WTB Kontakt

Eine Ausgabe des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums

2019/6

Spezifikation von Beton

S. 4-6

Ausblühungen auf Ziegelsteinmauerwerk

S. 14-15

Sanitäre Ausdehnungsgefäße

S. 22-25

WTB

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

wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Inhalt

2019/6

Mit dem WTB zum Filmabend 3

Wie einen Beton nach den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001 spezifizieren? 4

Raumluftqualität: Verringern der Auswirkung von Endbehandlungs-materialien 7

Sarking-Dächer: Achtgeben auf Lecks im Bereich der Dachränder 10

Können Wasserrückhaltedächer ohne Neigung ausgeführt werden? 12

Ausblühungen auf Ziegelsteinmauerwerk: Ursprung und Behandlung ... 14

Muss die Wahl des Natursteins für Schwimmbäder auf deren Wasser-behandlung abgestimmt werden? 16

Hin zu dünneren Fußbodenaufbauten 20

Warmwasserspeicher: mit oder ohne Sanitärausdehnungsgefäß? 22

Im Fokus 26

Mit dem WTB zum Filmabend

Wie einige von Ihnen vielleicht noch wissen, fuhren die WTB-Mitarbeiter Ende 2015 kreuz und quer durch das ganze Land, um Sie zu treffen. Im Rahmen unserer 30 Kinoabende durften wir ca. 10.000 Teilnehmer begrüßen. Diese Abende boten uns die Gelegenheit, Ihnen in einer angenehmen Atmosphäre unsere Dienstleistungen vorzustellen. In Kürze steht der weltweit berühmteste Geheimagent erneut für ein neues Abenteuer bereit. Deshalb haben wir – mit der Unterstützung unserer Partner – beschlossen, den roten Teppich abermals für Sie auszurollen.

Während dieser Abende möchten wir Sie davon überzeugen, dass die neuen Technologien für die Zukunft des Bausektors eine wichtige Rolle spielen. Denn diese ermöglichen es, einzigartige Prototypen nach industriellen Verfahren zu bauen. Und das Errichten von einzigartigen Bauwerken ist genau das, was die Baufachleute tagtäglich auf der Baustelle tun. Die Lösungen, die durch diese Technologien zur Verfügung gestellt werden, können auch für eine bessere Betriebsorganisation und eine flottere Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren sorgen. Dies kann nach einer gewissen Zeit zu einer starken Senkung der Ineffizienzkosten führen, während der Kunde über Produkte besserer Qualität innerhalb einer kürzeren Lieferzeit verfügen kann. Und es sind nicht nur die großen Unternehmen, die von diesem technologischen Fortschritt profitieren können. Heute gibt es nämlich zahlreiche maßgeschneiderte Lösungen für jedes Gewerk.

Behalten Sie daher sicher Ihren Briefkasten im Auge! Jedes Bauunternehmen, das Mitglied des WTB ist, wird im Frühjahr 2020 eine Einladung für zwei Personen erhalten. Damit können Sie sich für den Abend Ihrer Wahl anmelden. Verpassen Sie diese einzigartige Chance nicht, um mehr über Ihr Forschungszentrum in Erfahrung zu bringen. Denn unsere Roadshow macht ganz bestimmt auch in Ihrer Nähe Halt!

Shutterstock

Wie einen Beton nach den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001 spezifizieren?

Im Juli 2018 hat das *Bureau de Normalisation* eine neue Fassung der belgischen Norm NBN B 15-001 veröffentlicht. Es handelt sich dabei um die erforderliche belgische Ergänzung der europäischen Norm NBN EN 206 über die Spezifikation, die Leistungen, die Herstellung und die Konformität von Beton. Dieser Artikel gibt eine Übersicht über die geltenden Vorschriften für die Spezifikation von Beton.

V. Dieryck, Ir., Senior-Projektleiter, Abteilung Geotechnik, Strukturen und Beton, WTB
V. Pollet, Ir., Koordinatorin der Direktion Untersuchung und Entwicklung, WTB
C. Ployaert, Ir., Concrete Technology Engineer, Inter-Beton, und Mitglied des Betonausschusses für FEDBETON

Die Normen NBN B 15-001 und NBN EN 206 bilden die Grundlage für die BENOR-Zertifizierung von Beton und dessen Spezifikation. Für den Bauunternehmer und den Vorschreiber ist es von äußerster Wichtigkeit, diese Normen bis in die Details zu kennen, um bei der Bestellung einen Beton korrekt spezifizieren zu können. Die wichtigsten Änderungen, die in diesen zwei Normen durchgeführt wurden, wurden schon in Les Dossiers du CSTC 2015/4.2, 2016/3.4 und – erst noch kürzlich – 2019/4.1 vorgestellt.

Beton kann auf zwei verschiedene Arten spezifiziert werden:

- gemäß **einer genau definierten Zusammensetzung**. Diese Methode erfordert gründliche Kenntnisse der Betontechnologie und von den Eigenschaften der verfügbaren Materialien
- auf Basis **von spezifizierten Eigenschaften**, in Form von erwarteten Leistungsanforderungen. Dies ist die einzige Methode, die es zulässt, Beton vorzuschreiben, der über das BENOR-Zeichen verfügt.

Wenn man sich bei der Betonbestellung für diese zweite Methode entscheidet, müssen die folgenden Elemente auf dem Bestellschein angegeben sein (siehe Tabelle auf der nächsten Seite):

- eine **allgemeine Grundanforderung**: Der Beton muss den Normen NBN EN 206:2013+A1:2016 und NBN B 15-001:2018 genügen
- einige **andere Grundanforderungen**:
  - die Festigkeitsklasse (A)
  - der Anwendungsbereich (B1)
  - die Umgebungsklasse (B2), der der Beton unterliegt. Obwohl es auch möglich ist, die relevanten Umweltklassen zu spezifizieren, erhält die Spezifikation der Umgebungsklassen doch den Vorzug
  - die Konsistenzklasse (C)
  - das größte nominale Kornmaß (D)

Shutterstock

Beton entsprechend den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001

Grundanforderung A: Wahl der Festigkeitsklasse C $f_{ck,\ cyl}/f_{ck,\ cub}$ (1) (2)

Klasse								
	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115

Grundanforderung B1: Wahl des Anwendungsbereichs

NAB	Nicht armierter Beton (zulässiger Chloridgehalt bezogen auf den Zementmassenanteil ≤ 1,00 %)
StB	Stahlbeton (zulässiger Chloridgehalt bezogen auf den Zementmassenanteil ≤ 0,40 %)
SpB	Spannbeton (zulässiger Chloridgehalt bezogen auf den Zementmassenanteil ≤ 0,20 %)

Grundanforderung B2: Wahl der Umgebungsklasse

Klasse	Beschreibung	NAB Mindest-Festigkeitsklasse	StB/SpB Mindest-Festigkeitsklasse
Nichtaggressive Umgebung			
E0	(Unterbeton)	C12/15	–
Trockene Innenumgebung			
EI	(Innenwände von Wohnungen und Bürogebäuden)	C12/15	C16/20
Feuchte Innenumgebung oder Außenumgebung			
EE1	Kein Frost (Fundament unter der Frostgrenze ...)	C12/15	C20/25
EE2	Frost, aber kein Kontakt mit Regen (Kriechkeller, überdachter Durchgang in einem Gebäude ...)	C25/30	C25/30
EE3	Frost und Kontakt mit Regen (Außenwände oder horizontale Außenflächen in Kontakt mit Regen ...)	C30/37 C20/25 (3)	C30/37 C25/30 (3)
EE4	Frost und Streusalze (Teile der Straßeninfrastruktur, dem Frost ausgesetzte Parkflächen ...)	C35/45 C25/30 (3)	C35/45 C30/37 (3)
Maritime Umgebung			
ES1	Kontakt mit Seeluft (bis 3 km von der Küste) oder Brackwasser – kein Frost (Fundament unter der Frostgrenze, das dem Brackwasser ausgesetzt ist ...)	C20/25	C30/37
ES2	Kontakt mit Seeluft (bis 3 km von der Küste) oder Brackwasser – mit Frost (Außenwände oder horizontale Außenflächen in Kontakt mit Regen in der Küstengegend ...)	C30/37 C20/25 (3)	C30/37 C25/30 (3)
ES3	Kontakt mit Meerwasser – eingetauchte Elemente	C25/30	C35/45
ES4	Kontakt mit Meerwasser – Elemente in der Gezeiten- oder Spritzzone (Kaimauern ...)	C35/45 C25/30 (3)	C35/45 C30/37 (3)
Chemisch aggressive Umgebung (immer in Kombination mit einer der oben erwähnten Umgebungsklassen)			
EA1	Schwache chemische Aggressivität	C25/30	C25/30
EA2	Mittlere chemische Aggressivität	C30/37	C30/37
EA3	Starke chemische Aggressivität	C35/45	C35/45

Grundanforderung C: Wahl der Konsistenzklasse

Klasse	S1	S2	S3	S4	S5
Setzmaß, ermittelt mit dem Setzversuch (*slump*) [mm]	10 bis 40	50 bis 90	100 bis 150	160 bis 210	≥ 220

Grundanforderung D: Wahl des Größtkorn-Maßes [mm]

6	8	10	11	12	14	16	20	22	32

Ergänzende Anforderungen E

Maßnahmen gegen die Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR): Präventionsniveau (PREV)

PREV1	Bauelemente, bei denen die Folgen der AKR sehr begrenzt sind (nicht armierter Beton, mit einer Beschichtung verkleideter Beton)
PREV2 (Standardvorgabe)	Bauelemente, bei denen die Folgen der AKR kaum akzeptabel sind (Strukturbeton ...)
PREV3	Bauelemente, bei denen die Folgen der AKR nicht akzeptabel sind (Infrastrukturarbeiten ...)

Sonstige ergänzende Anforderungen: ggf. gepumpter Beton, maximaler Luftgehalt des frischen Betons von 3,0 % für mit Glättmaschinen diverser Art geglättete Fußböden, Wasseraufnahme durch Eintauchen (WAI), Zementtyp (Zement mit einer hohen Sulfatbeständigkeit gemäß der Norm NBN B 12-108 ...), ein höherer Zementgehalt als jener der in der betreffenden Umgebungsklasse vorgesehen ist, Beton mit Luftporenbildner, eine niedrigere Chloridgehaltsklasse als jene die anwendbar ist ...

(1) $f_{ck,\ cyl}$ = Zylinderdruckfestigkeit [N/mm²] (ermittelt mithilfe eines Zylinders mit einer Höhe von 300 mm und einem Durchmesser von 150 mm)
$f_{ck,\ cub}$ = Würfeldruckfestigkeit [N/mm²] (ermittelt mithilfe eines Würfels mit einer Seitenlänge von 150 mm).
(2) Bei der Wahl der Festigkeitsklasse muss man die Umgebungsklasse berücksichtigen.
(3) Beton mit Luftporenbildner.

- eine Anzahl **etwaiger ergänzender Anforderungen** (E), die jedoch ebenso wesentlich sind für bestimmte Anwendungen, wie z.B.:
  - das Präventionsniveau für die Alkali-Kieselsäure-Reaktion (PREV)
  - die Pumpbarkeit des Betons
  - ein begrenzter Luftgehalt für mit Glättmaschinen diverser Art geglättete Fußböden
  - die Wasseraufnahme durch Eintauchen (WAI)
  - der Zementtyp (z.B. Zement mit einer hohen Sulfatbeständigkeit gemäß der Norm NBN B 12-108)
  - die Nutzung eines Luftporenbildners
  - die Chloridgehaltklasse, falls diese strenger als die Klasse ist, die im belgischen Kontext für den Anwendungsbereich vorgesehen wird.

Um dem Bauunternehmer und dem Vorschreiber bei der Betonspezifikation nach diesen zwei Normen zu helfen, haben das WTB, die FEGC, die *Confédération Construction* und die VoG BENOR ein Dokument verfasst, in dem beschrieben wird, wie ein traditioneller Beton detailliert spezifiziert werden muss (siehe das Dokument *‚Spécifier les bétons suivant les normes NBN EN 206 et NBN B 15-001'* auf der Seite der Normen-Außenstelle ‚Beton-Mörtel-Granulate'). In diesem Dokument werden auch die Spezifikation von selbstverdichtendem Beton und von Beton für Schlitzwände behandelt. Denn diese erfordern eine *Ad-hoc*-Spezifikation, basierend auf den Konsistenzklassen und einigen zusätzlichen Anforderungen.

Nachstehend werden einige Beispiele für Betonspezifikationen gegeben. ⬟

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Beton-Mörtel-Granulate' verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.

Beispiel 1 | Betonspezifikation für zu pumpenden Beton einer Außen-Gussbetonwand.

Beton entsprechend den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001					
Anforderung A: Festigkeitsklasse	Anforderung B1: Anwendungsbereich	Anforderung B2: Umgebungsklasse	Anforderung C: Konsistenzklasse	Anforderung D: Maß des Größtkorns	Ergänzende Anforderung E
C30/37	StB	EE3	S4 (gegebenenfalls 190 mm bei Setzversuch)	20 mm	Pumpe 42 m

Beispiel 2 | Betonspezifikation für eine mit einem Rotationsglätter mechanisch geglättete Bodenplatte mit einer Verschleißschicht.

Beton entsprechend den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001						
Anforderung A: Festigkeitsklasse	Anforderung B1: Anwendungsbereich	Anforderung B2: Umgebungsklasse	Anforderung C: Konsistenzklasse	Anforderung D: Maß des Größtkorns	Ergänzende Anforderung E gemäß der TI 267	Ergänzende Anforderung E
C25/30	StB	EE1	S5 (gegebenenfalls 220 mm bei Setzversuch)	20 mm (gegebenenfalls 16 mm)	• E_{min} 180 L/m³ • C_{min} 320 kg/m³ • A_{max} 3 % • Inertes Skelett gemäß § 4.3.6.3	Pumpe 42 m

Beispiel 3 | Betonspezifikation für ein Bauwerk, das mit aggressiven Stoffen in Kontakt steht (Sulfatgehalt von etwa 2.000 mg/l in der mit dem Beton in Kontakt stehenden Flüssigkeit) (*).

Beton entsprechend den Normen NBN EN 206 und NBN B 15-001					
Anforderung A: Festigkeitsklasse	Anforderung B1: Anwendungsbereich	Anforderung B2: Umgebungsklasse	Anforderung C: Konsistenzklasse	Anforderung D: Maß des Größtkorns	Ergänzende Anforderung E
C30/37	StB	EE3 + EA2	S4 (gegebenenfalls 190 mm bei Setzversuch)	20 mm Kalk	• Zement CEM III/B 42,5 • N-LH/SR LA • WAI (0,50) • PREV3/AR2 • Pumpe 32 m

(*) Die Wasseraufnahme durch Eintauchen muss begrenzt sein. Außerdem handelt es sich dabei um Bauelemente, bei denen die Folgen der Alkali-Kieselsäure-Reaktion nicht annehmbar sind, da die Reparatur oder der Austausch von beschädigten Elementen eine beträchtliche wirtschaftliche Auswirkung haben könnte.

Raumluftqualität: Verringern der Auswirkung von Endbehandlungsmaterialien

Da eine schlechte Raumluftqualität sich auf den Komfort der Bewohner auswirken und diverse gesundheitliche Beschwerden verursachen kann, muss bereits beim Entwurf des Gebäudes diesem Aspekt, unter anderem bei der Materialwahl, eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Denn einige Materialien können die Raumluftqualität besser als andere erhalten. Deswegen hat man ein großes Interesse, zu erfahren, um welche es sich dabei handelt.

P. Steenhoudt, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Chemie, Mikrobiologie und Mikrostruktur, WTB
T. Haerinck, Dr., Projektleiter, Laboratorium Bauchemie, WTB

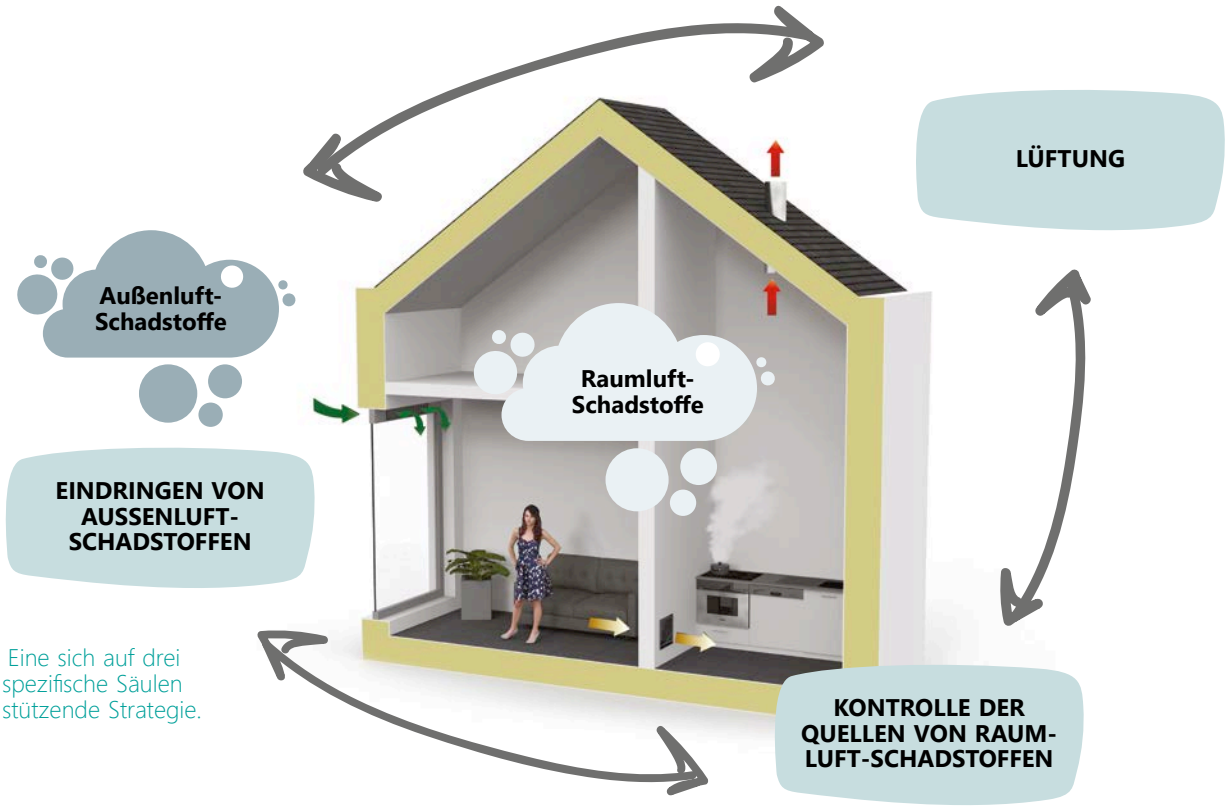
Ein nicht zu vernachlässigendes Kriterium

Die Luftqualität in Gebäuden hat eine Auswirkung auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner. So kann eine ungesunde Raumluft zu bestimmten Krebserkrankungen, chronischen Krankheiten oder Konzentrationsbeschwerden führen. Deshalb ist es wichtig, die Raumluftqualität schon ab dem Beginn des Bau- oder Renovierungsprojekts zu berücksichtigen. Das heißt, das man bei der Wahl von Materialien deren mögliche Auswirkung auf die Gesundheit berücksichtigen muss.

Wie eine gute Luftqualität in Gebäuden gewährleisten?

Für den Erhalt einer guten Luftqualität in Gebäuden muss man eine globale Strategie anwenden, die sich auf **drei spezifische Säulen** stützt (siehe nachstehende Abbildung), nämlich auf:

- die Kontrolle der Quellen von Raumluft-Schadstoffen
- die Lüftung der Gebäude
- das Eindringen von Außenluft-Schadstoffen.



1 | Eine sich auf drei spezifische Säulen stützende Strategie.

Flüchtige organische Verbindungen (FOV) sind die Schadstoffe, die im Allgemeinen in der Raumluft am häufigsten vorhanden sind.

Da diese letzten zwei Säulen schon in der TI 258 besprochen wurden, konzentriert sich dieser Artikel ausschließlich auf die Quellen von Raumluft-Schadstoffen.

Zuallererst möchten wir darauf hinweisen, dass bestimmte Raumluft-Schadstoffe sich nicht vermeiden lassen, da sie von den Bewohnern (**Bio-Effluente**) und deren Aktivitäten stammen.

Mikroorganismen (Schimmelpilze) und die Produkte ihres Stoffwechsels (Sporen und Toxine) entstehen wiederum bei einer mangelhaften Feuchtebeherrschung im Gebäude, beispielsweise aufgrund von Baumängeln (Wärmebrücken) und/oder einer nicht sorgfältigen Lüftung). In gut entworfenen und korrekt verwendeten Gebäuden werden solche Schadstoffe mit anderen Worten nicht vorhanden sein.

Schließlich enthält die Raumluft auch zahlreiche **Schadstoffe, die von den vorhandenen Produkten und Materialien**, worunter die Baumaterialien und – ganz speziell – die Innenausbaumaterialien emittiert werden. Durch eine Entscheidung in der Entwurfsphase zugunsten von Materialien, die wenig Schadstoffe abgeben, kann man die Schadstoffkonzentration in der Luft verringern.

Innenausbaumaterialien, eine Quelle von Innenluft-Schadstoffen.

Bestimmte Innenausbaumaterialien – wie z.B. Boden-, Wand- und Deckenverkleidungen – können **flüchtige organische Verbindungen (FOV)** in die Luft abgeben. Bei vollständig anorganischen Materialien – wie z.B. Keramik, Glas, Metall oder Ziegel – ist dies nicht der Fall.

Unter ‚flüchtigen organischen Verbindungen' werden organische Moleküle verstanden, die bei den Umgebungstemperaturen spontan das (Bau-)Material in einem gasförmigen Zustand verlassen. Diese Moleküle (Formaldehyd, Toluen, Phenol ...) können sich mehr oder weniger weit von ihrem Emissionsort ausbreiten.

FOV sind die Schadstoffe, die in der Regel am häufigsten in der Raumluft vorhanden sind.

Wie in Les Dossiers du CSTC 2011/3.9 angegeben ist, gibt es keine systematische Korrelation zwischen dem FOV-Gehalt der Materialien und der in der Luft vorliegenden Werten der FOV-Emission. Diese zwei Begriffe dürfen daher nicht miteinander verwechselt werden. Denn es ist nicht der FOV-Gehalt, sondern die FOV-Emission, die für die Auswirkung dieser Verbindungen auf die Raumluftqualität ausschlaggebend ist. So können Materialien mit einem sehr niedrigen FOV-Gehalt doch eine hohe FOV-Emission zur Folge haben.

Eine standardisierte Methode und Schwellenwerte

Bestimmte Verbindungen, die von den vorhandenen Materialien abgegeben werden, sind für den Menschen schädlich und sogar toxisch. Folglich dürfen diese nur in sehr kleinen Konzentrationen in der Raumluft vorhanden sein. Deshalb wurde es als wesentlich erachtet, eine standardisierte Methode zu entwickeln, die zur Bewertung der FOV-Emissionen während der Nutzungsphase des Gebäudes dient.

Seit Ende 2017 ist in der Norm NBN EN 16516 ein Protokoll festgelegt, um unter Standardbedingungen Proben von den durch die Baumaterialien ausgestoßenen FOV zu nehmen, mit dem Ziel, diese zu identifizieren und zu quantifizieren. Das Ergebnis, das man für jeden Typ ausgestoßener FOV erhält, wird als Massenkonzentration in der Raumluft eines Referenzraumes (µg/m³) ausgedrückt.

Für die FOV, die für den Menschen als gefährlich betrachtet werden, wurden auf Basis verschiedener toxikologischer Daten eine Anzahl spezifischer Schwellenwerte festgelegt (die häufig als LCI-Werte – LCI = *Lowest Concentration of Interest* – bezeichnet werden). Wenn das ermittelte Ergebnis unter diesen Werten liegt, besteht kein Gesundheitsrisiko, sogar bei einem Ausgesetztsein über einen längeren Zeitraum.

Indoor Air Quality

Auf der WTB-Website finden Sie **ausgehend von der Seite der Normen-Außenstelle *‚Indoor Air Quality'*** weitere Informationen bezüglich der drei Säulen dieser multidisziplinären Strategie.

Ziel dieser von dem FÖD Wirtschaft bezuschussten Normen-Außenstelle ist es, den Bausektor über die Normierung und die Bestimmungen bezüglich der Raumluftqualität bei dem Entwurf, der Ausführung und der Renovierung von Gebäuden zu informieren. Auf dieser Seite können Sie alle Entwicklungen und Fortschritte auf diesem Gebiet verfolgen.

2 | Links: Das verpflichtende Label, das auf allen in Frankreich verkauften Produkten angebracht werden muss. Rechts: Das freiwillige Emicode EC 1^{PLUS}-Label, das auf bestimmten Verlege- und Endbehandlungsprodukten für Bodenbeläge angegeben wird.

Diese Werte werden heute schon in den meisten nationalen Bestimmungen und freiwilligen Labels berücksichtigt. Außerdem wird es für angemessen angesehen, aus Vorsorgegründen auch die FOV-Gesamtemissionen (TFOV), also die Summen aller FOV-Emissionen, zu begrenzen. Es konnte allerdings noch keinerlei Zusammenhang zwischen den FOV-Gesamtemissionen und einer möglichen Auswirkung auf die Gesundheit gefunden werden.

Bestimmungen und freiwillige Labels

Der Königliche Erlass vom 8. Mai 2014 auferlegt für mehr als **170 FOV Schwellenwerte**, die für alle auf dem Markt verfügbaren Bodenbeläge, ihre Befestigungsmittel (Kleber) und ihre Endbehandlungsprodukte (Anstrichfarben, Lacke, Imprägniermittel, feuchtigkeitsabstoßende Mittel ...) gelten. Für die Produkte, die direkt mit der Raumluft in Kontakt kommen, aber nicht unter den Königlichen Erlass fallen (z.B. Wand- und Deckenverkleidungen), kann man auf andere Bestimmungen oder Labels zurückgreifen, die einen niedrigen Emissionsgehalt bescheinigen.

Seit dem 1. Januar 2012 ist in Frankreich die Kennzeichnung mit Labels aller in Gebäuden verwendeten Bauprodukten oder Wandverkleidungen und aller bei der Ausführung angewendeten Produkten obligatorisch (siehe Abbildung 2). Das angebrachte Label gibt den Emissionsgehalt der flüchtigen Schadstoffe mittels einer Klasse an, wobei die Klassifizierung von A+ (sehr niedrig) bis C (hoch) reicht. Die Kriterien für diese Etikettierung sind jedoch recht kurz gefasst, da sie nur zehn als gefährlich betrachtete FOV und ergänzend die FOV-Gesamtemission berücksichtigen. Unter diese zehn Stoffe fallen unter anderem Formaldehyd, Acetaldehyd, Styrol und Xylol.

Es bestehen auch freiwillige Labels, die viel anspruchsvoller sind und die einen sehr niedrigen Emissionsgehalt bescheinigen (*), wie z.B.:

- das deutsche **GUT-Label** für Teppich-Bodenbeläge
- die Labels **Natureplus** oder **Blue Angel** (Der Blaue Engel) für diverse Baumaterialien
- das **Emicode EC 1^{PLUS}-Label** für die Verlege- und Endbehandlungsmaterialien für Bodenbeläge (siehe Abbildung 2).

Die Raumluftqualität muss somit schon beim Entwurf des Gebäudes berücksichtigt werden. Auch wenn dieser Aspekt hinsichtlich der Bauanforderungen lange Zeit als weniger wichtig betrachtet wurde, steht er heute ganz im Mittelpunkt. Deshalb arbeitet die Europäische Kommission gegenwärtig an einer Klassifizierung für Materialien, basierend auf deren Ausstoß an flüchtigen organischen Verbindungen. Diese Klassifizierung wird dann bald in die Produktnormen und die Verordnungen aufgenommen werden. Man ist daher gut beraten, diese Sache genau zu verfolgen. ⬟

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Indoor Air Quality' verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.

(*) Für weitere Informationen zu den verschiedenen Labels verweisen wir auf die Seite der Normen-Außenstelle ‚*Indoor Air Quality*' auf unserer Website.

Sarking-Dächer: Achtgeben auf Lecks im Bereich der Dachränder

Die Energieleistungen eines Gebäudes lassen sich beachtlich verbessern, indem geneigte Dächer längs der Außenseite gedämmt werden. Diese Verbesserung wird in dem Maße umso größer sein, wie die Anschlussdetails – darunter die Dachränder – mit Sorgfalt entworfen und ausgeführt werden. Dabei muss unter anderem der Luftdichtheit des Daches eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

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

Geneigte Dächer werden im Hinblick auf die energetische Verbesserung bestehender Gebäude nicht selten längs der Außenseite gedämmt. Dies ist das Dämmprinzip der sogenannten Sarking-Dächer. Einer der vielen Vorteile davon besteht darin, dass das Dach gedämmt werden kann, ohne dass man Änderungen an der Innenverkleidung vornehmen muss.

Die Ausführung dieses Dachtyps ist in der TI 251 (§ 5.5.3.1) beschrieben. Dieser Artikel konzentriert sich speziell auf die korrekte Ausführung der Dachränder.

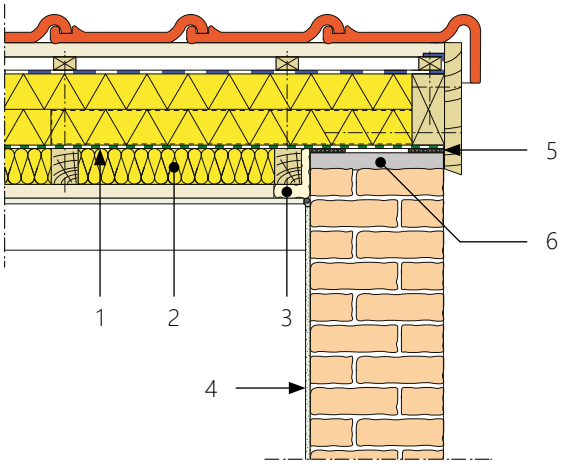
Luftdichtheit

Wie in der TI 255 angegeben, kann der Anteil des Energieverbrauchs eines Gebäudes, der zur Kompensation der durch Luftlecks verursachten Wärmeverluste erforderlich ist, 10 bis 15 % betragen. Es ist daher entscheidend, die Luftdichtheit der Anschlussdetails zu gewährleisten, und zwar nicht nur um eine innere Kondensation zu vermeiden.

Die Luftdichtheit des Daches und der Fassade wird bewerkstelligt durch:
- die Dampfsperre des Daches (siehe Abbildung 1, Nr. 1)
- den längs der Innenseite des Spitzgiebels angebrachten Putz (siehe Abbildung 1, Nr. 4).

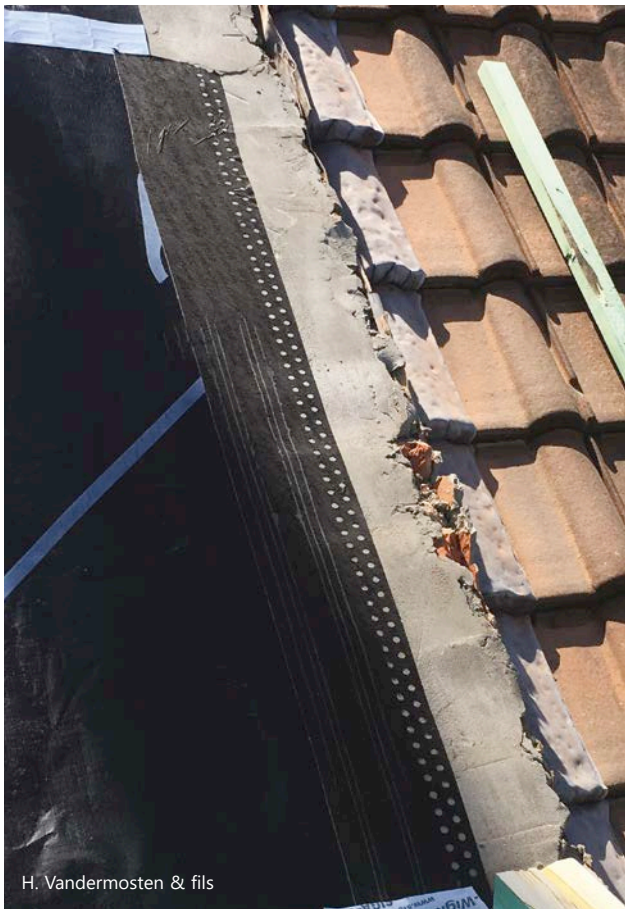
Die hauptsächliche Schwierigkeit besteht darin, diese Elemente gut miteinander zu verbinden. Um die Zahl der Lecks auf ein Minimum zu begrenzen, muss dem Anschluss zwischen der Dampfsperre und dem Mauerkopf eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es können verschiedene Vorkehrungen getroffen werden, um die Luftdichtheit dieses Anschlusses sicherzustellen, genauer gesagt:
- die Verwendung eines Kompribands (im Falle einer steifen Dämmung) (siehe Abbildung 1, Nr. 5)
- die Verklebung der Dampfsperre auf dem Mauerkopf
- das Andrücken eines spezifischen Verbindungsstückes in eine auf dem Mauerkopf angebrachte Mörtelschicht (siehe Abbildung 2 auf der nächsten Seite).

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Maßnahme, den Mauerkopf mithilfe einer Mörtelschicht einzuebnen, stets den Vorzug erhält und dass es wegen bestimmter besonderer Luftdichtheitsanforderungen (z.B. im Falle eines Passivhauses) notwendig sein kann, eine spezifische Studie für das Anschlussdetail auszuführen.



1. Dampfsperre
2. Bestehende oder hinzugefügte Dämmung
3. Etwaiger vorhandener Dämmschaum
4. Innenputz
5. Kompriband
6. Mörtelschicht

1 | Detail des Randes eines Sarking-Daches, das im Hinblick auf eine Dämmung längs der Innenseite des Spitzgiebels entworfen ist.



2 | Verbindungsstreifen, der in eine auf dem Mauerkopf angebrachte Mörtelschicht angedrückt werden muss.

Risiko bezüglich innerer Kondensation

Wenn zwischen den Elementen des Dachstuhls schon eine Dämmung vorhanden ist, kann man Kondensationsprobleme dadurch vermeiden, dass man dafür sorgt, dass der Wärmewiderstand von der oben auf der Dampfsperre ausgeführten Dämmschicht mindestens 1,5 Mal größer ist als der von der Dämmung, die in Höhe des Dachstuhls vorhanden ist (siehe TI 251).

Falls die Dämmung des Dachstuhls aus Mineralwolle besteht und von oben darüber ein Sarking-System aus PIR (Polyisocyanurat) verlegt wird, muss die Dicke der PIR-Schicht mindestens gleich der Schicht aus Mineralwolle sein.

Stabilität des Dachrandes

Neben den oben erwähnten Aspekten muss man auf die gute Befestigung des Dachrandes achtgeben. Eine der dazu empfohlenen Techniken besteht darin, mittels einer Anzahl Holzelemente, die an mindestens zwei Sparren befestigt sind, eine Randleiter zu realisieren (siehe Abbildung 3, Nr. 5). Der einige Dutzend Zentimeter breite Raum zwischen den verschiedenen Leiterelementen wird dann mit einem Wärmedämmstoff verfüllt. Auf diese Weise lässt sich einerseits vermeiden, dass der Randsparren im Verblender einer Hohlwand befestigt werden muss und andererseits ein beachtlicher Dachvorsprung erhalten.

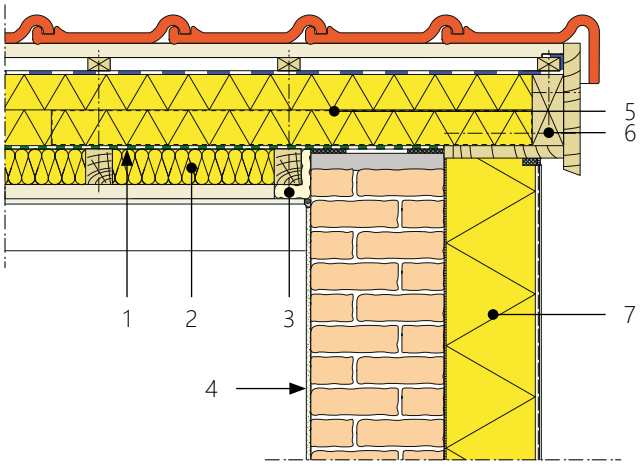
Möglichkeit der nachträglichen Dämmung der Fassade

Um nach einer gewissen Zeit über ein energetisch leistungsfähiges Gebäude zu verfügen, empfiehlt es sich, das Sarking-Dach so auszuführen, dass man die Fassade nachträglich noch dämmen kann.

Falls man sich beispielsweise dafür entscheidet, die Fassade längs der Außenseite mithilfe eines ETICS-Systems zu dämmen, ist es von äußerster Wichtigkeit, dass der Dachvorsprung breit genug ist, damit sich der Dämmstoff und das Putzsystem darunter anbringen lassen. Dabei sind auch einige Zentimeter für die Ausführung und die Instandhaltung der elastischen Fugendichtung vorzusehen, die den Anschluss zwischen dem Putz und dem Dachrand sicherstellt.

Wenn man die Fassade dagegen längs der Innenseite dämmen möchte, muss man sich dessen bewusst sein, dass eine Demontage der Deckenverkleidung erforderlich sein kann, um einen optimalen Anschluss zwischen der Luft- und Dampfsperre zu gewährleisten. ⬟

*Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Baudetails (*Smart Connect*)‘ verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wird.*



1. Dampfsperre
2. Bestehende oder hinzugefügte Dämmung
3. Etwaiger vorhandener Dämmschaum
4. Innenputz
5. Randleiter (gestrichelte Linie)
6. Randsparren
7. ETICS-System

3 | Detail des Randes eines Sarking-Daches, das so entworfen ist, dass die Fassade längs der Außenseite gedämmt werden kann (ETICS-System).

Können Wasserrückhaltedächer ohne Neigung ausgeführt werden?

Wasserrückhaltedächer sind Flachdächer, bei denen das Regenwasser zur Entlastung der Kanalisation vorübergehend auf dem Dach gespeichert wird. Dieses Wasser wird danach verdampfen, verlangsamt abgeleitet und/oder wiederverwendet werden (z.B. für ein darüber liegendes Gründach). Entdecken Sie in diesem Artikel, welche Bedingungen erfüllt werden müssen, um solche Dächer ohne Neigung ausführen zu können.

E. Mahieu, Ing., Leiter der Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Nutzen der Mindestneigung eines Flachdaches

Um Wasserstagnationen so weit wie möglich zu vermeiden, empfiehlt die TI 215, die sich zurzeit in der Überarbeitung befindet, an jedem Punkt des Daches **eine Neigung von mindestens 2 %** vorzusehen. Denn wenn die Stagnationen von Wasser auf einem Flachdach ein bedeutendes Ausmaß annehmen, können sie mit einigen Nachteilen verbunden sein, wie z.B.:

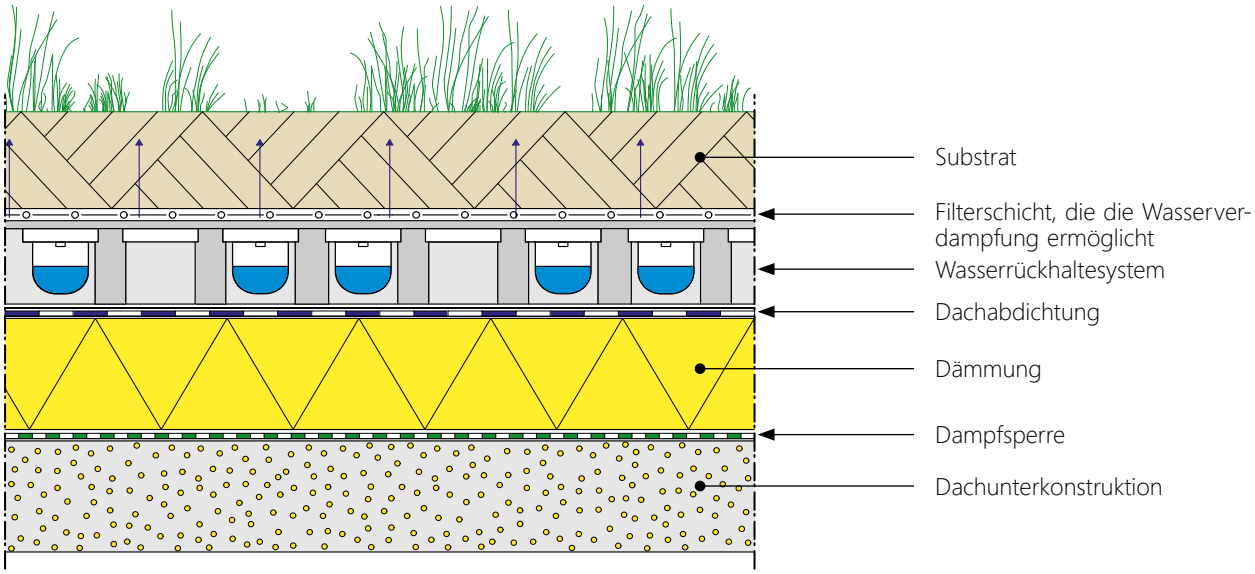
- einem zusätzlichem Gewicht
- Unannehmlichkeiten in ästhetischer und funktioneller Hinsicht
- dem Angriff der Oberflächenschicht oder der Anschlüsse der Dichtungsmembran durch die Austrocknung der in den stehenden Wasseransammlungen vorhandenen Ablagerungen und die damit einhergehende Schrumpfung, was wiederum Spannungen in der Abdichtung hervorrufen kann (siehe Les Dossiers du CSTC 2013/4.7). Dieses Phänomen wird auch als *Mud-Curling*-Effekt bezeichnet.

In diesen Dossiers werden auch Maßnahmen vorgeschlagen, um die Dauerhaftigkeit der Abdichtungsmaterialien an Stellen zu erhöhen, wo solche Wasserstagnationen zu erwarten sind.

Eine Mindestdachneigung hat daher sicher ihren Nutzen und darf nicht entfallen, ohne hierfür einige spezifische Maßnahmen zu ergreifen.

In welchen spezifischen Fällen kann man in Erwägung ziehen, keine Neigung vorzusehen?

Das Realisieren eines Wasserrückhaltedaches ohne Neigung ist nur in Betracht zu ziehen, wenn die zwei folgenden



1 | Schematische Darstellung des Aufbaus eines Wasserrückhaltedaches mit einem darüber liegenden Gründach.

Bedingungen erfüllt sind:

- **Das Dach ist für das vorübergehende Speichern von Wasser entworfen und das Nichtvorhandensein einer Neigung ermöglicht die ordnungsgemäße Arbeitsweise des Wasserrückhaltesystems** (es kann sich manchmal als notwendig erweisen, das vorübergehend gespeicherte Wasser auf der Dachfläche gleichmäßig so zu verteilen, dass an jedem Punkt genauso viel Wasser für das darüber liegende Gründach zur Verfügung steht)
- **Die Dachabdichtung ist durch eine andere Schicht geschützt** (keine sichtbare, offene Wasserspeicherung).

Flachdächer, bei denen die Wasserrückhaltung sich auf eine verlangsamte Ableitung beschränkt und Gründächer, die nicht spezifisch entworfen wurden, um Wasser vorübergehend zu speichern, kommen nicht für die Realisierung ohne Neigung in Betracht. Dies gilt auch für Umkehrdächer, die sowieso nicht als Wasserrückhaltedach eingesetzt werden dürfen.

Folgen der Wahl eines Dachaufbaus ohne Neigung

Da das Wasser bei Dächern ohne Neigung nur langsam zu den Wasserabflüssen hin abläuft, können Wasserstagnationen auftreten. Dies kann eine Auswirkung auf die Ausführungsschnelligkeit der Abdichtungsarbeiten haben, weil die Vorbereitung des Untergrunds meistens länger dauern wird. So wird beispielsweise die Trocknung der Dachunterkonstruktion, die die gute Haftung der Dampfsperre gestatten muss, einen größeren Arbeitsaufwand erfordern.

Die Tragdecke und die Materialien, aus denen das Wasserrückhaltedach zusammengesetzt ist (z.B. die der Wärmedämmung) müssen in der Lage sein, das zusätzliche Gewicht des gespeicherten Wassers zu tragen. Ferner müssen sie der Wasserlast über einen längeren Zeitraum standhalten können. Darüber hinaus muss bei diesen Dächern zum Vermeiden einer Überlastung eine Notableitung vorgesehen werden.

Angesichts dessen, dass die Wassermengen, die ohne ein Wasserrückhaltesystem in den Dachaufbau durch Infiltration eindringen können, beträchtlich sind, muss man zusätzliche Vorkehrungen treffen, um die Ausbreitung etwaiger Lecks zu vermeiden. Folglich ist es erforderlich, das Dach in kleinere Flächen zu unterteilen, d.h. die Dämmung in Bereiche von 100 bis 200 m^2 abzuteilen, indem man die Dampfsperre mit der Dachabdichtung verbindet (siehe Les Dossiers du CSTC 2019/2.3). Dabei ist es wichtig, dass diese abgeteilten Bereiche auf den *As-built*-Plänen deutlich sichtbar dargestellt werden und dass die Dampfsperre eine vollflächige Haftung am Untergrund aufweist.

Zusätzliche Anforderungen für die Dachabdichtung

Es gilt sicherzustellen, dass die Dachabdichtung fast ständig unter Wasser stehen darf und dass sie größeren mechanischen Kräften, die beispielsweise durch Eisbildung und das oben erwähnte *Mud-Curling*-Phänomen hervorgerufen werden, einen Widerstand entgegensetzen kann.

Außerdem muss man noch die folgenden Punkte berücksichtigen:

- Die Abdichtung eines Wasserrückhaltedaches muss den gleichen Mindestanforderungen entsprechen wie die Abdichtung eines Gründaches (siehe Tabelle 6 der TI 229)
- Die Dachabdichtung muss durchwurzelungsfest und gegen die Entwicklung von Mikroorganismen widerstandsfähig sein. Denn diese Letzteren können einen negativen Einfluss auf manche PVC-Membranen haben
- Bituminöse Abdichtungen dürfen nur zweischichtig angewendet werden, wobei die Deckschicht auf der Unterschicht vollflächig haftend ausgeführt werden muss
- Die tatsächliche Dicke der PVC-Abdichtungen muss mindestens 1,5 mm betragen
- Für durch Armierung verstärkte EPDM-Abdichtungen gilt eine Mindestdicke von 1,1 mm. Für nicht durch Armierung verstärkte EPDM-Abdichtungen beträgt die Mindestdicke 1,5 mm
- Bei der Wahl der Ausführungstechnik für die Überlappungsverbindungen muss man dem Umstand berücksichtigen, dass diese häufig unter Wasser stehen werden (z.B. Entscheidung zugunsten von Schweißverbindungen)
- Beim Entwurf des Gebäudes müssen heikle und schwierig realisierbare Baudetailausführungen vermieden werden.

Nachdem die Abdichtungsarbeiten abgeschlossen sind, muss eine gründliche **Wasserdichtheitsprüfung** ausgeführt werden. Es kann sich dabei um eine Inspektion der Überlappungsverbindungen und Baudetailausführungen handeln, wobei gegebenenfalls andere Erkennungstechniken, wie z.B. Feuchtigkeitsmessungen oder der Einsatz eines induktiv arbeitenden Impulsstrom-Verfahrens ergänzend genutzt werden können (siehe § 4.5.5 der TI 253 und Les Dossiers du CSTC 2016/4.6). ⬟

2 | Realisierung eines Wasserrückhaltedaches.

Optigrün

Ausblühungen auf Ziegelsteinmauerwerk: Ursprung und Behandlung

Die Oberfläche eines Ziegelsteinmauerwerks kann manchmal durch Ausblühungen verunstaltet werden. Diese – meistens weißlichen – Kristallablagerungen erscheinen in der Regel kurz nach der Ausführung der Mauerwerke, sie können aber auch Monate oder Jahre danach auftreten. Woher kommen diese Ablagerungen und wie kann man diesbezüglich Abhilfe schaffen?

P. Steenhoudt, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Chemie, Mikrobiologie und Mikrostruktur, WTB
I. Dirkx, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Baumaterialien, WTB

Ursprung der Ausblühungen

Ausblühungen treten auf einem Ziegelsteinmauerwerk auf, wenn die drei folgenden Voraussetzungen vorliegen:

- In den verwendeten Materialien sind **lösliche Salze** enthalten. Diese Salze können von Natur aus in den Materialien vorhanden sein oder können durch chemische Reaktionen zwischen den Materialien und ihrer Umgebung oder zwischen den Materialien selbst entstehen
- Die Materialien werden über einen ausreichend langen Zeitraum **einer ausreichenden Menge Wasser** ausgesetzt, damit diese Salze sich lösen können
- Die **Mikroporosität** des Ziegelsteins ist so beschaffen, dass das Wasser und die Salze die Möglichkeit zum Wandern haben.

Obwohl die Ausblühungen das Ziegelmauerwerk meistens nur kurzzeitig verunstalten, können diese Ablagerungen manchmal erneut in Erscheinung treten und in bestimmten Fällen sogar eine lange andauernde Auswirkung auf das Aussehen des Gebäudes haben. Außerdem können sie auch zu Schäden an der Ziegeloberfläche führen. Dies ist der Fall bei Krypto-Ausblühungen, bei denen die Kristallisation der Salze unter der Oberfläche der Ziegelsteine auftritt und zur Absplitterung führen kann.

Die Tabelle auf der nächsten Seite gibt eine Übersicht über die wichtigsten Ausblühungen, die wir in unserem Land antreffen, ihre Merkmale, einige vorbeugende Maßnahmen und bestimmte mögliche Behandlungen zu ihrer Beseitigung.

Eine genaue Identifizierung der vorhandenen Ausblühungen kann zu dem Ermitteln von deren Ursache und dem Bestimmen der adäquatesten Behandlung beitragen.

Allgemeine Präventionsmaßnahmen

Zuerst möchten wir anmerken, dass es keine Lösungen zum sicheren Vermeiden der Erscheinung von Ausblühungen gibt. Dieses Risiko kann jedoch reduziert werden, und zwar durch eine durchdachte Wahl der Materialien und der architektonischen Details sowie durch eine sorgfältige Ausführung. Dennoch wird die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens auch in hohem Maße von dem tatsächlichen Verhalten des Mauerwerks abhängig sein.

Bei der **Materialwahl** muss der Vorzug Ziegelsteinen mit einem BENOR-Zertifikat gegeben werden, da diese auf ihre Empfindlichkeit für primäre Ausblühungen geprüft wurden. Für den Mörtel wählt man am besten alkaliarmen Portlandzement oder Zement mit Hochofenschlacke und/oder Flugaschen. Auch Klebemörtel könnten in diesem Zusammenhang angewendet werden. Mit Zusatzmitteln behandelte Mörtel wären wiederum für sekundäre Ausblühungen empfindlich. Bei der Zubereitung des Mörtels muss man darüber hinaus darauf achten, dass der Sand und das Wasser nicht verschmutzt sind.

Da Wasser beim Entstehen von Ausblühungen eine entscheidende Rolle spielt, **muss jeder Kontakt mit Wasser – ganz egal aus welcher Quelle – im Rahmen des Möglichen begrenzt werden**. So ist zu vermeiden, bei Regenwetter zu mauern. Ferner sind erforderliche Vorkehrungen zu treffen, um das frische Mauerwerk vor dem Niederschlag zu schützen. Wenn Regen erwartet wird, muss das frische Mauerwerk am Ende des Tages systematisch, unter Berücksichtigung des Windeinflusses, abgedeckt werden. Dazu kann man eine Abdeckplatte mit einem ausreichenden Überstand nutzen. Diese Platte darf jedoch nicht aus Holz oder einem anderen Material, das Spuren auf dem Mauerwerk hinterlassen kann, gefertigt sein.

Die sekundären Ausblühungen (die später als die primären Ausblühungen erscheinen) kommen hauptsächlich auf Mauerwerk vor, das dem Regen und der Sonne ausgesetzt ist. Folglich muss man während des Entwurfs und der Ausführung die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um die

Fassade möglichst gut vor den Witterungsverhältnissen und insbesondere vor Befeuchtung zu schützen (z.B. durch das Vorsehen von großen Dachvorsprüngen, Mauerabdeckungen und – vorübergehenden – Regenabflüssen).

Allgemeine Behandlung

Wenn sie dem Regen ausgesetzt sind, werden primäre Ausblühungen in der Regel **von selbst verschwinden**.

Man kann die Ausblühungen auch dadurch entfernen, dass man sie **trocken** mit einer nicht metallischen, harten Bürste **abbürstet**. Falls erforderlich, kann man zu einer **hydropneumatischen Reinigung** (bei der gleichzeitig Druckluft, Granulate und Wasser unter niedrigem Druck in Form eines Strahls zur Anwendung kommen) oder zu einer **Reinigung mit einem Hochdruckwasserstrahl** übergehen. Dabei muss man jedoch darauf achten, dass die Ziegelsteine und die benachbarten Materialien nicht beschädigt werden. Aus diesen Gründen wird vom Gritstrahlen (d.h. das Strahlen mit Granulaten und Wasser unter hohem Druck) abgeraten.

Im Falle hartnäckiger Ausblühungen kann eine **chemische Behandlung** in Erwägung gezogen werden. Bei einer Kalkfreisetzung sollte eher eine saure Lösung zur Anwendung kommen. Für sekundäre Ausblühungen kann zuerst die Ausführung einer Behandlung mit einer alkalischen Lösung und danach einer mit einer sauren Lösung erforderlich sein.

Schließlich möchten wir noch darauf hinweisen, dass man vor der Anwendung einer Reinigungstechnik am Mauerwerk stets **Auskünfte** bei dem Ziegelsteinhersteller **einholen** muss. Außerdem wird empfohlen, zur Orientierung zuerst einen Versuch in einem unauffälligen Bereich des Mauerwerks durchzuführen, und zwar nicht nur, um die Wirksamkeit der Behandlung zu beurteilen, sondern auch um ihre Auswirkung auf das Mauerwerk und etwaige andere Materialien zu bewerten. Vor der Reinigung muss man auch stets Schutzmaßnahmen für die benachbarten Materialien, wie z.B. Naturstein, ergreifen, um diese nicht zu beschädigen. ⬟

Die wichtigsten Ausblühungen in Belgien.

Bezeichnung (vermutliche Quelle)	Merkmale	Präventionsmaßnahmen	Behandlung	Illustration
Primäre Ausblühungen **(Ziegelsteine, Mörtel oder Reaktion zwischen beiden)**	• Frühzeitiges Erscheinen • Gute Wasserlöslichkeit • Nicht wiederkehrend	• Frisches Mauerwerk vor Wasser schützen • Sich für Ziegelsteine mit einem BENOR-Zertifikat entscheiden • Mörtel mit alkaliarmem Portlandzement bzw. Zement mit Hochofenschlacke und/oder Flugaschen wählen	• Warten bis sie allmählich von selbst verschwinden • Trocken abbürsten und danach gegebenenfalls mit sauberem Wasser abspülen	WTB
Freisetzung von Kalk oder Portlandit **(Mörtel)**	• Keine Wasserlöslichkeit • Vorhandensein von weißen Punkten auf dem Mörtel und weißlichen Streifen auf den Ziegelsteinen	Frisches Mauerwerk vor Wasser schützen	• Trocken abbürsten • Chemische Behandlung anwenden	WTB
Sekundäre Ausblühungen **(Mörtel, Ziegelsteine)**	• Spätes Erscheinen • Keine Wasserlöslichkeit • Bildung einer dünnen weißlichen Schicht	• Das Mauerwerk vor den Witterungsverhältnissen schützen (z.B. durch große Dachvorsprünge) • Sich für Mörtelarten entscheiden, die möglichst wenig Zusatzmittel enthalten	• Trocken abbürsten oder mit (80 °C) warmem Wasser unter hohem Druck abspülen • Chemische Behandlung anwenden	WTB

Muss die Wahl des Natursteins für Schwimmbäder auf deren Wasserbehandlung abgestimmt werden?

Die Zahl der in Belgien installierten Privatschwimmbäder nimmt ständig zu. Dies ist unter anderem eine Folge der besonders warmen Sommer, die wir in den vergangenen Jahren erlebt haben. In diesem Zusammenhang entscheidet man sich bei der Materialwahl immer häufiger für Naturstein, und zwar wegen seiner Dauerhaftigkeit und Ästhetik. Der verwendete Naturstein muss allerdings in Abhängigkeit der vorgesehenen Wasserbehandlung gewählt werden, und zwar hauptsächlich in den Bereichen, die abwechselnd unter Wasser stehen und danach wieder trocknen.

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

1 Materialwahl

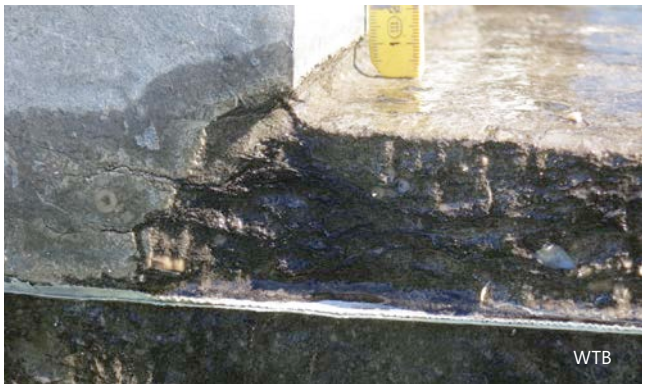
Naturstein steht in einem sehr umfangreichen Sortiment an Farben und Materialien zur Verfügung. Denken wir hierbei nur einmal an Kalkstein, Granit, Quarzit, Marmor, Schiefer oder Gneis (siehe Klassifizierung in der TI 228).

Naturstein bietet außerdem den Vorteil, dass er in verschiedenen Texturen und Formaten erhältlich ist.

Der gewählte Stein muss den Anforderungen entsprechen, die sich aus der beabsichtigen Anwendung ergeben. So muss einerseits dessen Frostwiderstand auf die betreffende Anwendungszone abgestimmt werden und andererseits seine Dicke, vor allem bei der Verlegung auf Plattenhaltern, an das Plattenformat angepasst sein.

Es wird auch empfohlen, sich an Stellen, die feucht werden können, für rutschsichere Ausführungen zu entscheiden.

Shutterstock



1 und **2** | Beispiele für Kalkstein, der durch zu weiches Wasser, möglicherweise durch eine deregulierte Wasserbehandlung, angegriffen wurde.

Ferner ist die Verwendung von sehr dunklen Farben bei Außenanwendungen untersagt, da dunklere Natursteinplatten mehr Wärme absorbieren und leicht Temperaturen zwischen 50 und 60 °C erreichen können. Dies ist unter anderem bei bestimmten Schiefern und Basalten der Fall.

Schließlich muss man auch vermeiden, dass Natursteine zur Anwendung kommen, die für ihre Empfindlichkeit hinsichtlich der Feuchtigkeit (z.B. Azul Cascais- oder Cenia-Naturstein) und der Fleckenbildung (z.B. Valanges-Naturstein) bekannt sind.

2 Schwimmbadwasser

Die Qualität des Schwimmbadwassers ist wesentlich. Denn bei Anwendung von Wasser, das sich im Gleichgewicht befindet – also Wasser, das weder kesselsteinbildend, noch aggressiv ist – werden die Wirksamkeit der Behandlung und der Produktverbrauch besser sein. Dieses Thema wurde schon in Les Dossiers du CSTC 2016/3.9 umfassend behandelt.

Aggressives Wasser (d.h. zu weiches Wasser) verursacht nicht nur Schäden an Mörtelfugen, sondern auch an karbonathaltigen Gesteinen, wie z.B. Kalkstein und Marmor (siehe Abbildungen 1 und 2). Es ist folglich von äußerster Wichtigkeit, die das Gleichgewicht des Wassers bestimmenden Parameter in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren.

3 Wasserbehandlungssysteme

Oxidation und Desinfektion sind zwei Prozesse, die gleichzeitig stattfinden. Während der Oxidationsprozess den größten Teil der gelösten Verunreinigungen abbaut, sorgt der Desinfektionsprozess dafür, dass die (pathogenen) Mikroorganismen getötet werden und dass die Anzahl der Keime auf ein akzeptables Niveau reduziert wird.

A | Zusammenfassung der existierenden Wasserbehandlungssysteme.

Oxidation und Desinfektion	
Mit Zusatz von chemischen Produkten	Ohne Zusatz von chemischen Produkten
• **Chlor** • **Salzelektrolyse** • **Meerwasser** • **Kupfer-Silber-Ionisation** • Wasserstoffperoxid (allein oder als Zusatz) • Anodische Oxidation • Chlordioxid • Chlorhaltige organische Verbindungen (Chlorisocyanurate) • Polyhexamethylenbiguanid (PHMB) • Brom	• Ozon • UV-Licht
Erhöhung der Pufferkapazität	
Natriumbicarbonat	
Neutralisierung des Chlorüberschusses	
• Natriumsulfit • Natriumthiosulfat	

Es bestehen hauptsächlich zwei Typen der Wasserbehandlung, nämlich **die Systeme mit und die Systeme ohne Zusatz von chemischen Produkten**. Die Tabelle A auf der vorherigen Seite gibt eine Übersicht über die verschiedenen, auf dem Markt verfügbaren Systeme.

Es empfiehlt sich, die einzusetzende Technik in Abhängigkeit ihrer Vor- und Nachteile zu wählen, und zwar unter Berücksichtigung:
- des Ortes des Schwimmbads (innen oder außen)
- der gewünschten Ausstattungen (z.B. Heizung).

Behandlungen ohne Zusatz von chemischen Produkten greifen grundsätzlich Naturstein nicht an. Deshalb wird der Rest des Artikels ausschließlich Systemen mit dem Zusatz solcher Produkte gewidmet. Dabei liegt der Schwerpunkt hauptsächlich auf den am meisten genutzten Produkten oder jenen, die bei Vorhandensein bestimmter Natursteine nicht ohne Weiteres zur Anwendung kommen dürfen.

3.1 Chlor

Chlor ist das am meisten genutzte Oxidations- und Desinfektionsmittel. Die Desinfektion erfolgt in der Regel durch Zusatz von festem oder flüssigem Chlor (NaClO oder $Ca(ClO)_2$) und – in geringerem Maße – von gasförmigen Chlor (Cl_2). Im Allgemeinen kann dieser Typ der Behandlung bei allen Natursteinarten angewandt werden, es sei denn, dass das Wasser aggressiv ist (dies gilt hauptsächlich für Kalkstein und Marmor).

Bei dieser Behandlung werden häufig Verbindungen auf Basis von Natriumsulfit oder -thiosulfat zur Regulierung des Chlorgehalts zugesetzt (siehe Tabelle A). Wenn sich zu viel Chlor im Wasser befindet, kann sich nämlich Gips bilden. Dieser Stoff kann bewirken, dass das Wasser trübe wird oder dass es zu Ablagerungen auf oder in dem Naturstein kommt (siehe Abbildung 3). Wenn die Ablagerungen im Naturstein auftreten, kann dieser Letztere abblättern. Bei Vorhandensein eines wasserabweisenden Mittels kann dieses Phänomen außerdem noch mehr auffallen und eine Spaltung hervorrufen. Von dem Zusatz dieses Typs von Verbindungen wird daher entschieden abgeraten.

3.2 Salzelektrolyse

Während der Salzelektrolyse findet eine elektrochemische Reaktion statt, deren Ziel es ist, Chlor aus dem von einem Elektrolysegerät zugesetzten Salz zu erzeugen:

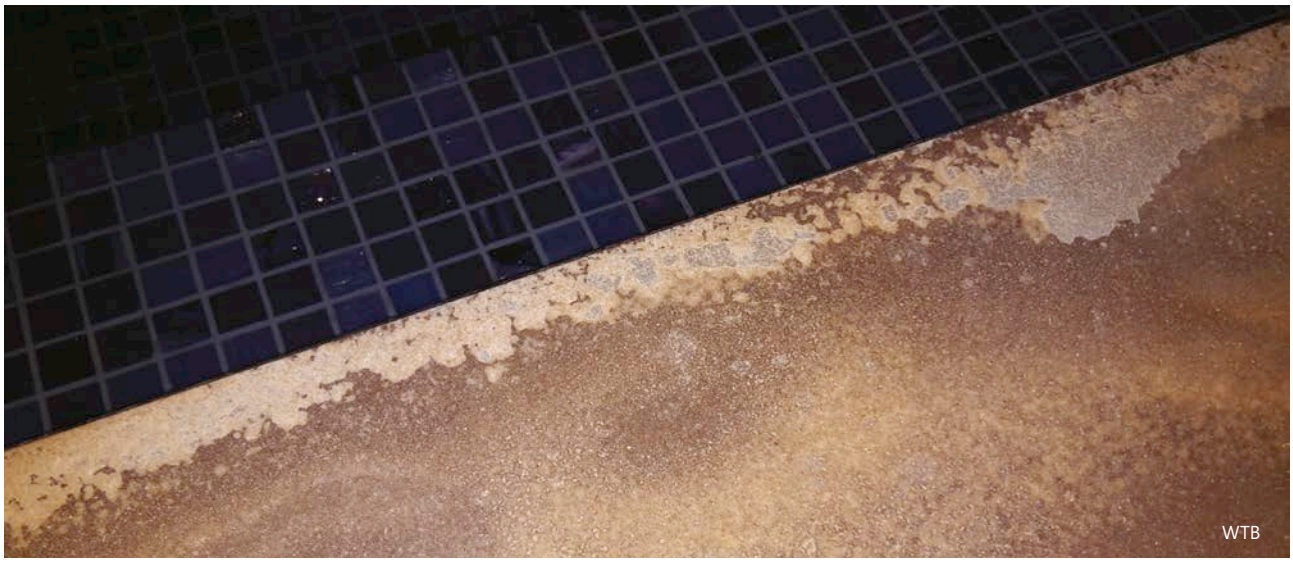
$$NaCl + H_2O \rightarrow NaOCl + H_2$$

(Salz + Wasser → Natriumhypochlorit + Wasserstoff).

Da nur ein Teil des Salzes in Hypochlorit umgewandelt wird, gelangt der Rest der Salzlösung in das Schwimmbad. Obwohl diese Salzkonzentration im Prinzip zehn Mal kleiner ist als die von Meerwasser, kann ein Überschuss an Salz sehr schnell zu dessen Rekristallisation im Naturstein führen und Absplitterungen zur Folge haben (siehe Abbildung 4 auf der nächsten Seite). Dies gilt gleichermaßen für Schwimmbäder, die mit Meerwasser gefüllt sind. In dem Fall wird wärmstens empfohlen, sich für einen nicht kapillaren (< 35 $g.m^{-2}.s^{-½}$) und nicht porösen (< 12 Vol.-%) Naturstein zu entscheiden (vor allem in überdachten Schwimmbädern).

3.3 Kupfer-Silber-Ionisation

Der Prozess der Kupfer-Silber-Ionisation besteht darin, eine Anzahl Kupfer- und Silberstäbe einem elektrischen Strom mit dem Ziel auszusetzen, ausgehend von beiden Elementen Ionen zu generieren. Obwohl die Silberionen in dem Fall als Desinfektionsmittel fungieren, ist es trotz-



3 | Bildung von Gips an der Oberfläche eines Natursteins oder in ihm, in Abhängigkeit seiner Porosität und/oder einer eventuellen Wasserabweisungsbehandlung.

4 | Kapillarer Naturstein, der durch die Bildung von Salz (NaCl) zersetzt ist.

dem notwendig, ein zusätzliches Desinfektionsmittel, wie z.B. Chlor, zu verwenden (wenn auch in reduzierten Mengen von 80 %). Die Kupferionen dienen wiederum als Flockungsmittel, d.h. dass sie die Stoffe in Suspension sammeln und Flocken bilden, die leicht von den Filtern zurückgehalten werden können.

Da der pH-Wert einen beachtlichen Einfluss auf das Vorhandensein von Kupfer und Silber hat, ist es von äußerster Wichtigkeit, diesen Wert nach einer gewissen Zeit zu kontrollieren, um Ablagerungen von Kupfersalzen zu vermeiden. Diese werden hauptsächlich auf rauen Natursteinen, Granit oder Gneis (Siliziumaluminat) beobachtet. ⬟

B | Wahl der Schwimmbad-Wasserbehandlung in Abhängigkeit des Natursteintyps.

Natursteintyp	Wasserbehandlung (mit Zusatz)		
	Chlor	Salzelektrolyse/ Meerwasser (3)	Kupfer-Silber-Ionisation (4)
Sedimentgesteine			
Nicht marmorartiger Kalkstein (1) (5) (< 2.500 kg/m³)	! (7)(8)	✘	✔
Marmorartiges Gestein (1) (2) (kompakt: > 2.500 kg/m³)	! (8)	! (3)	✔
Sandstein	✔	! (3)	! (4)
Schiefer/Schiefergestein/Tonschiefer (2)	✔	! (3)	✔
Metamorphe Gesteine			
Quarzit	✔	✔	! (4)
Marmor (1) (6)	! (8)	! (3)	✔
Gneis	✔	✔	✘
Magmatische Gesteine			
Granit	✔	! (3)	✘
Basalt (2)	✔	✔	✔

✘ : nicht ratsam
! : Maßnahmen erforderlich
✔ : keine Einschränkung

(1) Manchmal frostempfindlicher Stein: nicht für Außenanwendungen geeignet
(2) Häufig sehr dunkler Stein: nicht für Außenanwendungen geeignet
(3) Nicht kapillarer/nicht poröser Stein
(4) Stein mit einer weniger rauen Ausführung
(5) Stein, der für Fleckenbildung vom Typ II empfindlich ist
(6) Stein, der für Fleckenbildung vom Typ I empfindlich ist
(7) Sehr empfindlich für Gipsbildung bei Zusatz von Natriumsulfit oder -thiosulfat
(8) Empfindlich für aggressives (zu weiches) Wasser

Hin zu dünneren Fußbodenaufbauten

Die stets strenger werdenden Energieleistungsanforderungen haben zur Folge, dass die Fußbodenaufbauten heute immer dicker werden. Während man bei einem Neubau schon in der Entwurfsphase die erhöhte Dicke des Fußbodenaufbaus berücksichtigen kann, müssen bei Renovierungsarbeiten manchmal spezifische Maßnahmen ergriffen werden. Es gibt jedoch auch verschiedene Möglichkeiten, mit der sich die Dicke des Fußbodenaufbaus begrenzen lässt.

T. Vangheel, Ir., Senior-Hauptberater, Abteilung Kommunikation und Ausbildung, WTB
J. Van den Bossche, Ing., Senior-Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Warum werden die Fußbodenaufbauten immer dicker?

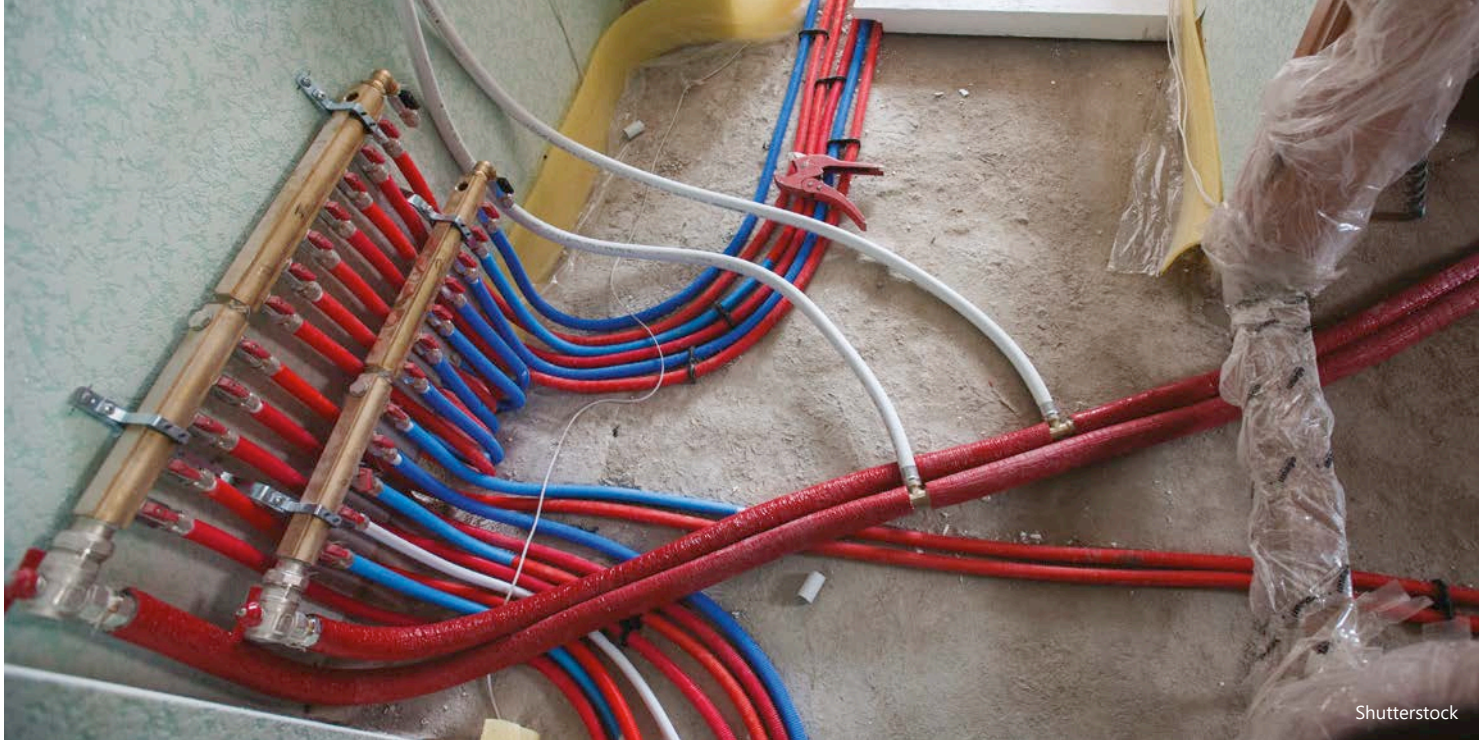
Die Integration von immer mehr **Leitungen für Heizung, Lüftung und Nutzvorrichtungen** bringt eine Zunahme der Fußbodendicke mit sich (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). In der Praxis wird man nicht selten mit Estrichen konfrontiert, die eine Dicke von 15 cm erreichen. Diese Dicken übersteigen bei Weitem die WTB-Empfehlungen für die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Mindestdicken von Estrichen. In technischer Hinsicht sind solche großen Werte für die Dicke überhaupt nicht erforderlich. Schlimmer noch: Sie haben zahlreiche praktische Hindernisse zur Folge. Denn dadurch müssen die Arbeiten für den Fußbodenaufbau in mehreren Schichten erfolgen, wird es schwieriger den Estrichmörtel ausreichend zu verdichten und werden die Trocknungszeiten länger. Deshalb empfiehlt das WTB, die Leitungen für Lüftung und Nutzvorrichtungen in eine separate Ausgleichsschicht so zu integrieren, dass sie die Estrichdicke nicht unnötig vergrößern.

Es können noch verschiedene andere Gründe angeführt werden, warum die Fußbodenaufbauten immer dicker werden.

Während früher nur eine begrenzte Anzahl von Geschossdecken mit einer Dämmschicht versehen wurde, werden heute fast alle Geschossdecken **aus thermischen Gründen** gedämmt. Dadurch, dass die Energieleistungsanforderungen im Laufe der Jahre strenger geworden sind und sich künftig wahrscheinlich noch verschärfen, nehmen auch die vorzusehenden Dämmdicken zu. Wir möchten darauf hinweisen, dass die erforderliche Dämmdicke je nach dem Ort der Geschossdecke unterschiedlich ist: So ist bei einer Decke auf dem ebenerdigen Boden mehr Dämmung vorzusehen als bei einer Decke zwischen zwei Wohneinheiten.

Richtwerte für die Mindestdicke der verschiedenen Schichten eines Fußbodenaufbaus.

Typ der Schicht	Richtwerte für die Dicke der Schicht
Traditioneller, manuell aufgetragener Estrich	• 30 mm (haftender Estrich) bis 50 mm (schwimmender Estrich) • bei Fußbodenheizung: 50 mm über den Leitungen
Verbesserter Estrich (höhere mechanische Festigkeit)	15 mm (haftender Estrich) bis 30 mm (schwimmender Estrich)
Trockenestrich (z.B. Platten auf Gipsfaser-, Holz- oder Zementbasis)	20 bis 35 mm im Falle eines ebenen Untergrunds
Zu verfliesende Bauplatte (siehe auch Les Dossiers du CSTC 2018/2.9)	20 bis 80 mm (erforderlich, um die Belastungen zu begrenzen)
Innovatives Fußbodenheizungssystem	20 bis 40 mm (erforderlich, um die Belastungen bei einem System ohne Estrich zu begrenzen)



Die zunehmende Zahl der verschiedenen zu integrierenden Leitungen führt zu einer Erhöhung der Estrichdicke.

Neben den thermischen Anforderungen wird auch den **akustischen Leistungen** der Fußböden immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Um diese sicherzustellen, kann es erforderlich sein, einen schwimmenden Fußbodenaufbau vorzusehen, in den spezifische akustische Dämmstoffe integriert werden können, was natürlich auch eine – gewöhnlich geringere – Auswirkung auf die Dicke des Fußbodenaufbaus hat.

Wie lässt sich die Dicke des Fußbodenaufbaus dennoch reduzieren?

Die Gesamtdicke des Fußbodenaufbaus lässt sich dennoch reduzieren, indem man sich auf die verschiedenen kombinierten Schichten einrichtet:
- die Dämmung
- den Estrich
- die speziellen Techniken, wie z.B. die Fußbodenheizung.

Eine erste Lösung besteht darin, sich für **thermisch leistungsfähigere Dämmstoffe** zu entscheiden. Dadurch, dass diese Materialien über eine kleinere Wärmeleitfähigkeit (λ-Wert) verfügen, muss zur Erfüllung der gestellten Energieleistungsanforderungen eine weniger dicke Dämmung vorgesehen werden.

Es sind gegenwärtig bereits diverse **superdämmende Materialien** auf dem Markt erhältlich. Wegen ihres erheblich höheren Preises kommen sie im Allgemeinen jedoch nur an Orten zur Anwendung, wo große Dämmdicken zu Entwurfs- und/oder Ausführungsproblemen führen könnten. Bei Verwendung dieser Materialien wird wärmstens empfohlen, etwaige Leitungen in eine Ausgleichsschicht zu integrieren.

Auch **die Dicke des Estrichs** kann optimiert werden. So werden dicke Estriche (von mehr als 10 cm) häufig nur ausgeführt, um die Höhe des Fertigfußbodens zu erreichen. Der Estrich erfüllt dann gewissermaßen die Funktion der Ausgleichsschicht. In solchen Fällen wäre es besser, eine wirkliche Ausgleichsschicht aus Magerbeton oder einem dämmenden Mörtel vorzusehen. Die Verwendung einer dämmenden Ausgleichsschicht bietet den Vorteil, dass sowohl die Dicke der Dämmschicht als auch die des darauf ausgeführten Estrichs begrenzt werden kann.

Eine andere Lösung wäre die Wahl **eines leistungsfähigeren Estrichmaterials**, z.B. in Form von Fließestrichen auf Calciumsulfatbasis (siehe Les Dossiers du CSTC 2017/4.10). Denn ihre hohe Druck- und Biegefestigkeit ermöglicht das Arbeiten mit kleineren Dicken als bei traditionellen, manuell aufgetragenen Estrichen. Auch Fließestriche auf Zementbasis, die über eine ähnliche mechanische Festigkeit wie Fließestriche auf Calciumsulfatbasis verfügen, sind stark im Kommen. Beim Bestimmen der Dicke von Fließestrichen müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, wie z.B.:
- die Verdichtbarkeit des darunterliegenden Dämmstoffs
- die Druck- und Biegefestigkeit des Estrichmörtels
- der Aufbau (haftend, nicht haftend oder schwimmend)
- die vorgesehene Anwendung des Estrichs (für Wohn- oder sonstige Zwecke)
- das etwaige Vorhandensein einer Fußbodenheizung.

Es ist ebenso die Ausführung eines **Trockenestrichs** möglich. Dabei wird ein Plattenmaterial aus Gipsfasern, Zement oder Holz auf einer Ausgleichschicht oder auf einem ebenen Untergrund angebracht. Etwaige Leitungen können dann unter diesem Plattenmaterial verborgen werden.

Eine letzte Möglichkeit besteht in der Wahl **eines innovativen Fußbodenheizungssystems** (siehe Les Dossiers du CSTC 2016/2.10). Diese Systeme müssen mit verbesserten Estrichmörteln ausgeführt werden und sind dünner als die klassischen Fußbodenaufbauten mit einem traditionellen Estrich. Es existieren darüber hinaus Fußbodenheizungen, bei denen überhaupt kein Estrich mehr benötigt wird. ⬟

Warmwasserspeicher: mit oder ohne Sanitärausdehnungsgefäß?

Wenn man sich für eine Sanitärwarmwasser-Erzeugung mit Speicherung entscheidet, wird in die Anlage häufig ein Ausdehnungsgefäß eingebaut. Obwohl diese Praxis in Belgien häufig angewandt wird, ist dies nicht verpflichtend. Was ist der Nutzen dieses Gefäßes und welche Auswirkung kann es auf die hygienische Wasserqualität haben?

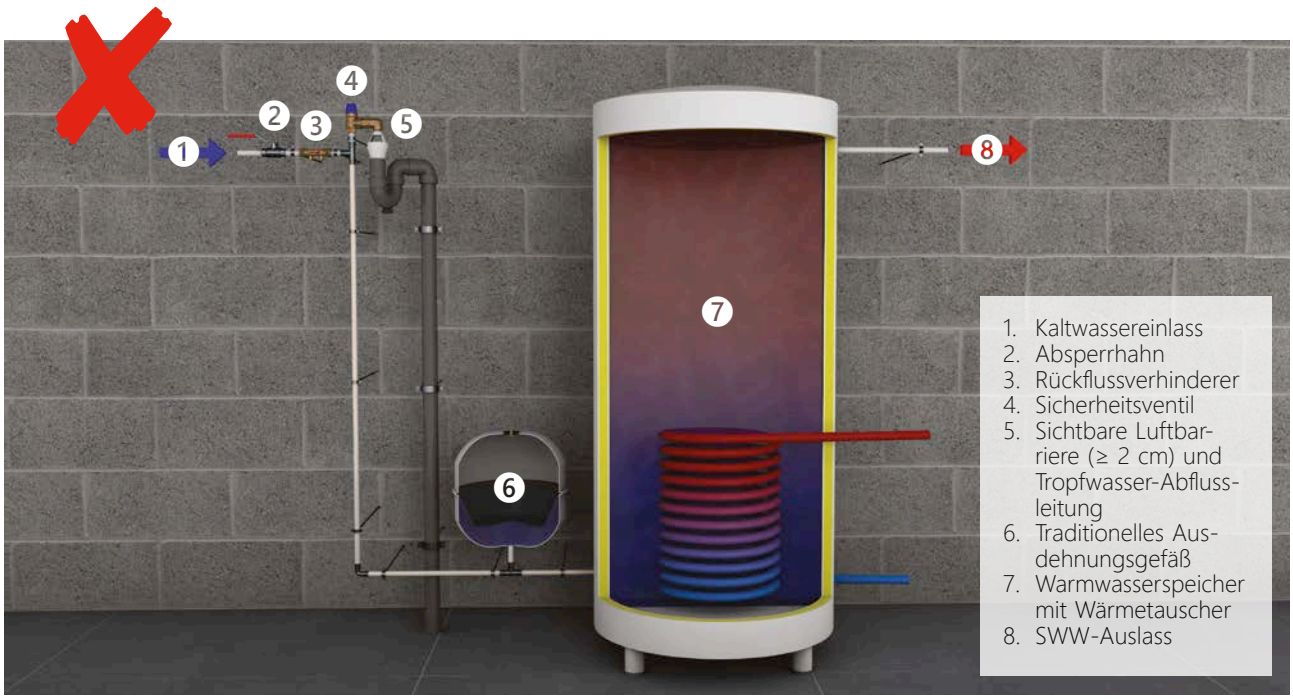
V. Jadinon, Ing., Senior-Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Wasser, das erwärmt wird, dehnt sich aus

Bei Vorhandensein eines Warmwasserspeichers für sanitäres Warmwasser (SWW) muss man die Ausdehnung, die das Wasser bei seiner Erwärmung erfährt, berücksichtigen. So nimmt ein Volumen von 100 Liter Wasser, wenn es von 10 auf 60 °C erwärmt wird, um 1,7 Liter zu. Wenn diese Ausdehnung verhindert wird, wird der Wasserdruck in der Anlage zunehmen, wodurch diese beschädigt werden kann. Folglich muss man die erforderlichen Vorkehrungen treffen, um die Ausdehnung des Wassers aufzufangen.

Einrichtungen zur Aufrechterhaltung eines akzeptablen Drucks in der Anlage

Das **Sicherheitsventil** (siehe Abbildungen 1 bis 4, Nr. 4) ist dafür konzipiert, automatisch kleine Wassermengen abzuleiten, um zu vermeiden, dass der vorher festgelegte Überdruck überschritten wird. Die Ventile für Sanitärinstallationen werden im Werk in der Regel auf einen Wert von 6 oder 7 bar eingestellt. Dieses Ventil muss in die Kaltwasserzuleitung des Warmwasserspeichers eingebaut werden, und zwar in Fließrichtung hinter dem Rückflussverhinderer



1 | Anlage mit einem traditionellen Ausdehnungsgefäß, das in die Kaltwasserzuleitung eingebaut ist (nicht empfohlene Variante).

Kontrolle der Anlage

Grundsätzlich dient eine halbjährliche Inspektion der Anlage dazu, **das Risiko in Bezug auf anormale Wasserverluste in Höhe des Sicherheitsventils zu reduzieren** (siehe Norm NBN EN 806-5). Wir möchten außerdem darauf hinweisen, dass etwaige Wasserverluste in Höhe dieses Ventils sichtbar sein müssen (siehe Norm NBN EN 806-2 und Abbildungen 1 bis 4).

Falls die Anlage mit einem Ausdehnungsgefäß ausgestattet ist, besteht die Kontrolle unter anderem darin, jährlich den **Vordruck** des Gefäßes zu messen. Dies ist erforderlich, weil der Druck im Gefäß sich aufgrund der progressiven Diffusion des Gases durch die Membran hindurch nach einer gewissen Zeit verringern kann. Die Kontrolle des Ausdehnungsgefäßes beschränkt sich somit nicht auf dessen Sondierung mithilfe eines Metallgegenstandes.

(Nr. 3). Wir möchten darauf hinweisen, dass die Sicherheitsgruppen sowohl diese zwei Bestandteile als auch den Absperrhahn (Nr. 2) umfassen.

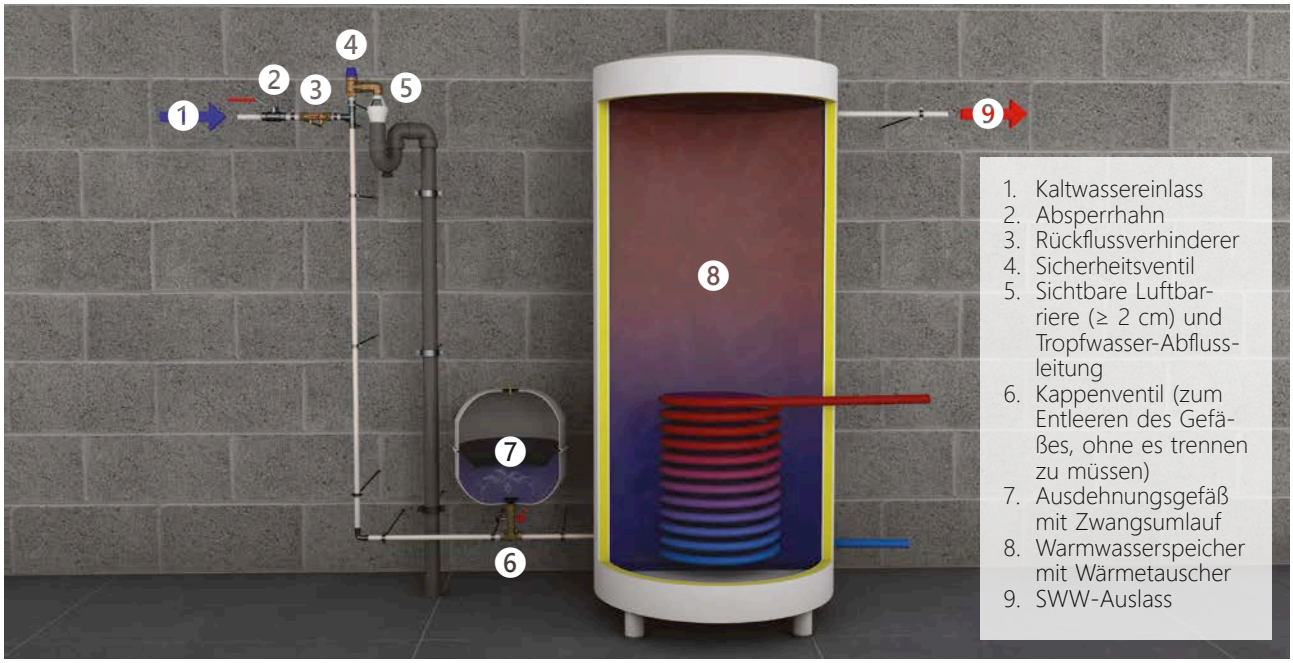
Bei Nichtvorhandensein sonstiger Einrichtungen zur Begrenzung der Druckerhöhungen im Warmwasserspeicher kann die Ausdehnung des Wassers kleine Wasserverluste in Höhe des Sicherheitsventils zur Folge haben. Nach einer gewissen Zeit kann es sogar geschehen, dass sich dieses Ventil wegen der Kalkablagerungen nicht mehr vollständig schließt. Diese Situation kann dazu führen, dass in Höhe des Ventils ständig Wasser verloren geht.

Um solche gelegentlichen und ja sogar ständigen Wasserverluste in Höhe des Sicherheitsventils zu vermeiden, kann man ein **Ausdehnungsgefäß** zum Auffangen der Wasserausdehnung vorsehen. Wenn dieses Gefäß richtig dimensioniert und gewartet wird (siehe obiger Kasten), öffnet sich das Sicherheitsventil grundsätzlich nur bei Problemen (anormale Überhitzung, defektes Ausdehnungsgefäß ...).

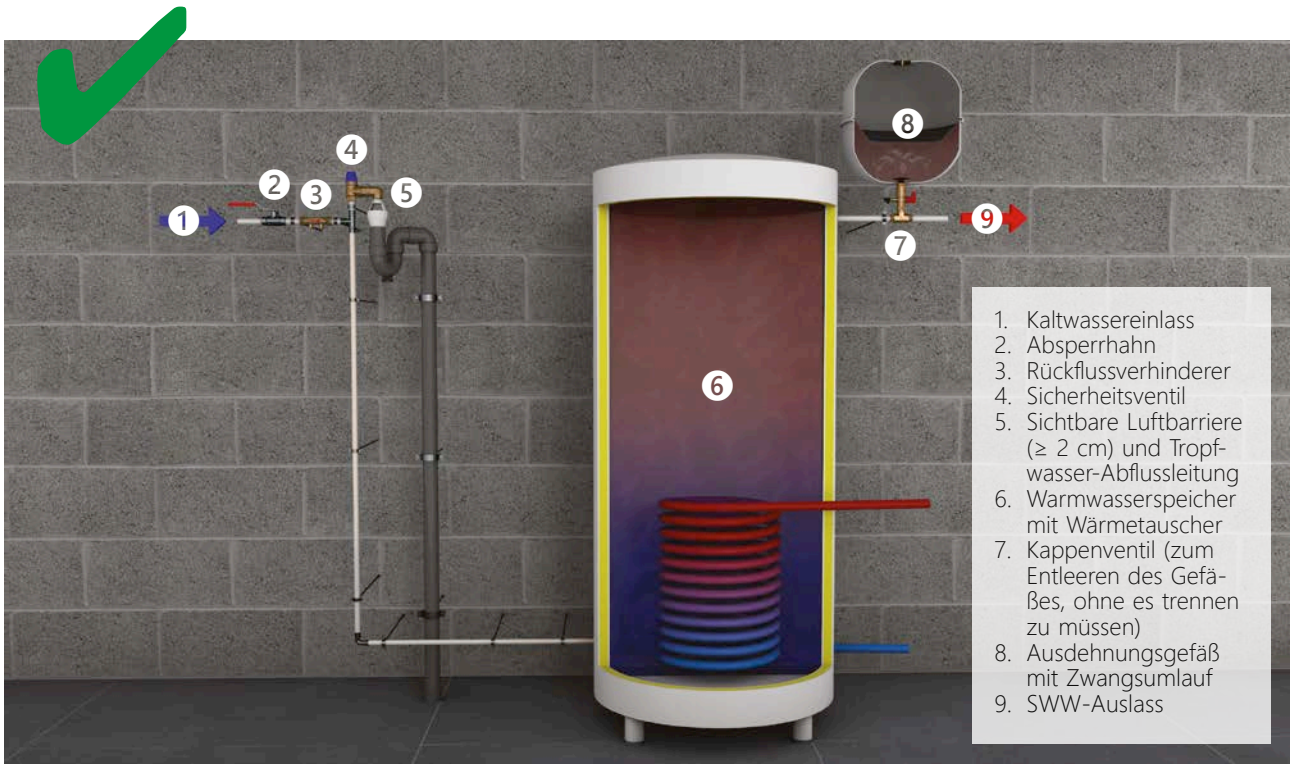
Mögliche Auswirkung des Ausdehnungsgefäßes auf die hygienische Wasserqualität

Wenn Sanitärwasser in einem abgeschlossenen Gefäß bei einer Temperatur zwischen 25 und 50 °C stagniert, kann sich dessen Qualität verschlechtern. Denn solche Bedingungen begünstigen die **Entwicklung der Legionellenbakterien** (siehe Les Dossiers du CSTC 2017/2.12).

Ein ‚traditionelles', in die Kaltwasserzuleitung des Warmwasserspeichers eingebautes Ausdehnungsgefäß (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite) kann von warmem



2 | Anlage mit einem Ausdehnungsgefäß mit Zwangsumlauf, das in die Kaltwasserzuleitung eingebaut ist.



3 | Anlage mit einem Ausdehnungsgefäß mit Zwangsumlauf, das in die Warmwasserableitung eingebaut ist (zu wählende Variante).

Wasser versorgt werden, das vom unteren Teil des Warmwasserspeichers stammt und/oder aufgrund der Umgebung (Heizungsraum, in dem die Temperatur mehr als 30 °C betragen kann) kritische Temperaturen erreichen. Da das Wasser bei diesem Ausführungstyp quasi nie erneuert wird, sind alle Voraussetzungen erfüllt, die zu einer schnellen Entwicklung des Bakteriums *Legionella pneumophila* führen können (siehe Infomerkblatt 38.16).

Wenn man sich für den Einbau eines Ausdehnungsgefäßes entscheidet, erhält die Nutzung **eines Gefäßes mit Zwangsumlauf** den Vorzug. Bei dieser Variante kommt es, jedes Mal wenn das Wasser durch die am Gefäß angeschlossene Leitung strömt, zu einem gewissen Wasserumlauf. Dies reduziert das Risiko einer lang anhaltenden Wasserstagnation.

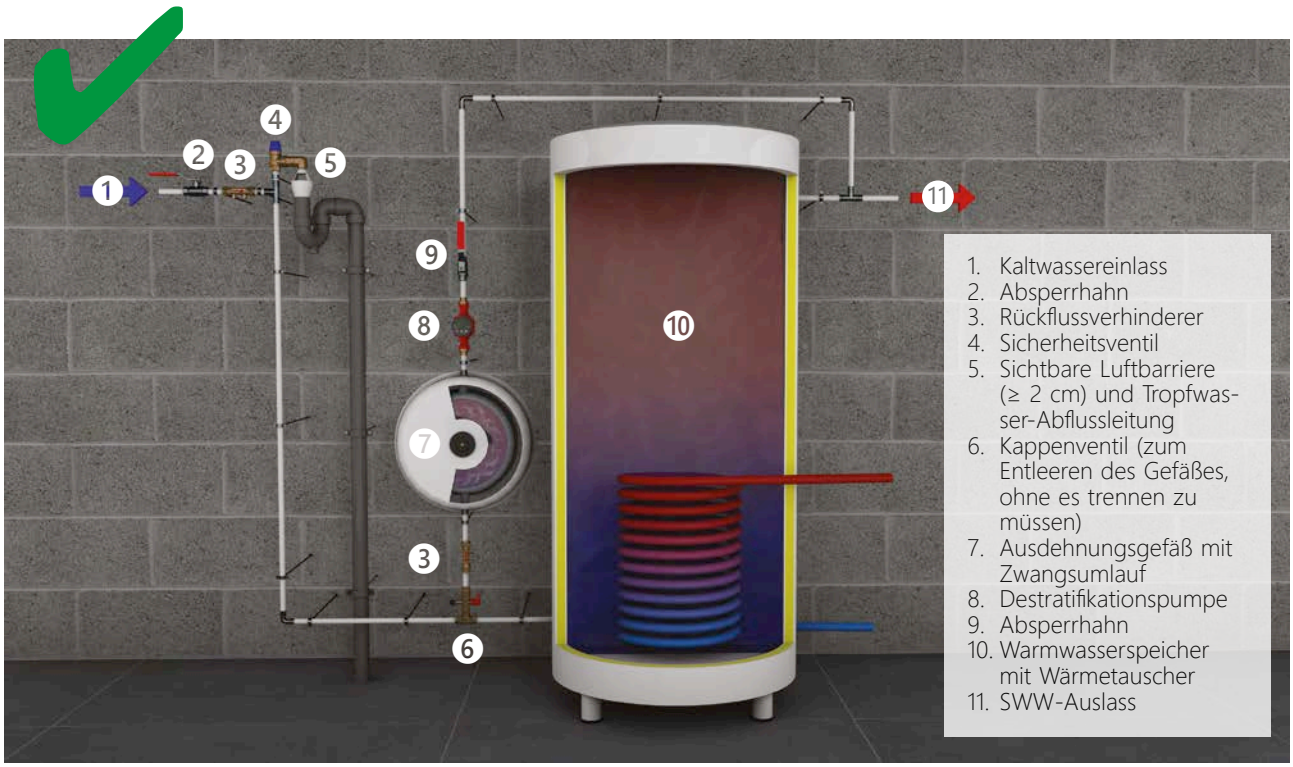
In Flandern gilt für bestimmte Typen öffentlicher Gebäude eine spezifische Verordnung für die Sanitärinstallationen (siehe nachstehenden Kasten).

Legionellen-Prävention

In **Flandern** ist der Legionellen-Erlass vom 9. Februar 2007 in Kraft (Belgisches Staatsblatt 4. Mai 2007). Die ‚BBT' (*Best Beschikbare Technieken*), d.h. die ‚besten verfügbaren Techniken', auf die diese Verordnung verweist, zielen ab auf die Festlegung spezifischer Regeln für den Entwurf und die Nutzung von neuen Sanitärinstallationen in Gebäuden mit einem ‚hohen Risiko' (Altersheime, Krankenhäuser …) und einem ‚moderaten Risiko' (öffentliche Gebäude mit einer gemeinschaftlichen Anlage für sanitäres Warmwasser, wie z.B. Sportanlagen mit Duschen). Den BBT zufolge gestattet die Nutzung eines Sanitärausdehnungsgefäßes es, die mit der Ausdehnung des Wassers verbundenen Wasserverluste zu reduzieren. Diese Gefäße sind dazu in die Warmwasserableitung einzubauen und müssen vom gesamten Verbrauchsvolumenstrom durchströmt werden. Das Dokument ‚FAQ', das den BBT beiliegt, präzisiert außerdem, dass das Ausdehnungsgefäß auch in die eventuelle Destratifikationszirkulationsleitung eingebaut werden kann, um in regelmäßigen Intervallen (*) das gesamte Volumen des Warmwasserspeichers auf eine Mindesttemperatur von 60 °C zu bringen, und zwar unter Verwendung einer zur Entschichtung dienenden Umwälzpumpe (Destratifikationspumpe).

Bis jetzt gibt es weder in der **Wallonie**, noch in der **Region Brüssel-Hauptstadt** eine Verordnung zur Risikobegrenzung bezüglich der Entwicklung von Legionellen in Sanitärinstallationen öffentlicher Gebäude. Beide Regionen unterliegen jedoch einer spezifischen Verordnung für öffentliche Schwimmbäder.

(*) Den BBT zufolge muss das gesamte Volumen des Warmwasserspeichers mindestens eine Stunde lang auf 60 °C gebracht werden, und zwar ein Mal pro Tag für ein Gebäude mit einem ‚hohen Risiko' und ein Mal pro Woche für ein Gebäude mit einem ‚moderaten Risiko'.



4 | Anlage mit einem Ausdehnungsgefäß mit Zwangsumlauf, das in die eventuelle Destratifikationszirkulationsleitung eingebaut ist (zu wählende Variante).

In Fließrichtung vor oder nach dem Warmwasserspeicher?

Bei den meisten Anlagen, die mit einem Ausdehnungsgefäß mit Zwangsumlauf versehen sind, ist dieses Gefäß zwischen dem Rückflussverhinderer und dem Warmwasserspeicher eingebaut (in die Kaltwasserzuleitung; siehe Abbildung 2).

Um die mögliche Auswirkung eines Ausdehnungsgefäßes auf die hygienische Qualität des Sanitärwassers weiter zu reduzieren, wird gegenwärtig die Variante vorgezogen, dieses Gefäß in Fließrichtung hinter dem Warmwasserspeicher einzubauen (in die Warmwasserableitung; siehe Abbildung 3 auf der vorherigen Seite) oder in die eventuelle Destratifikationszirkulationsleitung (siehe obige Abbildung und nachstehenden Kasten). Dies hat zur Folge, dass die Membran des Gefäßes eine Beständigkeit gegen hohe Temperaturen aufweisen muss.

Denn nach fast allen Empfehlungen zur Begrenzung des Vorhandenseins von Legionellen müsste die Temperatur, die bei der Erzeugung und Verteilung von Warmwasser zur Anwendung kommt, mindestens 60 °C betragen (siehe Infomerkblatt Nr. 38.7). Bei der in Form einer Ringleitung ausgeführten Verteilung, die meistens bei größeren Installationen mit zentraler Warmwassererzeugung vorliegt, muss man darüber hinaus dafür sorgen, dass die Temperatur nirgends geringer als 55 °C ist (siehe Infomerkblatt 38.10). Wir möchten in diesem Zusammenhang noch anmerken, dass die Ausdehnungsgefäße, die der Produktnorm NBN EN 13831 entsprechen, für eine Temperaturbeständigkeit bis 70 °C ausgelegt sind. ⬟

Rechentool

Das WTB hat ein Tool entwickelt, mit dem sich das erforderliche Volumen des Ausdehnungsgefäßes berechnen, das geeignete Modell auswählen und der Vordruck bestimmen lässt, der für eine ordnungsgemäße Arbeitsweise des Gefäßes notwendig ist.

Stratifikation?

Stratifikation oder Schichtung ist ein Phänomen, bei dem **Wasserschichten mit verschiedenen Temperaturen** entstehen. Das leichtere Warmwasser bildet dabei Schichten oberhalb des schweren Kaltwassers. Bei einem Schichtladespeicher wird dieses natürliche Phänomen besonders ausgenutzt (in dem der Kaltwassereinlass unten und der Warmwasserauslass oben am Warmwasserspeicher angeordnet wird), um die Menge an Warmwasser, die bei einer höheren Temperatur entnommen werden kann, zu vergrößern. Ziel der **Destratifikationspumpe** ist es, diese Schichtung in regelmäßigen Intervall zu zerstören, um das Risiko bezüglich der Entwicklung von Legionellen im unteren Teil des Warmwasserspeichers zu begrenzen.

Im Fokus

Ihre Meinung zählt!

Um unsere Publikationen und Dienste möglichst gut an die Wünsche unserer Kunden anzupassen, möchten wir Sie bitten, den Fragebogen auf www.cstc.be auszufüllen. Dies nimmt nur einige Minuten in Anspruch.

Die von Ihnen beschafften Informationen bleiben natürlich vertraulich.

Neue Norm für die Prüfung von Lüftungssystemen in Wohnungen

WTB

Die Norm NBN EN 14134 spezifiziert die durchzuführenden Funktionsprüfvorgänge und Messverfahren zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit von in Wohnungen installierten Lüftungssystemen. Die Norm wurde im Jahr 2019 überarbeitet, um den Inhalt detaillierter darzulegen und besser an die derzeitigen Inspektionsverfahren anzupassen. Diese Norm kann für die Inbetriebnahme von neuen Systemen und für die Ausführung der Leistungsprüfungen an bestehenden Systemen angewendet werden. Falls die einfachen Prüfverfahren nicht ausreichen sollten, lässt die Norm auch die Wahl von komplexeren Messungen zu.

Eine Beispiel-Prüfliste befindet sich im Anhang der Norm.

Die Norm NBN EN 14134 ist für unsere Mitglieder im Internet unter www.cstc.be kostenlos verfügbar und kann auch beim NBN käuflich erworben werden.

WTB-Winterkurse

NedZink

Heizungsräume und Kamine

Dieser Kurs findet an zwei Abenden statt, und zwar in:
Gembloux (IFAPME): Dienstag, den 4. und 11. Februar 2020
Verviers (IFAPME): Mittwoch, den 4. und 11. März 2020
Brüssel (ECAM): Dienstag, den 10. und 17. März 2020
Charleroi (IFAPME): Donnerstag, den 19. und 26. März 2020

Shutterstock

Betonkonstruktionen und Geotechnik

Dieser Kurs findet an zwei Abenden statt, und zwar in:
Mons (IFAPME): Dienstag, den 21. und 28. Januar 2020
Grâce-Hollogne (ConstruForm): Montag, den 10. und 17. Februar 2020
Perwez (IFAPME): Mittwoch, den 12. und 19. Februar 2020
Brüssel (ECAM): Montag, den 23. und 30. März 2020

Melden Sie sich auf der Website www.cstc.be (Rubrik ‚Agenda') an.

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11), per Fax (02/653.07.29) oder per E-Mail (info@bbri.be) an T. Vangheel.
- Nützlicher Link: www.cstc.be (Rubrik ‚Agenda').

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

Verantwortlicher Herausgeber: Olivier Vandooren, WTB, Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel

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

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

www.wtb.be

wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als 55 Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit den Beiträgen der 95.000 angeschlossenen belgischen Bauunternehmen finanziert. Dank dieser heterogenen Mitgliedergruppe sind fast alle Gewerke vertreten und kann das WTB zur Qualitäts- und Produktverbesserung beitragen.

Forschung und Innovation

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

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

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

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

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

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

Eine gute Informationsverbreitung ist jedoch nicht nur auf elektronischem Wege möglich. Ein persönlicher Kontakt ist häufig noch stets die beste Vorgehensweise. Jährlich organisiert das Bauzentrum ungefähr 750 Informationssitzungen und Thementage für Baufachleute. Auch die Anfragen an unseren Beratungsdienst Technische Gutachten finden regen Zuspruch, was anhand von mehr als 18.000 geleisteten Stellungnahmen jährlich deutlich wird.

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

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

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

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

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

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