über den Rohbau als auch über die Schreinerarbeit) und muss man den Details besondere Aufmerksamkeit schenken. Um das Risiko in Bezug auf Wasserinfiltrationen zu begrenzen, könnte man das Niveau des Belags oder der Erdschüttung um das Gebäude herum nur in Höhe des Zugangs (Vordertür) erhöhen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2006/4.4](#) und [2007/1.12](#)). In der Praxis entscheidet man sich jedoch häufiger dafür, die Niveauunterschiede über den gesamten Umfang des Gebäudes zu reduzieren.

In dem Fall darf man sich nicht ohne weiteres auf die unterste Membran (mit geklebten oder geschweißten Nähten, siehe Abbildung 4, Membran 2) verlassen, um die Wasserdichtheit zu gewährleisten, da die Haftung dieser Membran auf dem Untergrund (Betontragdecke) im Allgemeinen nicht dem Wasserdruck standhält. Aus diesem Grund wird man am Fassadenfuß eine Drainage (10) vorsehen, um zu verhindern,

dass bei Regenwetter ein vorübergehender Wasserdruck entstehen könnte, wodurch das in den Boden gedrungene Regenwasser die Membran umgehen kann.

Diese Drainage besteht aus drei Elementen: einem Sammelrohr, einem Drainagematerial und einem Gewebefilter, die alle drei an die Eigenschaften des Bodens angepasst sind. Das Sammelrohr muss stets mit einem ausreichenden Gefälle verlegt werden (0,5 % bis 1 % und nie in entgegengesetzter Gefälledirection), so dass die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers ausreichend hoch ist. In Höhe der Türöffnung (12) kann man die Wasserabfuhr noch verbessern, indem man einen Rinnstein (9) oder eine Abflussrinne vorsieht. Ferner muss man darauf achten, dass die Beläge rund um das Gebäude herum ein Gefälle von mindestens 1,5 % aufweisen (in Richtung weg von der Fassade).

Unten an der Fassade verwendet man feuchtigkeitsbeständige Dämmplatten (denn eine Befeuchtung kann niemals ausgeschlossen werden). Wenn man große Belastungen in der Nähe der Fassade (z.B. durch Verkehr) erwartet, muss man darauf achten, dass der Hohlraumteil unter der Drainage des Hohlraums ganz mit druckfesten Dämmplatten ausgefüllt ist, die verhindern, dass das Verblendmauerwerk unten bei Belastung des Bodens nach innen gedrückt wird. Als Alternativlösung kann man das Verblendmauerwerk unter der Geländeoberfläche auch durch Blöcke (aus Beton) mit einer größeren Breite ersetzen.

Selbst wenn alle Details so entworfen sind, muss man in Höhe der Türöffnung auf die Durchgängigkeit der Luftdichtheit achten. Schreinerarbeitselemente mit einem nicht zu öffnenden unteren Rahmen ergeben in dieser Hinsicht bessere Ergebnisse, was übrigens auch der Wasserdichtheit zugutekommt. Der nicht zu öffnende untere Rahmen stellt allerdings eine Beeinträchtigung für die Rollstuhlfahrer dar. Wir möchten darauf hinweisen, dass Systeme auf dem Markt sind, die mit einer geringen Schwellenhöhe (≤ 20 mm) doch einen Anschlag für die Luftdichtheit vorsehen. Darüber hinaus sind diese Rahmen häufig thermisch unterbrochen.

Schlussfolgerung

Es erfordert eine besondere Aufmerksamkeit, um in Höhe des Fassadenfußes und der Türöffnung den verschiedenen Leistungsanforderungen, die an moderne Gebäude gestellt werden, zu entsprechen. Da praktisch jeder Fassadenfuß einmalig ist, werden in diesem Artikel eine Anzahl Prinzipien und Denkanstöße angegeben, die man bei der Konzeption nutzen kann, um all diesen Leistungsanforderungen gerecht zu werden. Ein solches Detail macht eine gute Koordination der verschiedenen Gewerke erforderlich, die für die Realisierung des Bauwerks verantwortlich sind. Wenn dies bei der Konzeption von neuen Gebäuden schon viel Aufmerksamkeit erfordert, ist die Herausforderung bei der Renovierung von bestehenden Gebäuden selbstverständlich noch größer. ■

Sowohl beim Neubau als auch bei der Renovierung entscheiden sich die Planer für leistungsfähigere Wandzusammensetzungen mit stets dickeren Dämmschichten. In der Praxis stellen wir daher fest, dass neben den klassischen Wandaufbauten mit einem gedämmten Hohlraum und Holzskelettbauwänden auch häufiger Wandaufbauten mit Gipsputz auf einer dicken Dämmschicht eingesetzt werden (ETICS).

In der letzten Zeit werden uns regelmäßig zwei Typen von Schadenfällen gemeldet, die an der Oberfläche von Putzsystemen auf Dämmung auftraten:

- die Abzeichnung von Befestigungsrosetten im Putz, die die Befestigung der Wärmedämmplatten gewährleisten
- die Erscheinung, auf der Oberfläche der Putze, von bräunlichen Abtropfspuren, die von den Metallmauerabdeckungen stammen.

1 Abzeichnung von Befestigungsrosetten im Putz

Die Abteilung Technische Gutachten erhält die letzten Jahre in regelmäßigen Abständen Fragen zu diesem Schadensbild. Sobald die Putzarbeiten abgeschlossen sind, zeichnen die Befestigungselemente der Wärmedämmplatten sich im Putz ab. Sie formen Flecken, die etwas heller und matter sind als die eigentliche Putzschicht (siehe Abbildung 1) und sind vor allem bei einem klaren, wolkenlosen Himmel sowie insbesondere beim Übergang von der Nacht auf den Tag sichtbar.

Zu diesem Zeitpunkt des Tages kann die Temperatur von einer Außenfläche 6 bis 8 °C niedriger sein als die Temperatur der Außen-

- 1 | Erscheinung von hellen Kreisen, die den Stellen der Befestigungsrosetten entsprechen.

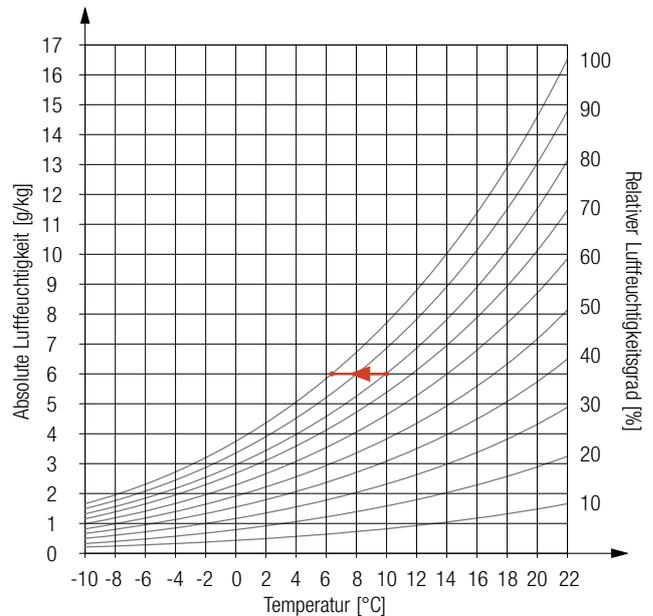


luft. Es ist dieses Phänomen, Unterkühlung genannt, das verantwortlich ist für die Taubildung (oder das Erscheinen von Eisblumen, falls die Oberflächentemperatur der Wand niedriger ist als 0 °C) die man morgens bei einem klaren, wolkenlosen Himmel auf den Karosserien und Fenstern von Autos oder auf jeder nicht kapillaren Oberfläche an einem offenen Standort antreffen kann. Falls wir exemplarisch klimatische Bedingungen mit einer Temperatur um die 10 °C und einem relativen Feuchtigkeitsgrad von 80 % betrachten, können wir aus der Grafik von Abbildung 2 ableiten, dass auf jeder Oberfläche mit einer Temperatur niedriger als 6,5 °C Oberflächenkondensation auftreten kann.

Bei schwach wärmedämmten Wänden sorgen die Wärmetransmissionsverluste dafür, dass die Außenoberflächentemperatur von diesen Wänden höher als oder gleich der Außenlufttemperatur ist.

Bei stark gedämmten Fassaden sind dagegen die Wärmetransmissionsverluste zu klein, um dem Effekt der Unterkühlung entgegenzuwirken. Auf diesen Fassaden kann sich folglich Kondensation bilden. Auf einer homogenen gedämmten kapillaren Deckschicht wird dieses Phänomen, abgesehen von einer leicht dunkleren Verfärbung, in der Regel nicht sichtbar sein. Auf einem nicht kapillaren Deckmaterial (z.B. einer Metallverkleidung, einer verglasten Fülltafel oder einer Fassadenverkleidung aus Naturstein mit einer schwachen Porosität) wird sich dieses Phänomen dagegen in Form eines feuchten Beschlags oder in Form von Kondensationstropfen deutlich äußern. Die Abbildungen 3 und 4 auf der folgenden Seite

Neue zu beachtende Punkte für ETICS



2 | Grafische Darstellung der Luftfeuchtigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur.

zeigen die Bildung von Oberflächenkondensation auf dem mittigen Teil der verglasten Fülltafel oder Metallverkleidungselementen mit integrierter Wärmedämmung. In Höhe der Plattenränder sind die Wärmeverluste dermaßen groß, dass das Abkühlungsphänomen die Oberflächentemperatur nicht unter dem Taupunkt der Außenluft absinken lässt.

Dasselbe Phänomen tritt auch regelmäßig auf der Außenoberfläche von Dreifach- oder Doppelverglasungen hoher Leistung auf und war außerdem bereits Gegenstand eines Artikels (*).

Abbildung 1 zeigt eine Situation, bei der die klimatischen Bedingungen und die Exposition der Fassade das Unterkühlungsphänomen begünstigen. In dem Fall ist die Temperatur des Außenputzes auf der Dämmung niedriger als die Taupunkttemperatur der Außenluft, wodurch sich Oberflächenkondensation bildet und sich der Putz dunkler färbt. Die Befestigungsrosetten der Wärme-

(* Siehe „Condensation sur les vitrages : pas seulement à l'intérieur des locaux. (Bon à savoir)“ in CSTC-Magazine 1992/4.



3 und 4 | Bildung von Oberflächenkondensation im mittigen Teil von verglasten Füllpaneelen (links) oder auf den Elementen einer Fassadenverkleidung aus Metall mit integrierter Dämmung (rechts).

dämmplatten sind dieser Verfärbung nicht unterworfen, da an diesen Stellen etwas größere Wärmeverluste auftreten als im Rest des Putzes.

Prävention und Abhilfemaßnahmen

Da mehrere Faktoren bei der Erscheinung dieses Phänomens eine Rolle spielen, kann man folgende Präventivmaßnahmen in Erwägung ziehen:

- Begrenzen des Vorhandenseins der mechanischen Verankerungen auf die Stellen, wo sie wirklich notwendig sind
- Nutzen von mechanischen Befestigungen mit einem möglichst niedrigen punktuellen Wärmedurchgangskoeffizienten (bezeichnet mit dem Buchstaben x), insbesondere falls die Wand, auf der das Putzsystem auf die Dämmung aufgebracht wird, einen schwachen Wärmewiderstand aufweist (z.B. Mauerwerk aus schweren Beton- oder Kalksandsteinblöcken). Dieser Koeffizient wird entsprechend dem technischen Bericht Nr. 25 (TR 025) der EOTA (Juni 2007) bestimmt und ist in der Europäischen Technischen Zulassung (ETA) der Befestigung angegeben, auf die die Technische Zulassung des Putzes auf Dämmung verweist. Wenn dieser Koeffizient größer als $0,002 \text{ W/K}$ ist, kann sich der Projektplaner für ein ETICS-System mit in die Wärmedämmung integrierten Befestigungsrosetten entscheiden, die mit einer Dämmkappe bedeckt sind. Für dieses System ist eine Dämmdicke von mindestens 80 mm erforderlich. Es ist wichtig diesen Parameter ausreichend zu berücksichtigen, da er einen Einfluss auf die Berechnungen des geänderten Wärmetransmissionskoeffizienten des ETICS-Systems, gemäß der Beschreibung in der zuvor genannten TR 025, ausübt
- möglichst starke Verringerung des kapillaren Absorptionsvermögens des Deckputzes. Die ETAG 004 begrenzt die Absorption des Grund- und des Deckputzes auf 1 kg/m^2 (oder 500 g/m^2 ohne Frostprüfung) nach einer Prüfung, bei der die Außenseite

des Putzes 1 Stunde lang in Wasser untergetaucht wurde. Anhand dieses Wertes lässt sich das Verhalten des Putzes über die Zeit einschätzen (vor allem was die Frostbeständigkeit betrifft). Dieser Wert ist jedoch zu hoch, um eine Verfärbung nach Befeuchtung des Putzes zu vermeiden. Eine Absorptionsprüfung mit der Glasprobe nach Karsten (siehe Abschnitt 9.1 von Anhang 1 der TI 224) ermöglicht es, die Absorption der Putzoberfläche besser zu bestimmen und das Risiko auf eine differenzielle Verfärbung der Putzoberfläche genauer einzuschätzen. Es wurde zu diesem Zeitpunkt dafür jedoch noch kein Grenzwert festgelegt. Wir möchten darauf hinweisen, dass man eine geeignete Deckfarbe anbringen kann, um die Wasserabsorption an der Oberfläche des Putzes zu verringern. Diese Arbeitsweise wird auch empfohlen, um die Farbe des Putzes zu vereinheitlichen und die Beständigkeit gegen Schmutz und biologisches Wachstum zu erhöhen. Das Vorhandensein einer Farbschicht auf einer ETICS-Oberfläche verändert jedoch nichts an der Notwendigkeit einer regelmäßigen Unterhaltung (Reinigung und/oder Erneuerung) (siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/2.9](#)).

2 Erscheinung von Abtropfspuren auf der Putzoberfläche in der Nähe der Mauerabdeckungen

Die Metallmauerabdeckungen, die die Oberseite der Brüstungsmauern schützen müssen, werden beim ETICS-System im All-

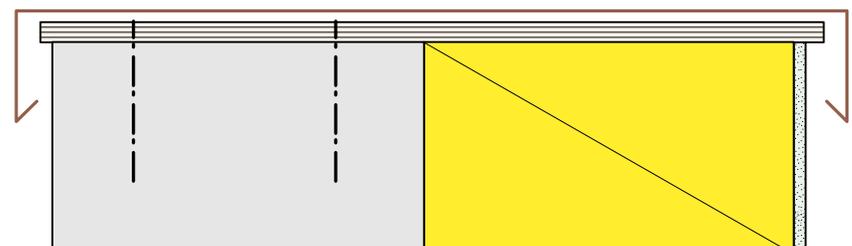
gemeinen auf einer Platte angebracht, die mechanisch an der Oberseite des tragenden Mauerwerks befestigt wird und die man so über den Dachrand auskragen lässt, dass sie den Dämmstoff unter dem Putz vollständig bedeckt (siehe Abbildung 5).

Die Abteilung Technisches Gutachten wurde kürzlich im Zusammenhang mit der Erscheinung von bräunlichen Flecken auf dem Gipsputz mehrmals kontaktiert. Die Flecken schienen von der Unterseite der Metallmauerabdeckungen zu stammen, die auf den Multiplexplatten befestigt waren.

In bestimmten Fällen konnten wir feststellen, dass die Flecken durch Einsickerungen verursacht wurden, die in Höhe des Anschlusses zwischen zwei Mauerabdeckungselementen oder an Stellen auftraten, wo die Befestigungen von auskragenden Geländern die Mauerabdeckungselemente durchbohrten. In dieser Situation stellt die Montage von Mauerabdeckungen ohne Gefälle einen erschwerenden Faktor dar, angesichts des Risikos in Bezug auf Wasserstagnationen, die die einsickernde Wassermenge beträchtlich erhöhen können.

In anderen Fällen dagegen zeigte eine gründliche Analyse der Mauerabdeckungen, dass diese einwandfrei wasserdicht waren, wodurch Wasserinfiltrationen ausgeschlossen werden konnten. Wir konnten nach weiterer Untersuchung feststellen, dass die Flecken durch die Bildung von Oberflächenkondensation an der Unterseite der Mauerabdeckung als Folge des Unterkühlungsphänomens verursacht wurden.

Wie zuvor erwähnt wurde, wird die Oberflächentemperatur, dadurch dass eine Oberfläche der Luft ausgesetzt wird, in Bezug auf die Außenluft um einige Grade gesenkt. Bei Elementen mit einer geringen Dicke (und somit einer schwachen thermischen Trägheit) und einer guten Wärmeleitung (schwacher Wärmewiderstand) wie einem Metallblech,



5 | Metallmauerabdeckung, die mithilfe einer Multiplexplatte an der Oberseite einer Brüstungsmauer befestigt wurde.



6 und 7 | Erscheinung von bräunlichen Abtropfspuren durch Kondensationsbildung in Höhe der Mauerabdeckungen.

ist die Temperatur an der Unterseite des Elementes mit der Temperatur der Oberseite fast identisch. Wenn die Außenluft mit der Unterseite der Mauerabdeckungen in Kontakt kommt, ist es möglich, dass nicht nur auf der Oberseite der Mauerabdeckungen, sondern auch an deren Unterseite Oberflächenkondensation entsteht. Dadurch werden auch die darunter liegenden Platten feucht werden. Bei beträchtlichen Mengen Kondenswasser kann diese Feuchtigkeit sogar beginnen abzutropfen und können Inhaltsstoffe aus den Platten auf Holzbasis extrahiert werden und bräunliche Flecken auf der darunter liegenden Putzoberfläche verursachen (siehe Abbildungen 6 und 7).

Dieses Phänomen wird noch stärker zur Ausprägung kommen, wenn die Unterseite der Mauerabdeckungen oder der darunter liegenden Platten mit der Innenluft aus dem Gebäude oder Baufeuchtigkeit aus dem Strukturbeton oder Gefällebeton des Daches in Kontakt kommt.

Prävention und Abhilfemaßnahmen

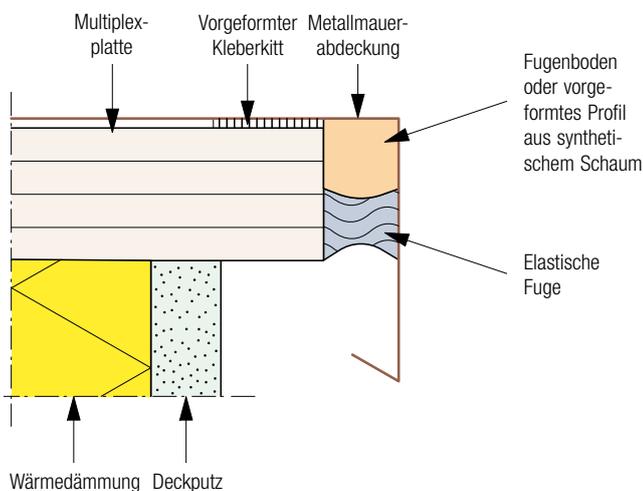
Um diese Form von Schäden zu vermeiden, ist es zuallererst ratsam, die Dichtung der Verbindung zwischen den verschiedenen Mauerabdeckungselementen gründlich zu untersuchen (Entscheidung für ein vom Hersteller vorgeschlagenes Gesamtpaket, Anbringung eines Abflusskanals unter den Fugen ...) sowie die Anschlüsse zwischen den Geländerpfosten und den Mauerabdeckungen (Entscheidung für ein dauerhaft wasserdichtes, auf die Mauerabdeckungen geschweißtes oder geklebtes Ansatzstück, an dem die Geländerpfosten befestigt werden ...).

Darüber hinaus ist es wichtig, jede Zufuhr von Außenluft zwischen den Mauerabdeckungen und den darunter liegenden Platten zu vermeiden. Hierzu kann man ein vorgeformtes Dichtungsprofil aus synthetischem Schaum anbringen oder eine elastische Fuge über die gesamte Länge und auf beiden Seiten der Mauerabdeckungen realisieren.

In diesem Zusammenhang kann es jedoch notwendig sein, die Stirnseite der Platte auf Holzbasis zu schützen und die thermische Trägheit der Mauerabdeckungen in Höhe ihrer Auskragungen zu erhöhen. Um dies zu bewerkstelligen, kann man den Raum zwischen der Tropfleiste der Mauerabdeckungen und der Stirnseite der Multiplexplatte mit einem Kleberkitt oder einem vorgeformten Dichtungsprofil aus synthetischem Schaum ausfüllen. Man muss dabei darauf achten, dass diese Maßnahme die ordnungsgemäße Funktion der Tropfleiste nicht behindert (siehe Abbildung 8).

Schließlich kann man auch in Erwägung ziehen, Platten zu verwenden, die weniger empfindlich sind für die Abscheidung von Inhaltsstoffen (Platten mit einer Bakelitschicht, Verbundwerkstoffplatten ...). Hierbei muss man das Risiko in Bezug auf Fleckenbildung (in einem offenen Raum oder nicht) und deren unästhetischen Charakter (Farbe des Gipsputzes, stark im Sichtfeld oder eher außerhalb des Sichtfelds ...) gegen die eventuellen Mehrkosten, die die Nutzung dieser Platten mit sich bringen, abwägen.

Wir möchten darauf hinweisen, dass der Entwurf der Baudetails ein entscheidender Faktor für die Geschwindigkeit ist, mit dem Schmutzpartikel und Mikroorganismen sich auf der Putzoberfläche entwickeln. Es steht fest, dass große Dachvorsprünge das beste Mittel sind, den Putz gegen Verunreinigung durch Regen zu schützen. Auf jeden Fall empfiehlt es sich, Situationen zu vermeiden, bei denen das Regenwasser in begrenzten Fassadenzonen zusammenfließt (siehe Abbildung 9). ■



8 | Schutz der Stirnseite der Platte auf Holzbasis mithilfe eines Kleberkitts oder eines vorgeformten Profils aus synthetischen Schaum.



9 | Schmutzige Putzoberfläche durch ablaufendes Regenwasser.

In den vergangenen Jahren sind die Heizkessel der neuen Generation wirtschaftlicher und kompakter geworden. Diese Entwicklung ging jedoch mit der Zunahme von bestimmten Problemen einher, die man früher selten oder nie beobachtete. In diesem Artikel gehen wir auf zwei Schadenfälle ein, die anlässlich des Austausches eines alten atmosphärischen Heizkessels durch einen neuen Brennwertkessel mit geschlossenem Verbrennungsraum untersucht wurden.

Bringen **moderne Heizkessel**, die weniger verbrauchen und kompakter sind, auch **weniger Probleme** mit sich?

Feuchtigkeitsprobleme längs existierender Rauchgaskanäle und mangelhafter Zug

Der Austausch eines alten Heizkessels durch einen modernen geht unter anderem mit einer Verringerung der Abgastemperatur im Rauchgaskanal der Abgase einher. Denn die Abgastemperatur am Ausgang des Heizkessels sinkt von 200 °C oder mehr auf 120 °C oder weniger (bei Brennwertkesseln ist es beispielsweise nicht ungewöhnlich, dass die Abgastemperatur nur 40 bis 50 °C beträgt).

Falls der neue Heizkessel an einen bestehenden (nicht gedämmten) Rauchgaskanal angeschlossen wird, besteht ein großes Kondensationsrisiko in diesem Kanal. Wenn der Schornstein über kein angepasstes Innenrohr verfügt, kann diese Kondensation zum Auftreten von Feuchtigkeitsflecken auf der Innenverkleidung führen. Diese werden hauptsächlich am Umfang des Rauchgaskanals, insbesondere an dessen Oberseite, erscheinen (wo die Abgastemperatur am niedrigsten ist) (siehe Abbildungen 1 und 2).

Die in einem Rauchgaskanal potenziell erzeugten Kondensatmengen sind unter anderem vom Durchsatz der Abgase, deren Temperatur am Ausgang des Heizkessels und von der Abkühlung im Rauchgaskanal ab-

hängig. Dieser letzte Parameter ist auch von Folgendem abhängig: vom Querschnitt der Wärmedämmung des Rauchgaskanals (eine Überdimensionierung des Querschnitts und eine fehlende Wärmedämmung führen zu einer größeren Absenkung der Abgastemperatur), von der Temperatur in den Räumen, die an den Rauchgaskanal angrenzen (Außenumgebung, gegebenenfalls nicht beheizter Raum ...), vom Verlauf und der Länge des Rauchgaskanals und der Menge an Wasserdampf, die bei der Verbrennung entsteht (vom Brennstoff abhängig).

Wir möchten außerdem darauf hinweisen, dass der Anschluss eines neuen Heizkessels mit natürlichem Zug an einen existierenden Rauchgaskanal einen mangelhaften Zug zur Folge haben kann, wodurch die Sicherheitseinrichtung des Heizkessels häufig abgeschaltet werden kann.

Um die oben erwähnten Probleme zu vermeiden, muss man zuvor überprüfen, ob der existierende Rauchgaskanal (Typ, Querschnitt, Höhe) wieder verwendet werden kann (siehe Abschnitt 9.2 der TI 235). Falls dies nicht der Fall ist, muss man den Rauchgaskanal gemäß den gegenwärtigen Normen (NBN B 61-001 oder NBN B 61-002) anpassen oder einen neuen Rauchgaskanal installieren, der den zuvor erwähnten Normen entspricht. In die-

sem letzten Fall muss man kontrollieren, ob kein Heizkessel mit horizontal angeordneter Wanddurchführung installiert werden kann.

Beim Austausch eines Heizkessels, der an einem kollektiven Rauchgaskanal (z.B. in einem Appartementhaus) angeschlossen war, wird man eine Reihe zusätzlicher Untersuchungen und/oder Interventionen durchführen müssen. Außerdem ist die Nutzung von Brennwertkesseln in Kombination mit solchen Kanälen ausgeschlossen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2012/4.15](#) und [2013/4.12](#)).

Lecks im Wasserkreislauf des Heizkessels

Unsere Dienste wurden schon mehrmals mit solchen Leckproblemen konfrontiert. Diese äußern sich gewöhnlich einige Jahre nachdem der neue Heizkessel an einem existierenden Heizungskreislauf angeschlossen wurde. In bestimmten Fällen scheint es, dass diese Schäden mit Folgenden zusammenhängen: der Wasserqualität der Anlage (Vorhandensein von Ablagerungen), dem Umstand, dass die Anlage nicht vorher gereinigt wurde und/oder dem Nichtvorhandensein (oder der mangelhaften Wartung) von Filtern oder Schmutzabscheidern.

Wie bereits erwähnt wurde, werden die Heizkessel der alten Generation immer häufiger durch kompaktere Kessel mit einem besseren Verbrennungswirkungsgrad ersetzt. Diese Kompaktheit ist hauptsächlich dem Umstand zu verdanken, dass die Wärmetauscher immer kleiner werden. Diese Entwicklung geht mit einer kleineren Wärmeaustauschoberfläche, einem begrenzteren Wasserinhalt und einem höheren Wärmestrom pro Oberflächeneinheit einher.

Ein kompakterer Wärmetauscher kann jedoch auch bestimmte Nachteile aufweisen.

1 und 2 | Auftreten von Feuchtigkeitsflecken auf der Innenverkleidung und längs eines Rauchgaskanals.





3 | Wärmetauscher eines Heizkessels.

Denn die Nutzung von Leitungen mit einem kleinen Durchmesser hat zur Folge, dass sie empfindlicher für Ablagerungen werden (die z.B. von den ursprünglich montierten Installationsteilen stammen). Eine Ablagerung von 1 mm in einem Wärmetauscher, der aus Leitungen mit einem Durchmesser von 12 mm aufgebaut ist, bewirkt beispielsweise eine Querschnittsverringerng von 20 %. Das Vorhandensein von festen Partikeln im Wasser der Anlage und deren Ansammlung in einem Wärmetauscher kann deshalb mit einer geringeren Durchströmung, einem Sinken des Wirkungsgrades, einer Erhöhung der Temperatur der Materialien und einem frühzeitigen Verschleiß einhergehen, alles

Faktoren, die zu potenziellen Lecks führen können.

Will man mit anderen Worten einen modernen Heizkessel mit einer dauerhaften Arbeitsweise und einem konstanten Wirkungsgrad haben, muss man dafür sorgen, dass dieser im Rahmen des Möglichen von Ablagerungen verschont bleibt. Die Wasserqualität müsste folgende Anforderungen erfüllen:

- Aussehen: keine Partikel in Suspension
- pH-Wert bei 25 °C: 8,2 bis 10, falls keine Teile aus Aluminium vorhanden sind (max. 8,5 falls die Anlage Teile aus unlegiertem Aluminium enthält, max. 9 falls Teile aus legiertem Aluminium vorhanden sind)
- Sauerstoffgehalt: < 0,02 mg/l
- Leitfähigkeit: ≤ 1500 µS/cm.

Wenn man einen neuen Heizkessel an eine bestehende Anlage anschließt, wobei das Wasser nicht diesen Anforderungen entspricht, muss man nicht nur die Ablagerungen entfernen (siehe unten stehender Kasten), sondern auch die mögliche Sauerstoffzufuhr im Kreislauf auf ein Minimum begrenzen (siehe Kasten ‚Vermeiden von Schlammbildung‘, S. 26).

Die Entfernung der Ablagerungen aus einer bestehenden Anlage kann durch Reinigung mit Wasser mit einem hohen Durchfluss erfolgen (oder mit einer Mischung aus Wasser und Druckluft). Man kann sich auch für eine chemische Reinigung entscheiden, deren Prinzip darin besteht, dem Wasser der Anlage Produkte hinzuzufügen, die die Ablagerungen in Suspension bringen. Diese Letzteren werden



4 | Ablagerungen von Eisenoxiden in den Leitungen.

dann von einem Schlammfilter aufgefangen oder bei einem Leeren der Anlage abgeleitet.

Wenn die Anlage so aufgebaut ist, dass die Zufuhr von Sauerstoff und/oder Korrosionsquellen nicht ausgeschlossen werden kann, muss man sich für eine geeignete dauerhafte Wasserbehandlung entscheiden, die auf die im Wasser vorhandenen Materialien abgestimmt werden muss (1 bis 10 l Produkt auf 1000 l zu behandelndes Wasser). Die Wirkungen dieser Behandlung auf die Wasserqualität müssen in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden. Falls der Anlage Wasser zugefügt wird, möchten wir darauf hinweisen, dass auch dieses Füllwasser behandelt werden muss. ■

Ursachen der Ablagerungen

Die Ablagerungen in einer Zentralheizungsanlage sind meistens auf Folgendes zurückzuführen:

- die Bildung von Kesselstein als Folge einer hohen Wassertemperatur
- die Bildung von Schlamm als Folge eines Phänomens der internen Korrosion.

Die Bildung von Kesselstein (Calciumcarbonat)

Bei der Erwärmung von Wasser, das Calciumionen und – in geringerem Maße – Magnesiumionen enthält (was für den größten Teil des in Belgien verteilten Trinkwassers zutreffend ist), sorgt die hiernach angegebene Reaktion zwischen diesen Ionen und den Bicarbonationen zum Ausfällen von unlöslichem Calciumcarbonat, das gemeinhin als Kalk oder Kesselstein bezeichnet wird: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Obwohl dieses Phänomen auch bei niedrigen Temperaturen auftritt, wird es sich im Falle eines Temperaturanstiegs umso schneller manifestieren (hauptsächlich ab einer Temperatur von 60 °C).

Die Menge an Kesselstein, die sich in einer Anlage ablagern kann (und besonders im Kreislauf des Heizkessels) ist stark von der Härte des Füllwassers, des Wasserinhalts der Anlage und der Menge an Nachfüllwasser abhängig. Die Gesamthärte des Wassers (TH) reflektiert die Menge an löslichen Calcium- und Magnesiumionen und wird häufig in französischen (°f oder °fH) oder deutschen (°dH) Graden ausgedrückt, wobei 1 °dH mit 1,786 °fH übereinstimmt. In Abhängigkeit des Ortes variiert dieser Wert in Belgien von weniger

(Fortsetzung auf nächster Seite)

als 6 °fH (sehr weiches Wasser) bis mehr als 40 °fH (sehr hartes Wasser). Die physikalisch-chemischen Kennwerte des Wassers können bei der Wasserverteilungsgesellschaft erfragt werden oder lassen sich einfach aus einer Messung der Härte des Wassers mithilfe eines im Handel erhältlichen Kits erhalten.

In Abhängigkeit seiner Gesamthärte kann das Wasser qualifiziert werden als:

TH [°fH]	0-7	7-15	15-25	25-42	> 42
Härte	Sehr weich	Weich	Halbhart	Hart	Sehr hart

In dem Maße, wie die Härte des Wassers größer ist, wird es auch mehr Kesselstein bildende Ionen enthalten. Man könnte geneigt sein, auf Regenwasser (fast vollständig frei von gelösten Salzen) oder entmineralisiertes Wasser zurückzugreifen. Dies wird jedoch nicht empfohlen, da dies mit einem größeren Korrosionsrisiko verbunden ist. Man muss somit der Nutzung von Trinkwasser den Vorzug geben, trotz des Umstandes, dass dieses gewöhnlich eine größere Härte aufweist.

Die Menge an Kesselstein, die sich in einer Anlage ablagern kann, ist auch von deren Kapazität abhängig. So weisen größere Anlagen ein größeres Wasservolumen auf. Dieses Volumen ist nicht nur von der gesamten installierten Kesselleistung, sondern auch von der Art des Wärmeabgabesystems abhängig (Radiatoren haben einen größeren Wasserinhalt als Konvektoren).

Die Menge an Nachfüllwasser kann auch einen Einfluss auf den Umfang der Ablagerungen haben. Denn die regelmäßige Zugabe von frischem Wasser führt zur Zufuhr von neuen Calcium- und Magnesiumionen, die wiederum zur Bildung von Calciumcarbonat führen können. Die Menge an Wasser, die nach der ersten Füllung der Anlage zugeführt wird (z.B. nach Arbeiten an der Anlage) müsste mit anderen Worten begrenzt bleiben. Die Norm NBN EN 14868 fordert in diesem Zusammenhang übrigens, dass über die gesamte Lebensdauer der Anlage und nach deren ersten Füllung maximal zwei zusätzliche Gesamterneuerungen des Wasserinhalts stattfinden dürfen (dies ist entscheidend, um das Korrosionsrisiko in Grenzen zu halten; siehe unten stehender Kasten).

Für weitere Informationen über die Qualität des Füllwassers einer Zentralheizungsanlage verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2012/2.13](#). Aus diesem Dokument geht hervor, dass man zur Begrenzung des Risikos der Kesselsteinbildung Füllwasser nutzen könnte, das zuvor enthartet wurde (z.B. durch eine Behandlung mit Harzen, die einen Ionenaustausch zustande bringen). Es läuft gegenwärtig eine pränormative Forschungsarbeit hinsichtlich der Wirksamkeit der verschiedenen Anti-Kesselsteinbehandlungen.

Die Bildung von Schlamm

Wenn Eisen (Stahl) mit Wasser, das Sauerstoff enthält (und somit nicht mit ‚totem‘ Wasser) in Kontakt kommt, werden die folgenden Eisenoxide gebildet:

- Magnetit (Fe₃O₄), das sich in Form einer sehr dünnen schwarzen Schicht ablagert. Diese Ablagerung verfügt über magnetische Eigenschaften
- Hämatit (Fe₂O₃). Dieser Ablagerungstyp entsteht, wenn viel Sauerstoff vorhanden ist und ist durch eine rotbraune Farbe gekennzeichnet.

Da 1 g O₂, das in Wasser gelöst ist, bis zur Bildung von 3,62 Fe₃O₄ führen kann, folgt daraus dass die wiederholte Sauerstoffzufuhr in einer Anlage mit der Zeit die Basis für eine beträchtliche Menge an Ablagerungen darstellt. Wenn wir davon ausgehen, dass 1 l Leitungswasser ungefähr 10 mg gelösten Sauerstoff enthält, ist die Annahme berechtigt, dass jeder in die Wasseranlage eingeleitete Liter (nicht behandelt) die Ablagerung von 36 mg Magnetit zur Folge haben kann.



In Wasser suspendierte Hämatit- oder Rostspuren.

Vermeiden von Schlamm Bildung

Wenn man die gebildete Menge an Schlamm verhindern möchte, muss man die Sauerstoffzufuhr in das Wasser der Anlage begrenzen. Dazu können unter anderem die folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- Begrenzen der Wassermenge, die der Anlage zugeführt wird (nach der Norm NBN EN 14868): Die Summe des Anfangsvolumens (Vi) und der späteren Hinzufügungen muss auf 3 Vi beschränkt bleiben. Hierzu muss man darauf achten, dass die Anlage leckfrei und mit einem korrekt dimensionierten Ausdehnungsgefäß ausgestattet ist. Bei größeren Anlagen müssen die im Kreislauf eingebrachten Wassermengen übrigens auf regelmäßiger Basis registriert werden
- Nichtverwendung von offenen Ausdehnungsgefäßen (in alten Anlagen)
- Entscheidung für Leitungen mit einer hohen Sauerstoffdiffusionsdichte (z.B. Kunststoffleitung mit einer Sauerstoffbarriere oder Metallleitungen).

WTB-Agenda

Winterkurs 2014 – ‚La rénovation énergétique des bâtiments‘

- 24. und 31. März 2014, von 18.45 bis 21.45 Uhr, Construfarm Liège, Rue de Wallonie 21, 4460 Grâce-Hollogne
- 22. und 29. April 2014, von 18.45 bis 21.45 Uhr, Formation PME Luxembourg, Rue de la Scierie 32, 6800 Libramont

Winterkurs 2014 – ‚La sécurité incendie des bâtiments‘

- 17. und 24. März 2014, von 18.45 bis 21.45 Uhr, Espace Wallonie Picarde, Rue du Follet 10/201, 7540 Kain
- 26. März und 2. April 2014, von 18.45 bis 21.45 Uhr, Centre IFAPME Verviers, Rue du Limbourg 37, 4800 Verviers
- 22. und 29. April 2014, von 18.45 bis 21.45 Uhr, Centre IFAPME Charleroi, Chaussée de Lodelinsart 417, 6060 Gilly
- 7. und 14. Mai 2014, von 18.45 bis 21.45 Uhr, Centre IFAPME Dinant, CFPME, Rue Fétis 61 (site Remacle), 5500 Bouvignes

‚Vers des bâtiments neufs et rénovés énergétiquement performants‘

- **‚Enveloppe‘** (Brussels Meeting Centre, Boulevard Poincaré 79, 1060 Brüssel)
 - ‚la rénovation énergétique‘: 11. März 2014, von 12.30 bis 16.00 Uhr
 - ‚performance des fenêtres, châssis et vitrages‘: 3. April 2014, von 12.30 bis 16.00 Uhr
 - ‚la toiture plate dans tous ses états‘: 8. Mai 2014, von 9.30 bis 16.30 Uhr
- **‚Installations‘** (Brussels Meeting Centre, Boulevard Poincaré 79, 1060 Brüssel)
 - ‚la rénovation énergétique – Installations techniques‘: 20. März 2014, von 12.30 bis 16.00 Uhr
 - ‚dimensionnement des installations de chauffage à eau chaude‘: 15. Mai 2014, von 12.30 bis 16.00 Uhr

‚Energie et construction‘

- **‚Séances d’information‘** (Centre FormatPME, Rue Saucin 66, 5032 Les Isnes)
 - ‚techniques d’isolation des toitures plates‘: 25. Februar 2014, von 9.30 bis 12.30 Uhr
 - ‚isolation des toitures inclinées‘: 18. März 2014, von 9.30 bis 12.30 Uhr
 - ‚rénovation des châssis existants et remplacement du simple vitrage‘: 24. April 2014, von 9.30 bis 12.30 Uhr

Schulung ‚Placeurs de portes résistantes au feu‘

- 28. April und 5., 12. und 19. Mai 2014 von 14.00 bis 17.00 Uhr, Centre IFAPME Tournai, Rue Guillaume Charlier 132, 7500 Tournai

‚Evolutions récentes dans le domaine de la technologie sanitaire‘

- 6. Mai 2014, Centre IFAPME Charleroi, Chaussée de Lodelinsart 417, 6060 Gilly
- 13. Mai 2014, Construfarm, Rue de Wallonie 21, 4460 Grâce-Hollogne
- 14. Mai 2014, Gosset Hotel, Gossetlaan 52, 1702 Grand-Bigard

Ti 249 ‚Guide de bonne pratique pour l’exécution des travaux de peinture‘

- 13. Mai 2014, von 18.30 bis 21.30 Uhr, Centre IFAPME Charleroi, Chaussée de Lodelinsart 417, 6060 Gilly
- 20. Mai 2014, von 18.30 bis 21.30 Uhr, Centre IFAPME Liège, Boulevard Sainte Beuve 1, 4000 Liège
- 27. Mai 2014, von 18.30 bis 21.30 Uhr, Gosset Hotel, Gossetlaan 52, 1702 Grand-Bigard.

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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



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

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

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

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

www.wtb.be



Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als fünfzig Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit dem Mitgliedsbeitrag 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 26.000 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.: 011/22 50 65
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 00
Fax: 02/529 81 10