



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

2013/3

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

**Ultrahochfester
Beton**
S. 5

**Verglasungs-
fugen**
S. 9

**Doppelfluss-
lüftung**
S. 17

**Resourcen-
planung**
S. 22

Hinterlegungsprotokoll: Brüssel X • Zulassungsnummer: P 501329
10. Jahrgang | Vierteljährliche Veröffentlichung



Inhalt 2013/3

	Patente als Innovationsanreiz.....	3
	Untiefe Geothermie	4
	Ultrahochfester Beton: nach der Untersuchung auch Anwendungen in Belgien?.....	5
	Bewertungsverfahren für Injektionsprodukte gegen aufsteigende Feuchtigkeit.....	6
	Feuchtigkeitsprobleme in geneigten Dächern vermeiden.....	7
	Umweltauswirkung von Flachdächern.....	8
	Wie kann man leistungsfähige Verglasungsfugen erhalten?.....	9
	Begrenzung der Brandausbreitung über eine Vorhangfassade.....	10
	Luftdichtheit und die Folgen für den Fliesenleger.....	12
	Absplitterung und Verwitterung der Oberfläche von Kalkstein.....	14
	Farbtonunterschiede in Verblendmauerwerkfugen.....	15
	Kleber für textile Bodenbeläge.....	16
	Doppelflusslüftung: Zuverlässigkeit des Wirkungsgrads und sonstiger PEB-Daten.....	17
	Zentrale Warmwassererzeugung in Appartementshäusern: Spitzendurchflüsse und Dimensionierung.....	18
	Ihre Rechnungen sind Gold wert ... auch für Ihre Kunden!.....	19
	Akustische Aspekte von mechanischer Lüftung in Einfamilienhäusern	20
	Die Ressourcenplanung.....	22



Patente als Innovationsanreiz

Die Stimulation von Innovation und Kreativität ist von entscheidender Bedeutung, um in unserer wissensbasierten Wirtschaft konkurrieren zu können. So wie Jan Venstermans, Generaldirektor des WTB, während des letzten Bauforums deutlich hervorgehoben hat, will das Zentrum zukünftig eine wichtige Rolle auf dem Gebiet der Innovation im Bauwesen spielen. So ist es nicht nur beabsichtigt, innovationsfördernde Prozesse zu vereinfachen, sondern auch – und vor allem – die Rolle des Katalysators zu erfüllen. Denn das WTB bildet eine Sammelstelle für die Fachkenntnis und die Hebel, die für die Entwicklung und die praktische Implementierung von allerlei innovativen Verfahren und Materialien erforderlich sind.

Unsere Zielgruppe ist, so wie der Bausektor selbst, äußerst vielfältig. Dies gilt gleichermaßen für die Innovationskanäle. Denn es geht hier nicht bloß um Forschung und Entwicklung, sondern auch um die Implementierung von innovativen Technologien, um neue Bestimmungen und Normen, um die immer strengeren Kundenforderungen, die den Sektor zur Weiterentwicklung verpflichten und um die Erfahrung, die auf der Baustelle erworben wird.

Die Rechte des geistigen Eigentums, wie Patente, spielen eine wichtige Rolle bei der Stimulation von Innovation, da sie den Wert von Erfindungen und die daraus hervorgehenden Investitionen schützen. Außerdem führen Erfindungen, dank der Veröffentlichung der

Information dieser Patente, zu neuen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Demzufolge liegt es ganz im Interesse der Unternehmen, die Rechte des geistigen Eigentums während der Entwicklung und Markteinführung ihrer Produkte, Dienstleistungen und Prozesse optimal zu nutzen. Der FÖD ‚Wirtschaft‘ hat dafür eine Reihe von Zellen für Patente auf die Beine gestellt, die die Unternehmen aus dem Sektor bezüglich dieses Themas sensibilisieren und ihre Fragen beantworten. Für das Bauwesen übernimmt das WTB diese Aufgabe.

Die von der Zelle Patente angebotene Dienstleistung ist kostenlos und wird von den Unternehmen, die sie in Anspruch genommen haben, ausnahmslos geschätzt. Warum sollten Sie dann diese Möglichkeit nicht nutzen?

Haben Sie diesbezüglich Fragen? Dann zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren!

Zelle Patente WTB
Lozenberg 7
1932 Sint-Stevens-Woluwe (Zaventem)
Tel.: 02/716 42 11
Fax: 02/725 32 12
E-Mail: brevet@bbri.be



Untiefe Geothermie

Wärmepumpensysteme

Es ist zwischen offenen und geschlossenen Wärmepumpensystemen zu unterscheiden. Bei den offenen Systemen wird das Grundwasser aus einer Grundwasserschicht hochgepumpt, über die Wärmepumpe geleitet und erneut in dieselbe Schicht injiziert. Solche Systeme können nur an Orten Anwendung finden, wo Wasser mit einem ausreichenden Volumenstrom dem Untergrund entzogen werden kann (siehe Abbildung 1).

Die geschlossenen Systeme bestehen ihrerseits aus einer Anzahl Wärmetauscher, die mit einer Schleife aus PE-Rohren versehen sind. Diese Schleife wird von einem Wasser-Glykol-Gemisch durchströmt, das die Wärme aus dem Boden speichert und anschließend an die Wärmepumpe abgibt. Man muss in diesem Zusammenhang zwischen horizontalen und vertikalen geschlossenen Systemen unterscheiden:

- Die horizontalen Systeme bestehen aus flachen Schleifen, die sich 1,20 m unter der Geländeoberfläche befinden. Wegen ihrer begrenzten Leistung sind diese Systeme eher für den Wohnungsbau geeignet (siehe Abbildung 2)
- Bei den vertikalen Systemen werden bis zu einer mittleren Tiefe von 100 m Löcher in den Boden gebohrt. Nachdem man die Schleifen in die Bohrungen abgesenkt hat, werden diese erneut gefüllt. Vertikale Systeme bieten den Vorteil, dass sie, unabhängig vom Untergrund, überall angewandt werden können (siehe Abbildung 3).

Die Boden- und Grundwasserqualität muss von den Umweltbehörden überwacht werden. Denn schlecht ausgeführte Bohrungen und falsch installierte Anlagen können zur Verunreinigung des kostbaren Grundwassers führen. Das eventuelle Vorhandensein von Wasserentnahmegebieten und die Lage einer Lehmschicht, die die Grundwasser-

Die Temperatur im Erdkern beträgt etwa 5.000 °C. Direkt unter der Erdoberfläche wechselt die Temperatur wegen der Beeinflussung durch das Klima stark. In Belgien herrscht bis 18 m Tiefe eine Gleichgewichtstemperatur von 10 bis 12 °C. Tiefer in der Erde nimmt die Temperatur mit 2 bis 3 °C je 100 m zu. Trotz dieser niedrigen Temperaturen befindet sich auf dieser ‚Untiefe‘ dennoch eine Masse an Wärmeenergie, die sich ständig erneuert. Diese kann mithilfe einer Wärmepumpe zur Verfügung gestellt werden, um das Gebäude auf die gewünschte Temperatur zu heizen.

schichten abschirmt, spielen eine wichtige Rolle beim Erhalt von Genehmigungen. Für die offenen Systeme sind diese Genehmigungsbedingungen außerdem von der gepumpten Wassermenge abhängig.

Für die Heizung eines Gebäudes erhöht die Wärmepumpe, je nach Wärmeabgabesystem, die Wassertemperatur auf 30 bis 55 °C. Für die Kühlung eines Gebäudes kann man sich, sowohl bei offenen als auch geschlossenen Systemen, für einen Wärmetauscher entscheiden, wobei die Kälte aus dem Boden in Kombination mit einem Kühlsystem zur Anwendung kommt. Man nennt dies passive Kühlung, da ein Minimum an elektrischer Energie verbraucht wird. Falls man das Gebäude intensiver kühlen möchte, kehrt man die Arbeitsweise der Wärmepumpe um und nutzt die aktive Kühlung.

Der Wirkungsgrad der Anlage hängt vom Temperaturunterschied ab, den die Wärmepumpe überbrücken muss. Je kleiner der Unterschied zwischen der Quelle und dem Abgabesystem ist, desto höher ist der Wirkungsgrad und desto weniger andere Energiequellen müssen in Anspruch genommen werden.

Dieser Temperaturunterschied lässt sich dadurch beschränken, dass man das Gebäude im Sommer mithilfe der Kälte abkühlen lässt, die im Winter im Boden erzeugt wird. Niedrigtemperaturabgabesysteme wie z.B. Fußboden-, Decken- und Wandheizungssysteme liefern hierbei einen bedeutend höheren Wirkungsgrad als Hochtemperatursysteme wie z.B. Radiatoren und Konvektoren. Die Betonkernaktivierung nimmt einen besonderen Platz ein. Durch die thermische Pufferung des Betonbodens und das Vorhandensein von wasserführenden Leitungen im Kern des Bodens kann man nämlich auf sehr niedrige Temperaturen (24-30 °C) heizen und auf sehr hohe Temperaturen (14-20 °C) kühlen.

Smart Geotherm

Obwohl die untiefe Geothermie eine nachhaltige Quelle thermischer Energie bildet und eine Antwort für fast energieneutrale Gebäude bieten kann, wird dieses Prinzip in Belgien nur selten angewandt. Aus einer Studie geht hervor, dass unser Land einen Mangel an Informationen über die Technologie, die Anwendungsmöglichkeiten und die Gesetzgebung verzeichnet. Das Projekt Smart Geotherm versucht, diese Lücke zu schließen, indem es das Wissen in Form von technischen Artikeln, Anleitungen für die gute Ausführung, Seminaren usw. verbreitet.

Ein anderer Teil des Projekts ist der Suche nach der optimalen Kombination einer thermischen Energiequelle (z.B. Boden- oder Sonnenenergie) mit einem temporären Speichersystem (z.B. im Boden, in Pufferbehältern oder in der Gebäudestruktur) gewidmet. Der Wärmekomfort im Gebäude ist dabei natürlich ein entscheidender Faktor. Auch der finanzielle Aspekt nimmt bei der Optimierung einer geothermischen Anlage eine wichtige Rolle ein.

Wenn das Gebäude aus Stabilitätsgründen mit Pfahlgründungen versehen wird, kann es interessant sein, diese mit Wärmetauschern auszustatten. Man spricht dann von Energiepfählen. Im Rahmen des Projekts Smart Geotherm soll die Auswirkung der Temperaturschwankungen auf das Verhalten dieses Gründungstyps untersucht werden. |



L. François, Ir., Projektleiter, Laboratorium Geotechnik und Monitoring, WTB

1 | Offenes System.



2 | Geschlossenes horizontales System.



3 | Geschlossenes vertikales System.





Ultrahochfester Beton: nach der Untersuchung auch Anwendungen in Belgien?

Das WTB und die VUB untersuchten die Eigenschaften und Möglichkeiten von ultrahochfestem Beton (UHFB) und gelangten zur Schlussfolgerung, dass er ein ideales Material zur Fertigung von Spannbeton, zur Realisierung von dünnen oder schlanken Elementen und für Anwendungen ist, bei denen die Dauerhaftigkeit und die Lebensdauer wichtige Anforderungen sind. Dieser Artikel stellt in Kurzform einige interessante Ergebnisse dieser Untersuchung vor.

Ultrahochfester Beton weist eine Druckfestigkeit von mehr als 150 N/mm² auf, also einen drei- bis fünffachen Wert eines gewöhnlichen Betons. Dieser Betontyp verfügt außerdem über eine sehr dichte Mikrostruktur und eine niedrige Porosität, wodurch er extreme mechanische Leistungen mit einer außergewöhnlichen Dauerhaftigkeit kombinieren kann.

Vorteile

Die ultrahohe Druckfestigkeit schafft in erster Linie neue Möglichkeiten für den Spannbeton: Die Überspannungskapazität kann weiter erhöht werden, wodurch man die Nutzhöhe der Träger reduzieren kann (und so bei hohen Gebäuden Platz für ein zusätzliches Stockwerk gewinnen kann). Durch die Kombination mit hohen Faserdosierungen werden auch schlankere und feinere Ausführungen von Platten und speziellen Formen möglich. UHFB lässt sich auch für die Realisierung von sehr schlanken Brücken einsetzen. Dank seiner hohen Dauerhaftigkeit (siehe Tabelle) eignet sich diese Betonsorte schließlich optimal für Arbeiten des Ingenieurbaus, bei denen die Lebensdauer und die Instandhaltung wichtige Parameter sind.

Kennwerte und gegenwärtige Untersuchung

In der nebenstehenden Tabelle werden einige Ergebnisse der vom WTB entwickelten und untersuchten UHFB-Typen mit den mittleren Eigenschaften eines Betons der Druckfestigkeitsklasse C 30/37 verglichen. Hieraus ergibt sich unter anderem, dass die Konstruktionen aus UHFB eine viel längere Lebensdauer als Konstruktionen aus normalem Beton hätten. Die Auslegung der Prüfergebnisse für Karbonatisierung zeigt uns beispielsweise, dass die erwartete Lebensdauer (bei einer Betondeckung von 40 mm), die bei einem C 30/37 Beton 50 Jahre be-

trägt, bei Verwendung eines UHFB einen Wert von mehr als 200 Jahren erreicht.

Um die Realisierbarkeit von UHFB im industriellen Maßstab bewerten zu können, wurden auch einige Fallstudien ausgearbeitet. Dazu wurde eine Reihe vorgespannter Träger mit einer Länge von 8 Metern und einem Einrammrohr mit einem Durchmesser von 1,6 m entworfen. Diese wurden in verschiedenen Betrieben mit einer Standardausrüstung hergestellt und dann in wahrer Größe im WTB geprüft. Anhand dieser Prüfungen konnte der kombinierte Effekt der verschiedenen Eigenschaften analysiert werden und ein Vergleich mit Berechnungen nach dem Eurocode 2 (gegenwärtig bis C 90/105) erfolgen. Eine einfache Extrapolation dieser Rechenergebnisse ergab eine Unterschätzung (d.h. eine sichere Näherung) der Biegefestigkeit der Träger. Indem die Materialgesetze des Eurocodes (für E-Modul, Schwund, Kriechen usw.) anhand unserer eigenen Untersuchungsergebnisse an UHFB-Prüfstücken geringfügig angepasst wurden, konnten die Leistungen der Träger besser eingeschätzt werden.

Anwendungen: auch in Belgien?

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind uns vor allem Realisierungen im Ausland bekannt. Frankreich ist einer der Führer auf diesem Gebiet, vor allem was die Anwendung von patentierten UHFB-Typen (z.B. Ductal®) betrifft. Ein außergewöhnliches Projekt, das sich in der Ausführung befindet, ist die neue Überdachung des Jean Bouin-Stadions in Paris. Auch in Deutschland sind noch einige Projekte in der Vorbereitung.

Vergleich der Prüfergebnisse der vom WTB untersuchten UHFB-Typen mit den mittleren Eigenschaften eines Betons der Druckfestigkeitsklasse C 30/37.

Kennwerte		C 30/37	UHFB
Allgemeine Kennwerte (Mittelwerte nach 28 Tagen)	Druckfestigkeit [N/mm ²]	45	150
	Druckfestigkeit nach einer thermischen Nachbehandlung bei 90 °C [N/mm ²]	–	200
	Zugfestigkeit [N/mm ²]	3	6
	Maximale Biegezugfestigkeit mit 1/2 % Fasern [N/mm ²]	7,5/–	15/25
	E-Modul [N/mm ²]	33.000	47.000
	Gesamtschwund nach 1 Jahr [mm/m]	± 0,65	± 0,65
Dauerhaftigkeitskennwerte	Wasserporosität [Vol.-%]	14	6
	Sauerstoffdurchlässigkeit [m ²]	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
	Karbonatisierungskoeffizient bei 1 % CO ₂ [mm/√Tage]	1,5	0,1
	Chloriddiffusionskoeffizient [m ² /s]	15 x 10 ⁻¹²	0,1 x 10 ⁻¹²
	Massenverluste nach 56 Frost-Tau-Wechseln [kg/m ²] mit einer NaCl-Lösung	Bis 2	0,1
	Längenänderungen nach 365 Tagen in einer Sulfatlösung [%]	Bis 1	0

Wegen der spezifischen Rohstoffe und der hohen Zementdosierungen sind die Materialkosten für einen UHFB bis zu dreimal höher als bei einem C 30/37 Beton. Diese Mehrkosten lassen sich allerdings durch die hervorragenden gelieferten Leistungen verantworten.

Obwohl die Anwendung von UHFB gegenwärtig noch durch die fehlenden Empfehlungen für den Entwurf abgebremst wird, kann die vom WTB und der VUB realisierte Untersuchung den Planern und Bauunternehmern bereits helfen, ihre Entwürfe zu untermauern. ■

N. Cauberg, Ir., Leiter des Laboratoriums Strukturen, J. Piérard, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Betontechnologie, B. Parmentier, Ir., Leiter der Abteilung Strukturen, WTB

Dieser Artikel entstand im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes 'NeoCrete', mit der finanziellen Unterstützung des SPW.

Bewertungsverfahren für Injektionsprodukte gegen aufsteigende Feuchtigkeit

Aufsteigende Bodenfeuchtigkeit ist eine häufig auftretende Ursache für Feuchtigkeitsprobleme in Altbauten. Diese Ursache muss korrekt behandelt werden und darf nicht mit Problemen wie beispielsweise Kondensation, Infiltrationen oder eine einfache Überbrückung längs des Putzes der Membran gegen aufsteigende Feuchtigkeit verwechselt werden. Eine vorausgehende Diagnose ist somit unerlässlich.

Im Laufe der Jahre wurden zahlreiche mehr oder weniger erfolgreiche Behandlungsmethoden gegen aufsteigende Feuchtigkeit entwickelt. Einige Beispiele sind das Anbringen einer flexiblen oder steifen Membran, das Vorsehen von Lüftungsrohren und die Elektrosmose. Gegenwärtig entscheidet man sich in Belgien am häufigsten dafür, feuchtigkeitsabstoßende Produkte in das Mauerwerk zu injizieren. Die Effektivität und Vielseitigkeit dieser Technik wurden durch WTB-Prüfungen, ausländische Prüfungen und die Verfolgung von zahlreichen Baustellen nachgewiesen. Sie hängt jedoch auch von der korrekten Diagnose, Ausführung und Produktwahl ab.

Das zunehmende Umweltbewusstsein und die Geruchsbelästigung, die mit den traditionellen Produkten verbunden sind, haben die Hersteller veranlasst, gängige Lösungsmittel wie White Spirit durch entaromatisierte Äquivalente oder weniger flüchtige Lösungsmittel zu ersetzen. Außerdem erschienen auch Produkte auf Wasserbasis und Gele oder Cremes mit einer hohen Konzentration an aktiven Stoffen auf dem Markt. Diese Entwicklungen beeinflussen die Leistungen der realisierten Behandlungen. Es ist dann auch wesentlich, dass man das Verhalten der verschiedenen Produkte in einem porösen und feuchten Milieu untersuchen kann. Das WTB entwickelte deshalb ein Verfahren, mit dem man die erwartete Effektivität von Injektionsprodukten gegen aufsteigende Feuchtigkeit überprüfen kann. Dieses Verfahren muss es den vor Ort tätigen Akteuren ermöglichen, die verschiedenen angebotenen Produkte untereinander zu vergleichen und mit Sachkenntnis ihre Wahl zu treffen. Es liegt ebenfalls an der Basis für das Verfahren zum Erhalt einer Technischen Zulassung (ATG).

Bewertung der erwarteten Effektivität

Die wasserabstoßende Effektivität und das Migrationsvermögen der Injektionsprodukte wurden an Prüfstücken aus Kalksandstein

geprüft. Dieses Material weist recht stabile Eigenschaften auf und ist für die Porenstruktur eines Mauer Mörtels repräsentativ. Da die kapillaren Feuchtigkeitsbewegungen im Mauerwerk in der Regel durch den Mörtel hindurch stattfinden, muss man somit hauptsächlich den Mörtel behandeln, um den kapillaren Feuchtigkeitstransport zu blockieren.

Die drei Prüfstücke werden vorher mit einer Salzlösung befeuchtet, um einen mittleren Massenfeuchtigkeitsgehalt von jeweils 5,2, 7,8 und 10,4 % zu erhalten. Der Feuchtigkeits- und Salzgehalt beeinflusst nicht nur die Reaktion, sondern auch die Migration der Produkte durch die Poren des Materials.

Nach dieser Konditionierung wird das Injektionsprodukt in einem Bohrloch in der Mitte des Prüfstücks angebracht, und zwar in einer Menge die kleiner, aber sehr wohl zu der vom Hersteller für eine Anwendung in situ empfohlenen Menge proportional ist. Dank dieser strengen Startbedingungen kann man die geprüften Produkte unterscheiden.

Man beurteilt die Effektivität der Produkte, indem man die Anfangsabsorption der unbehandelten, trockenen Prüfstücke mit diesen von behandelten vergleicht. Zu Kontrollzwecken wird auch die Produktmigration mittels einer Bildanalyse der Schnittfläche eines in zwei Teilen gesägten Prüfstücks bewertet.

Klassifizierung der Produkte

Die Produkte werden entsprechend ihrer Effektivität und Migration in Klassen eingeteilt (siehe Tabelle). Diese Arbeitsweise wird für

Klassifizierung von Injektionsprodukten gegen aufsteigende Feuchtigkeit (seit Januar 2013).

Klasse	Effektivität nach dem WTB-Verfahren	Migration	Bewertung
A+	≥ 60 %	≥ 25 %	Höchst effektiv
A	≥ 40 % und < 60 %		Sehr effektiv
B	≥ 20 % und < 40 %		Effektiv
C	< 20 %	< 25 %	Erfüllt nicht die Bedingungen

NB: Da die Prüfungen mit einer kleineren Produktmenge als auf der Baustelle ausgeführt werden, wird eine Effektivität von 60 % bei der Prüfung als höchst effektiv betrachtet.

die drei Anfangsfeuchtigkeitsgehalte wiederholt, wodurch jedes Produkt eine Dreibuchstabenscore erhält. Dieses Verfahren zielt darauf ab, die Produkte auf standardisierte Weise zu charakterisieren. Manchmal können die Baustellenbedingungen jedoch dafür sorgen, dass ein Produkt mit einer weniger guten Klassifizierung in der Praxis bessere Ergebnisse liefert und umgekehrt.

Die Prüfergebnisse geben ein objektives Bild der potenziellen Effektivität eines Injektionsprodukts. Die letztendliche Produktwahl hängt jedoch auch noch von anderen Faktoren ab. So ist davon abzuraten, Produkte auf Lösungsmittelbasis zu injizieren, wenn das Gebäude noch bewohnt ist (vor allem durch junge Kinder oder andere empfindliche Personen). Bei Vorhandensein eines sehr heterogenen Mauerwerks wählt man vorzugsweise ein Produkt in Gel- oder Cremeform, um große Produktverluste zu vermeiden.

Schlussfolgerung

Baufachleute können die verschiedenen Injektionsprodukte anhand der Prüfberichte, die bei den Herstellern oder der UBAtc verfügbar sind, untereinander vergleichen. Man kann allerdings nur eine gute Wahl treffen, wenn man über eine ausreichende Kenntnis von den Bedingungen auf der Baustelle verfügt. ■

S. Herinckx, Ir., Forscher, Y. Vanhellemont, Ir., stellvertretender Laboratoriumsleiter und M. de Bouw, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium Renovierung, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Technologischen Beratungsdienste 'Ecoconstruction et développement durable' und 'RENO-2D' verfasst, bezuschusst durch InnovIRIS und die DGO6, und mit der technischen Unterstützung der Abteilung Technische Gutachten und Beratung des WTB.



Feuchtigkeitsprobleme in geneigten Dächern vermeiden

Das Risiko in Bezug auf die innere Kondensation in geneigten Dächern ist in großem Maße von der Wahl des Unterdaches und den Luft- und Dampfdichtheitsleistungen des Dachaufbaus abhängig. Auf dieses Thema wurde bereits ausführlich im Infomerkblatt 12 aus dem Jahr 2004 eingegangen. Anlässlich einer kürzlichen Untersuchung wurde inzwischen eine neue Klassifizierungsmethode für Unterdächer und die Luftdichtheit von gedämmten geneigten Dächern eingeführt. Diese Klassifizierung hat zur Folge, dass man bei der Dämmung eines geneigten Daches künftig auch für dessen luftdichte Ausführung sorgen muss.

Historische Entwicklung

Die bisher in den WTB-Dokumenten verwendete Basis für den hygrothermischen Entwurf geneigter Dächer wurde in den 70er und 80er Jahren gelegt.

Auf Basis einer kürzlichen Untersuchung in Zusammenarbeit mit der UGent hat das WTB – nach Rücksprache mit dem Sektor via das TK Dachdeckungen – beschlossen, diese Methodik noch ein wenig zu aktualisieren.

Luftdichtheitsklassen für geneigte Dächer

In der Vergangenheit ging man häufig irrtümlicherweise davon aus, dass es zur Gewährleistung der Luftdichtheit des Daches ausreichend war, eine Luft- und Dampfsperre vorzusehen. Hierbei wurde aus dem Auge verloren, dass die angestrebte Luftdichtheit mit der korrekten Ausführung der Fugen und Anschlüsse steht oder fällt. Dies ist einer der Gründe, warum bei der erneuerten Methode ebenfalls der Durchgängigkeit der Luft- und Dampfsperre die erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Um zu garantieren, dass bei der Wahl des Unterdaches und der Luft- und Dampfsperre der reale Grad der Luftdichtheit eine ausreichende Berücksichtigung findet, wurde eine pragmatische Klassifizierung mit drei Luftdichtheitsniveaus entwickelt.

Die Klasse L₀, bei der der Luftdichtheit keine Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist – angesichts des damit verbundenen Schadenrisikos – grundsätzlich nicht mehr für beheizte Gebäude zulässig.

Die Klasse L₁ gestattet es, ein theoretisches Luftdichtheitsniveau zu erreichen, und zwar durch Einhalten von einigen einfachen Basisregeln (siehe Langfassung dieses Artikels).

Wahl des Typs der Luft- und Dampfsperre für gedämmte geneigte Dächer anhand des Typs des Unterdaches und des Raumklimas.

Typ des Unterdaches	Raumklima	Typ der Luftsperr	Typ der Dampfsperre
S ₁ 0,05 m < s _d ≤ 0,5 m	KK1	L1 (Basisregeln)	E1 (2 m < s _d ≤ 5 m)
	KK2	L1 (Basisregeln)	E1 (2 m < s _d ≤ 5 m)
	KK3	L2 (Differenzdruckprüfung)	E2 (5 m < s _d ≤ 25 m)
	KK4 (*)	L2 (Differenzdruckprüfung)	Untersuchung erforderlich
S ₂ s _d ≤ 0,05 m	KK1	L1 (Basisregeln)	E1 (2 m < s _d ≤ 5 m)
	KK2	L1 (Basisregeln)	E1 (2 m < s _d ≤ 5 m)
	KK3	L1 (Basisregeln)	E1 (2 m < s _d ≤ 5 m)
	KK4 (*)	L2 (Differenzdruckprüfung)	Untersuchung erforderlich

(*) Für die Raumklimaklasse KK4 wird geraten, die Luft- und Dampfsperre auf einem durchgängigen Untergrund (z.B. einem Plattenmaterial) zu verlegen.

Die Klasse L₂ lässt sich schließlich nach der Ausführung einer Differenzdruckprüfung erhalten. Ziel einer solchen Prüfung ist es, unvermeidliche Lecks ausfindig zu machen und diese nach Möglichkeit zu reparieren. Durch die Beherrschung des Ausführungsprozesses soll nach einer gewissen Zeit eine systematische Prüfung vermieden werden können.

Erneuerte Methodik zur Vermeidung von Feuchtigkeitsproblemen

Die Luftdichtheit des Dachaufbaus ist zweifellos ein sehr wichtiger Parameter. Dies gilt allerdings gleichermaßen für die Wahl des Unterdaches. Um die Trocknungskapazität des Daches nicht zu beeinträchtigen, wird empfohlen nur mit dampfoffenen Unterdächern, d.h. Unterdächern vom Typ S₁ (s_{d, Unterdach} ≤ 0,5 m) oder vom Typ S₂ (s_{d, Unterdach} ≤ 0,05 m) zu arbeiten. Von Unterdächern mit einem s_d-Wert von mehr als 0,5 m wird gegenwärtig ganz entschieden abgeraten.

Um Feuchtigkeitsprobleme als Folge von Wasserdampfdiffusion durch das Dach hindurch zu vermeiden, muss man darauf achten, dass der Dampfdiffusionswiderstand der entsprechenden Schichten von innen nach außen ab-

nimmt. Die Schichten, die sich an der warmen Seite der Dämmung befinden, müssen mit anderen Worten über ausreichende dampfbremende Eigenschaften verfügen (also als Dampfsperre fungieren).

Die obenstehende Tabelle gibt an, wie man den Typ der Luft- und Dampfsperre für gedämmte geneigte Dächer anhand des Typs des Unterdaches und des Raumklimas bestimmen kann.

Schlussfolgerung

Dieser kurze Artikel lüftet bereits einen Zipfel des Schleiers, was die erneuerte Methodik zur Vermeidung von Feuchtigkeitsproblemen in geneigten Dächern betrifft. In der Langfassung wird näher auf die Wahl des Unterdaches und die Luft- und Dampfdichtheitsleistungen des Dachaufbaus eingegangen. ■

F. Dobbels, Ir.-Arch., Projektleiter, Abteilung Energie und Gebäude, WTB
P. Steskens, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium Energieeigenschaften, WTB
A. Janssens, Dr. Ir.-Arch., UGent



Umweltauswirkung von Flachdächern

Organisation der Studie

Eine LCA ist eine Technik, um die Umweltauswirkung von Produkten, Gebäudeelementen oder Gebäuden während ihrer verschiedenen Lebenszyklusphasen quantifizieren zu können (siehe Infomerkblatt 64). Diese LCA-Studie wurde für 1 m² eines nicht zugänglichen Flachdaches mit einer Spannweite von 6 m und einem U-Wert von 0,2 W/m²K ausgeführt. Als Bewertungszeitraum wurde eine Lebensdauer von 60 Jahren für das gesamte Dach angenommen, wobei von einer einzigen Erneuerung der Dachabdichtung und der Innenputze ausgegangen wird.

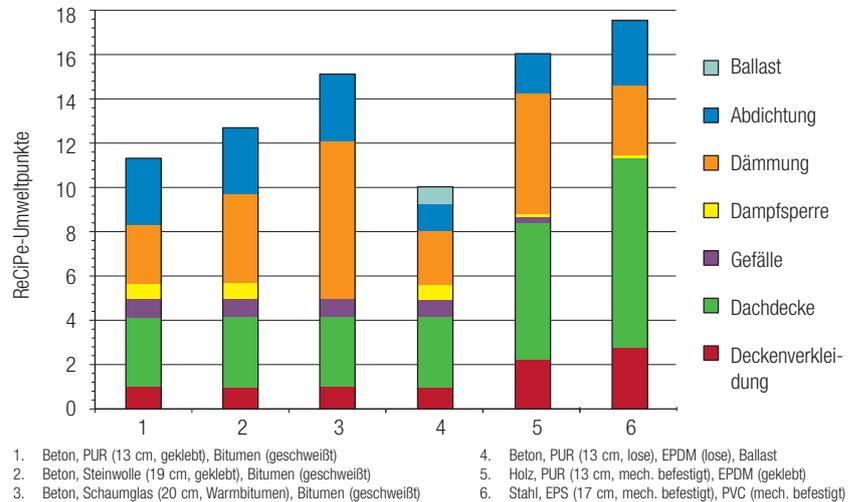
Als Referenzdach betrachteten wir ein warmes Flachdach mit einer Betondachdecke, einer Dampfsperre, einer PUR-Dämmschicht und einer Abdichtung aus einem zweischichtigen Polymerbitumen (siehe Aufbau 1 in der Grafik). Außerdem wurden eine Anzahl häufig angewendeter Alternativen mit einer verschiedenen Abdichtung (EPDM oder PVC), Dämmschicht (Steinwolle, Schaumglas oder EPS), Dachdecke (Holz oder Stahl) und/oder Deckenverkleidung (Gipsputz oder Gipskartonplatte auf Holz- oder Metallunterkonstruktion) analysiert. Der Typ der Gefälleschicht (Gefällebeton oder Holzplatten) und der Dampfsperre (bituminös oder PE-Folie) und die Befestigungsweise der Dämmung und der Dachabdichtung (geschweißt, geklebt, mechanisch befestigt oder lose mit Ballast) wurden an den gewählten Dachaufbau angepasst. In diesem Artikel wird eine Auswahl von 6 der 13 Varianten aus der Studie besprochen.

Einfluss der verschiedenen Dachelemente

Die LCA-Ergebnisse geben die Umweltauswirkung der betrachteten Alternativen in ReCiPe-Umweltpunkten (*) (siehe Grafik) wieder und zeigen, dass die Unterschiede unter-

(*) Mit der ReCiPe-Methode lässt sich die Auswirkung von 17 individuellen Umweltauswirkungsindikatoren berechnen, wobei eine Gruppierung zu einem, in Punkten ausgedrückten Einzelscorewert erfolgt. Je höher der Scorewert ist, desto größer ist die Umweltauswirkung.

Die Aufbauten, Zusammensetzungen und Konstruktionsmethoden für Flachdächer sind vielfältig. Um einen besseren Einblick in die technischen Lösungen zu erhalten, die vom Umweltgesichtspunkt her den Vorzug genießen, versucht dieser Artikel anhand von Lebenszyklusanalysen (LCA) eine Vorstellung von der Umweltauswirkung von einigen häufig in Belgien verwendeten Flachdachaufbauten zu vermitteln.



1. Beton, PUR (13 cm, geklebt), Bitumen (geschweißt)
2. Beton, Steinwolle (19 cm, geklebt), Bitumen (geschweißt)
3. Beton, Schaumglas (20 cm, Warmbitumen), Bitumen (geschweißt)
4. Beton, PUR (13 cm, lose), EPDM (lose), Ballast
5. Holz, PUR (13 cm, mech. befestigt), EPDM (geklebt)
6. Stahl, EPS (17 cm, mech. befestigt), PVC (mech. befestigt)

einander meistens nicht sehr ausgeprägt sind. Es lässt sich dennoch sagen, dass Dächer mit einer Betondachdecke (ohne Druckschicht auf den Hohlplatten; Aufbauten 1 bis 4) eine geringere Umweltauswirkung haben als Alternativen mit einer Dachdecke aus Holz (5) oder Stahl (6). Dieser Unterschied ist vor allem der höheren Auswirkung der Stahl- oder Holzelemente sowie der angepassten Deckenverkleidung (Gipskartonplatten auf einer Holz- oder Metallunterkonstruktion anstelle eines Putzes auf Spritzgipsbasis) zuzuschreiben. Das Weglassen der Innenverkleidung reduziert die Umweltauswirkung logischerweise (z.B. -15 % bei Stahldächern). Wenn die Alternativen mit Hohlplatten mit einer Druckschicht versehen werden, erhöht sich die Umweltauswirkung der Betondachdecke um ungefähr 50 %, was den Unterschied zwischen den Beton-, Holz- und Stahldächern reduziert.

Die Umweltauswirkungsunterschiede von Dächern, die mit PUR (1), Steinwolle (2) oder Schaumglas (3) gedämmt werden sind vor allem bedingt durch die verschiedenen Lambda-Werte und Dichten der betreffenden Dämmstoffe (wodurch mehr oder weniger Material pro m² erforderlich ist) und gegebenenfalls durch die Befestigungsweise der Dämmung (z.B. Schaumglas im Warmbitumen). Die globale Umweltauswirkung des Flachdaches ist bei Anwendung von geklebten Kunststoffabdichtungen (5) höher als bei geschweißten Polymerbitumenabdichtungen

(1, 2 und 3). Dies ist jedoch vor allem auf die erforderliche Erneuerung der darunterliegenden Dämmschicht zurückzuführen, die bei der Erneuerung der geklebten Dachabdichtungen (EPDM und PVC) beschädigt wurde. Bei einer Polymerbitumenabdichtung wird dagegen nur eine neue Deckschicht auf die bestehende Dachabdichtung geschweißt und die Dämmschicht bleibt erhalten. Lose, mit Ballast beschwerte Dachsysteme (4), mechanisch befestigte Dachabdichtungen (6) oder zukünftige neue Ausführungsweisen können diesbezüglich eine Lösung bieten.

Schlussfolgerung

Die Lebenszyklusanalysen von einer Anzahl gängiger Varianten für Flachdächer in Belgien zeigen, dass die Entscheidung zugunsten eines spezifischen Dachaufbaus und dessen Ausführung vom Umweltgesichtspunkt her wichtig sein kann. So kann durch die Wahl eines losen oder eines mechanisch befestigten Dachsystems vermieden werden, dass bei der Renovierung einer Kunststoffabdichtung auch die Dämmung ersetzt werden muss. Materialbewusstes Bauen, ohne Abstriche in Bezug auf technische und funktionelle Leistungen zu machen, ist hierbei der entscheidende Faktor.

A. Janssen, Dr. Sc., Projektleiter, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB

Diese Studie wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes 'Ecoconstruction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale', mit finanzieller Unterstützung von InnovIRIS, ausgeführt.

Wie kann man leistungsfähige Verglasungsfugen erhalten?

In den vergangenen Jahren erhielten die Ingenieure der Abteilung Technische Gutachten vielfach Fragen hinsichtlich der Ablösung und/oder der Beschädigung von Verglasungsfugen. Aus der Prüfung mehrerer Fälle ergab sich, dass die Ursachen vielfältig sein können. In diesem Artikel geben wir eine Übersicht von den Faktoren, die bei dieser Erscheinung eine Rolle spielen. Ferner geben wir Empfehlungen, mit denen sich leistungsfähige Verglasungsfugen erhalten lassen.

Folgende Parameter können das Verhalten einer Verglasungsfuge aus Kitt beeinflussen:

- die Kittwahl und die Fugenabmessungen
- die relativen Verformungen zwischen der Schreinerarbeit und der Verglasung
- die Sorgfalt mit der die Ausführung geschieht und die Gegebenheiten die bei der Ausführung vorliegen
- die Instandhaltung der Fuge und der Schreinerarbeit.

Die Kittwahl

Die Wahl des Kitttyps ist von entscheidender Bedeutung. Denn um nachhaltig zu sein und auch zu bleiben, müssen die physikalischen, chemischen und Dauerhaftigkeitskennwerte des Kitts an dessen Anwendung angepasst sein. Diese Kennwerte sind in der Norm NBN EN ISO 11600 und in den STS 56.1 festgelegt. Für Verglasungsfugen wird unter anderem empfohlen, sich für einen Kitt zu entscheiden, der gegen UV-Strahlung beständig ist (Prüfung nach der Norm ISO 11431 oder den STS 56.1). Denn die UV-Strahlen können auf die Grenzfläche zwischen der Verglasung und dem Kitt einwirken und so eine Ablösung des Letzteren hervorrufen. Der Unterschied zwischen den Verglasungskitt, die von der Norm NBN EN ISO 11600 und den STS 56.1 empfohlen werden, besteht darin, dass die STS eine Alterungsprüfung mit direkter UV-Strahlungsexposition berücksichtigen. Die Gebrauchstauglichkeit eines Kitts als Verglasungsfuge kann durch deren Bezeichnung abgeleitet werden. Wenn der Kitt über eine Technische Zulassung ATG verfügt, ist diese Bezeichnung darin explizit aufgenommen. Sie kann auch im technischen Merkblatt des Produktes stehen, aber das ist vorerst keine Pflicht. Es wird gegenwärtig an einer Produktnorm gearbeitet, in der die CE-Kennzeichnung beschrieben wird. Man muss, unserer Meinung nach, vorzugsweise Kitt der Klasse ISO 11600 oder besser STS 56.1 – G – 25 LM/HM einsetzen.

Wenn man auf der Baustelle einen Schaden – wie einen Kitt mit einem klebrigen Zustand – feststellt, ist dies in der Regel bei Kit-

ten vom MS-Polymer Typ der Fall. Diese sind nämlich häufig gegen eine direkte UV-Strahlungsexposition weniger gut beständig. Der Schaden tritt in dem Fall an den Teilen der Verglasung auf, die der Sonnenstrahlung am meisten ausgesetzt sind, und zwar etwa zwei bis vier Jahre nach deren Ausführung.

Man muss somit im technischen Merkblatt oder – besser noch – in der Technischen Zulassung überprüfen, ob die Bezeichnung des Produktes mit dessen vorgesehenen Einsatz übereinstimmt.

Die Fugenabmessungen

Die Abmessungen der Verglasungsfuge sind zum Teil für das Vermögen der Fuge entscheidend, die Bewegungen aufnehmen zu können. Trotz des Umstandes, dass diese Bewegungen im Allgemeinen eher begrenzt sind, können sie, angesichts der thermischen Belastungen, nie ausgeschlossen werden. Der Einbau der Verglasung muss in Übereinstimmung mit den Empfehlungen aus der **Technischen Information 221** erfolgen. Die Abmessungen der Kittfuge werden darin durch deren Breite und Tiefe festgelegt.

Die Nennbreite der Verglasungsfuge muss 4 mm betragen, mit einem Mindestwert von 3 mm an jedem Punkt. Auch die Tiefe der Fuge muss mindestens 4 mm betragen. Ferner muss die Kittfuge auf einem geeigneten Fugenboden angebracht werden (z.B. auf einem selbstklebenden geschlossenzelligen Schaumstoff).

Die relativen Verformungen zwischen der Schreinerarbeit und der Verglasung

Diese Verformungen müssen begrenzt werden, um die Haftfestigkeitsleistungen des Kitts und die Verformungsmöglichkeiten der Fuge nicht zu überschreiten. Dieses Problem tritt vor allem bei Schreinerarbeiten aus Holz auf. Wie im **Infomerkblatt 61** beschrieben wird, ist eine ausreichend stabile Holzart zu verwenden und eine ausreichend decken-

de Deckschicht vorzusehen, die korrekt instandgehalten wird.

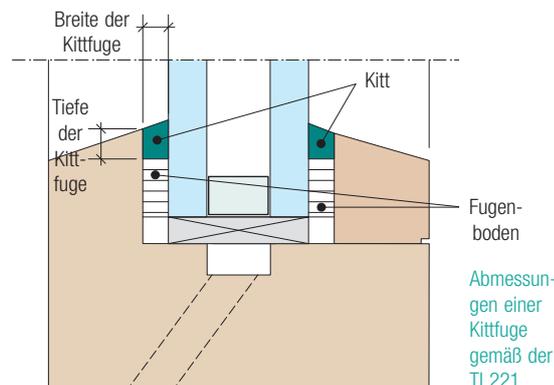
Die Sorgfalt mit der die Ausführung geschieht

Die Anbringungs- und Aushärtungsbedingungen des Kitts üben ebenfalls einen Einfluss auf dessen Verhalten aus. Man muss in diesem Zusammenhang die folgenden Aspekte beachten:

- Die Oberfläche, auf der der Kitt angebracht werden muss, muss trocken und sauber und frei von Substanzen sein, die die gute Haftung beeinträchtigen könnten (so können bestimmte Holzbestandteile zum Ablösen der Fugen führen). Für bestimmte Produkte empfiehlt es sich, eine Grundierung auf der Oberfläche anzubringen. Man muss somit die Ausführungsbedingungen der betreffenden Hersteller nachsehen
- Die klimatischen Bedingungen bei der Anbringung und Aushärtung des Kitts sind ebenfalls wichtig. Diese Bedingungen sind für jedes Produkt anders, aber in der Regel muss man dafür sorgen, dass die Temperatur höher als 5 °C und niedriger als 25 °C (35 °C für bestimmte Produkte) ist.

Schließlich sind die Fuge und die Schreinerarbeit regelmäßig instandzuhalten. Für weitere Informationen zu diesem Thema verweisen wir auf den **„Guide de l'entretien pour des bâtiments durables“** auf unserer Website. ■

L. Lassoie, Ing., stellvertretender Leiter der Abteilung Kommunikation und Verwaltung, WTB



Begrenzung der Brandausbreitung über eine Vorhangfassade

Die belgischen Brandschutzvorschriften legen unter anderem Maßnahmen fest, um die Brandausbreitung zwischen Abteilungen über die Fassade zu vermeiden oder zu verlangsamen. Diese Maßnahmen sind in den Königlichen Erlass vom 7. Juli 1994 zur Festlegung der Grundnormen für die Brandverhütung aufgenommen. Die letzte Fassung dieser Vorschriften, die seit 1. Dezember 2012 in Kraft ist, hat sich besonders an die gegenwärtige Baupraxis angepasst (Vorhangfassaden ⁽¹⁾, doppelwandige belüftete Fassaden ⁽²⁾ ...) und enthält demzufolge hierfür neue Regeln. In diesem Artikel wird nur das Risiko der Brandausbreitung zwischen zwei Geschossen über eine Vorhangfassade behandelt.

Das Risiko der Brandausbreitung zwischen Abteilungen über die Fassade muss auf zwei Ebenen angepackt werden: So muss man nicht nur die innere Brandausbreitung zwischen der Fassade und den Enden der Abteilungsdecken begrenzen, sondern auch die äußere Brandausbreitung längs der Außenseite der Fassade.

Risiko bezüglich innerer Brandausbreitung

Um das Risiko bezüglich der inneren Brandausbreitung zu begrenzen, muss der Anschluss zwischen den Abteilungsdecken und der Fassade mindestens den Feuerwiderstand ⁽³⁾ der Abteilungsdecken aufweisen ⁽⁴⁾ (siehe Tabelle).

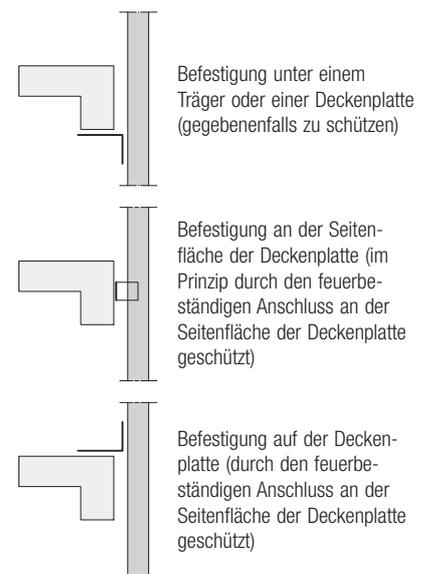
Um das Einstürzen der Fassade zu vermeiden, müssen die Pfosten des Vorhangfassadenskeletts auf jedem Geschoss an der Tragkonstruktion des Gebäudes befestigt werden. Die dafür verwendeten Befestigungsanker müssen einen Feuerwiderstand von R 60 für niedrige und mittelhohe Gebäude und von R 120 für hohe Gebäude ⁽⁵⁾

aufweisen oder gegen einen Brand, der in einer untenliegenden Abteilung ausbricht, geschützt sein. Sie können sich an drei verschiedenen Orten befinden: unter der Decke, an der Seitenfläche der Decke oder auf der Decke (siehe Abbildung 1).

In dem letzten Fall ist die Befestigung gegen einen Brand, der in einer untenliegenden Abteilung ausbricht, durch die Abteilungsdecke und die feuerbeständige Auffüllung zwischen der Abteilungsdecke und der Fassade geschützt. Sie entspricht mithin ohne zusätzlichen Schutz den gestellten Anforderungen.

Risiko bezüglich äußerer Brandausbreitung

Für niedrige Gebäude gibt es keine Anforderungen zur Begrenzung der äußeren Brandausbreitung. Denn da die Gebäudehöhe (≤ 10 m) begrenzt ist, ist die Intervention der Feuerwehr und die Evakuierung der Bewohner in Regel mit weniger Problemen verbunden, so dass die befugten Stellen es nicht als notwendig erachteten, spezifische Maßnahmen zu ergreifen.



1 | Schematische Darstellung für die Positionierung der Befestigungsanker des Skeletts.

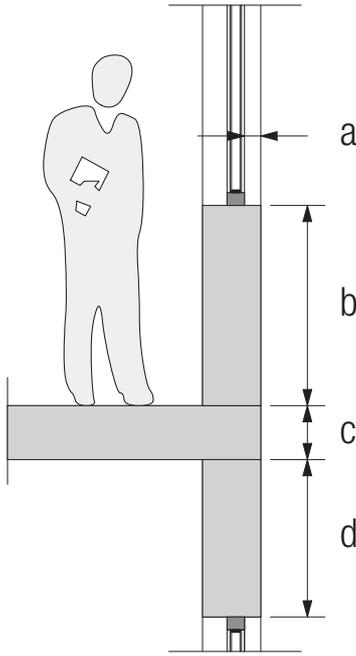
Für mittelhohe oder hohe Gebäude muss man eine der drei folgenden Anforderungen erfüllen, um das Risiko bezüglich einer äußeren Brandausbreitung zu begrenzen:

- entweder sieht man ein flammendichtes Fassadenelement E 60 mit einer minimalen entwickelten Länge in Höhe der Abteilungsdecke vor. Der KE gibt hierfür verschiedene Möglichkeiten an. Die schematische Darstellung auf der folgenden Seite veranschaulicht eine der möglichen Positionen dieses flammendichten Fassadenelementes. Die entwickelte Länge ($a + b + c + d$) muss größer als oder gleich 1 m sein
- oder man sieht eine flammendichte Fassade E 30 über die gesamte Gebäudehöhe vor
- oder man stattet alle längs der Fassade

Anforderungen für den Anschluss zwischen der Abteilungsdecke und der Fassade.

Typ des Gebäudes	Anforderung
Niedriges Gebäude	El 60, außer wenn die Breite der linearen Fuge kleiner als oder gleich 20 mm ist. Im gegebenen Fall muss die lineare Fuge mit einem verformbaren und luftdichten Produkt (z.B. elastischer Kitt) so gefüllt werden, dass sich kein kalter Rauch zwischen der Fassade und der Abteilungsdecke verbreiten kann.
Mittelhohes Gebäude	El 60
Hohes Gebäude	El 120

(1) Vorhangfassaden bestehen aus einem Skelett (Pfosten und Querbalken), auf dem verglaste oder opake Füllelemente angebracht werden.
 (2) Doppelwandige belüftete Fassaden sind Fassaden, die aufgebaut sind aus zwei (im Allgemeinen verglasten) Wänden, die voneinander durch einen Hohlraum (auch Luftraum oder Zwischenraum genannt) getrennt sind, der auf mechanische und/oder natürliche Weise belüftet werden kann.
 (3) Feuerwiderstand El, wobei – gemäß den Normen NBN 13501-2 oder -3 – E für das Kriterium der Flammendichtheit und I für das Kriterium der Wärmedämmung steht.
 (4) Diese Anschlüsse werden als eine Verlängerung der Abteilungsdecke betrachtet und müssen somit auch die an sie gestellten Anforderungen erfüllen.
 (5) Im KE wird die geforderte Feuerwiderstandsdauer für mittelhohe oder hohe Gebäude nicht auf eindeutige Weise spezifiziert.



2 | Schematische Darstellung für ein flammendichtes Fassadenelement E 60 mit einer Länge von größer als oder gleich 1 m.

gelegenen Abteilungen mit automatischen Sprinkleranlagen aus. Es ist in dem Fall nicht erforderlich, zusätzliche Maßnahmen zur Begrenzung des Risikos bezüglich äußerer Brandausbreitung zu ergreifen.

Exemplarische Entwürfe und Ausführungen

Das WTB hat sich in Zusammenarbeit mit dem Sektor eingehend mit der Redaktion einer Technischen Information zu diesem Thema befasst. Neben Informationen über die Brandanforderungen und die Prüfnormen für einwandige Fassaden (Vorhangfassaden) und doppelwandige belüftete Fassaden, soll dieses Dokument auch Beispiele von guten Ausführungen enthalten, mit denen sich die obigen Anforderungen erfüllen lassen. Mangels einer Prüfung könnte der feuerbeständige Anschluss zwischen der Seitenfläche der Abteilungsdecke und dem flammendichten Element beispielsweise folgendermaßen realisiert werden (siehe Abbildung 3):

- durch eine Auffüllung mit Steinwolle, lose oder in Platten (3):
 - über eine Höhe von mindestens 80 mm

(*) Der Abstand zwischen der Seitenfläche der Deckenplatte und dem flammendichten Fassadenelement beträgt maximal 100 mm. Falls dies nicht der Fall ist, können dort zusätzliche Verstärkungen erforderlich sein, um die Stabilität des Fassadensystems beim Brand zu gewährleisten.

- (für niedrige und mittelhohe Gebäude) oder 120 mm (für hohe Gebäude)
- über die gesamte Dicke zwischen der Seitenfläche der Deckenplatte und dem flammendichten Element (*), ohne Unterbrechung und gut zusammengedrückt, um die Abdichtung aller Fugen sicherzustellen (es darf keine einzige Öffnung bestehen bleiben)
- indem unten ein Metallstützblech angebracht wird (5), das die Steinwolldämmung an Ort und Stelle hält (3), wenn sich das flammendichte Fassadenelement (1) beim Brand verformen sollte. Dieses Blech muss:
 - eine maximale Dicke von 1 mm aufweisen
 - längs beider Seiten des Anschlusses befestigt werden (an dem flammendichten Fassadenelement (1) und an der Abteilungsdecke (4)), und zwar durch Stahlbefestigungsanker mit einem Mindestquerschnitt von 20 mm² (Durchmesser > 5 mm). Diese Anker müssen mindestens 40 mm tief im

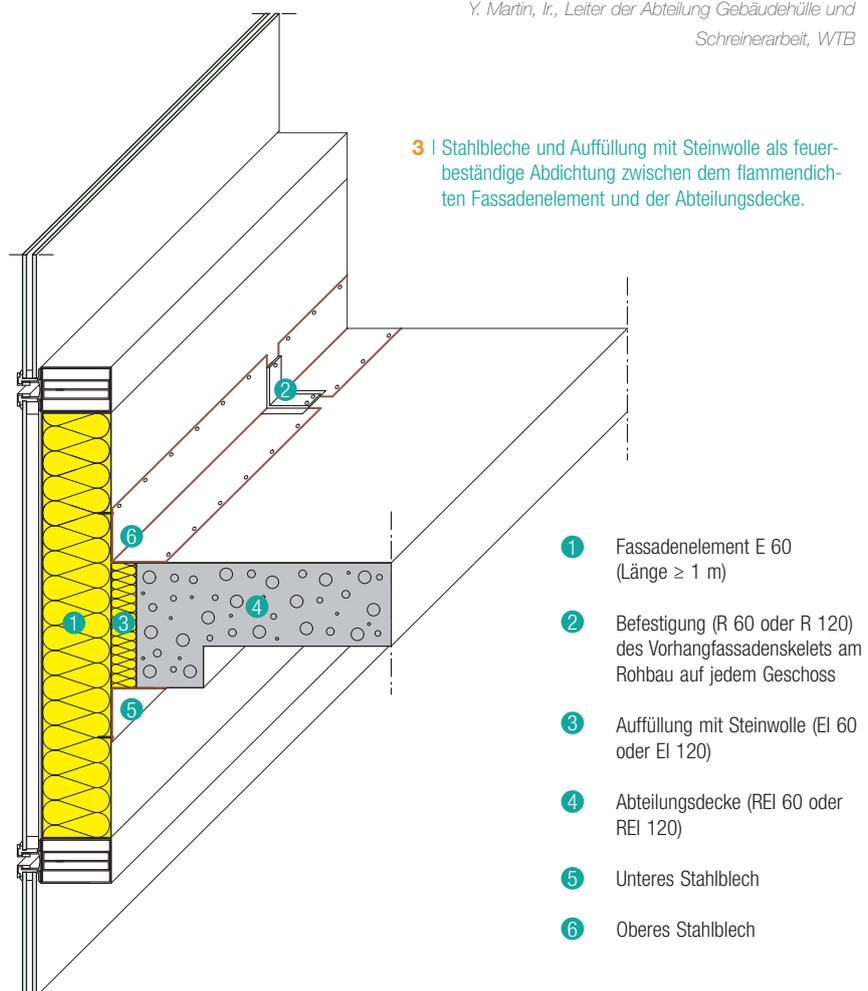
Beton befestigt werden, wobei der Ankerabstand höchstens 200 mm beträgt. Die Mindestüberlappung zwischen den Blechen muss 100 mm betragen

- indem oben ein Stahlblech angebracht wird (6), und zwar mit einer Höchstdicke von 1 mm, das die Öffnung zwischen dem flammendichten Fassadenelement (1) und der Abteilungsdecke (4) abdichtet. Folglich kann das flammendichte Fassadenelement unabhängig am Rohbau des Gebäudes befestigt werden und ist die Flammendichtigkeit des Anschlusses gewährleistet.

Die Befestigung des Vorhangfassadenskeletts wird durch Punktanke (2) auf der Abteilungsdecke sichergestellt. Diese Anker sind gegen einen Brand, der in einer untenliegenden Abteilung ausbricht, durch die Abteilungsdecke und die Auffüllung mit Steinwolle (3) zwischen der Abteilungsdecke und dem flammendichten Fassadenelement geschützt und entsprechen somit ohne zusätzlichen Schutz der geforderten Anforderung (R 60 oder R 120). ■

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

3 | Stahlbleche und Auffüllung mit Steinwolle als feuerbeständige Abdichtung zwischen dem flammendichten Fassadenelement und der Abteilungsdecke.



- 1 Fassadenelement E 60 (Länge \geq 1 m)
- 2 Befestigung (R 60 oder R 120) des Vorhangfassadenskeletts am Rohbau auf jedem Geschoss
- 3 Auffüllung mit Steinwolle (EI 60 oder EI 120)
- 4 Abteilungsdecke (REI 60 oder REI 120)
- 5 Unteres Stahlblech
- 6 Oberes Stahlblech



Luftdichtheit und die Folgen für den Fliesenleger

Heutzutage wird immer häufiger gefordert, dass Konstruktionen luftdicht sind. Dieser Artikel beschreibt kurz einige Baudetails, auf die der Fliesenleger bei der Ausführung seiner Arbeiten achten muss, um die verlangten Luftdichtheitsanforderungen erfüllen zu können.

Zur Realisierung eines luftdichten Gebäudes muss man die Spalten und Ritzen – und die damit verbundenen Luftlecks und Wärmeverluste – möglichst stark begrenzen. Dies kann dadurch erfolgen, dass man eine durchgängige luftdichte Schicht rund um das geschützte Volumen anbringt. Ein optimaler Entwurf, eine gute Koordination und eine sorgfältige Ausführung sind hierbei die Elemente, auf die es ankommt. Jeder Fachmann trägt mit anderen Worten zum letztendlich erreichten Luftdichtheitsniveau bei.

1 Warum luftdicht bauen?

Ein Gebäude mit einer besseren Luftdichtheit zu realisieren, bringt wichtige Vorteile mit sich: Neben einer beachtlichen Energieeinsparung und einem höheren Nutzungskomfort (Nichtvorhandensein von Zugluft) führt es nämlich auch zu einer besseren Beherrschung der Innenluftqualität (vorausgesetzt, dass ein geeignetes Lüftungssystem installiert wurde). Für weitere diesbezügliche Informationen kann der [thematische WTB-Kontakt Nr. 33](#) (2012-1) herangezogen werden.

2 Folgen für das Gebäude im Allgemeinen

Die Realisierung eines luftdichten Gebäudes beginnt mit einem durchdachten Entwurf und geeigneten Materialien, die die Luftdichtheit sicherstellen und die Durchgängigkeit aller Komponenten und aller Anschlüsse garantieren müssen. Hierzu werden in der Regel Luft- und Dampfsperren (bei Holzskelettbau und Dachstühlen), Putze und Beton genutzt.

Eine gut durchdachte Standortwahl der technischen Anlagen und eine gute Beherrschung der unvermeidlichen Durchbohrungen der Luftsperrung sind untrennbar mit einem intelligenten Entwurf verbunden. Auch eine sorgfältige Ausführung und eine gute Koordination der diversen Arbeiten können das Endergebnis – dass mit einer Blowerdoor-Luftdichtheitsprüfung gemessen

werden kann – in hohem Maße beeinflussen. Für weitere Informationen über die Ausführung dieser Prüfung verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2012/1.11](#).

Auf jeden Fall empfiehlt es sich, diese Prüfung vor der Anbringung des Fliesenbelags auszuführen, da alle Teile der Luftsperrung zu diesem Zeitpunkt noch für eventuelle lokale Reparaturen zugänglich sind.

3 Folgen für den Fliesenleger im Besonderen

Der Fliesenleger kommt erst auf die Baustelle, nachdem der größte Teil der Arbeiten bereits ausgeführt worden ist. Angesichts dessen, dass er nur den Wand- und/oder Bodenbelag anzubringen hat, führt er seine Arbeiten im Prinzip auf Untergründen aus, die durch Dritte entworfen und ausgeführt wurden und von denen er annehmen darf, dass sie an die vorgesehene Anwendung angepasst sind (Stabilität, Dämmung ...).

Wir geben nachstehend einige Empfehlungen für die Ausführung von Fliesenarbeiten in einem Gebäude, das strengen Luftdichtheitsanforderungen entsprechen muss:

- Der Fliesenleger muss über das Vorhandensein, die Art und den Ort der Luftsperrung im Gebäude informiert werden, von denen er die Verkleidung auszuführen hat
- Obwohl der Fliesenbelag im Grunde keinen Einfluss auf das letztendliche Luftdichtheitsniveau ausübt, muss der Fliesenleger sehr wohl darauf achten, dass er nicht die von seinen Vorgängern ergriffenen Luftdichtheitsmaßnahmen zunichtemacht.

Die folgenden Baudetails veranschaulichen einige zu beachtende Punkte, auf die der Fliesenleger Acht geben muss, um die verlangten Luftdichtheitsanforderungen erfüllen zu können.

3.1 Verlegung der Sockelfliesen

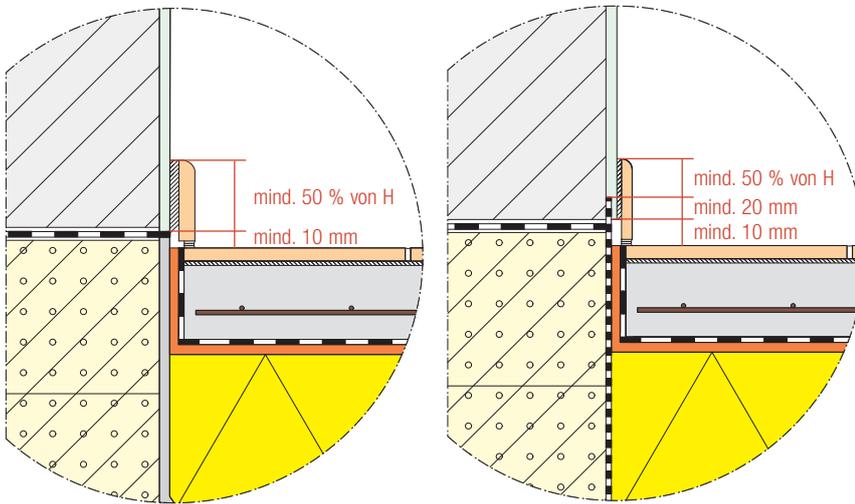
Besondere Aufmerksamkeit ist angebracht, wenn der Auftraggeber spezifische Maßnahmen vorgeschrieben hat, um die Durchgängigkeit der Luftdichtheit am Mauerfuß sicherzustellen (1) und wenn der Innenputz (der die Luftdichtheit der Mauer gewährleistet) sich oberhalb des Endniveaus des Fliesenbelags befindet (mindestens 1 cm oberhalb des Fliesenbelags und höchstens auf halber Sockelfliesenhöhe). Diese Situation kommt immer häufiger vor bei Mauerwerk, das mit einer antikapillaren Barriere (2) versehen wurde und/oder wenn der Hersteller des Putzes keine Garantien hinsichtlich dessen Dauerhaftigkeit bei Kontakt mit Wasser bieten kann.

Wenn in diesem Zusammenhang ein Luftdichtungsmaterial, das für Risse/Kratzer empfindlich ist, genutzt wird (z.B. eine Membran oder ein dünn-schichtiges flüssig angebrachtes Produkt), muss der Fliesenleger in erster Linie beim Abschneiden des Randstreifens sehr sorgfältig arbeiten, um die Luftsperrung nicht zu beschädigen (siehe Abbildung 2). Hierzu könnte er beispielsweise eine Art vorübergehend dazwischen geschobene Schneideunterlage nutzen, auf der der Randstreifen abgeschnitten wird und die das dahinterliegende Luftdichtungsmaterial schützt. Er könnte auch den Randstreifen auf die Bodenfliesen so umklappen, dass diese als Anschlag für den Schneidevorgang fungieren. Diese Lösung ist jedoch nur möglich, wenn die Fliesen nicht kratzempfindlich sind.

Wenn die Luftdichtheit der Oberfläche unter der antikapillaren Barriere durch einen feuchtigkeitsbeständigen Mauerfußputz (z.B. luftdichte Zementierung) mit einer beträchtlichen Dicke realisiert wird (siehe Abbildung 1), kann es zur Bedeckung des Rands des Bodenfliesenbelags erforderlich sein, dickere Sockelfliesen und/oder Klebeschichten zu verwenden. Es sind auch einige alternative

(1) Die Relevanz dieser Maßnahmen und deren Beschreibung werden ausführlich in einem folgenden Artikel für Innenputzer zur Sprache kommen.

(2) Siehe § 6.6.2 aus der [TI 237](#). Außerdem achtet der Planer in der Regel darauf, dass die antikapillare Barriere bezogen auf die Innenfläche des Mauerwerks ungefähr 2 mm hervorsteht, so dass die Membran nicht vom Mauerputz überbrückt wird und einen Abschluss für den Innenputz bildet. Diese Vorschrift gestattet es, das ungewünschte Vorhandensein von Putz unter der antikapillaren Barriere zu vermeiden.

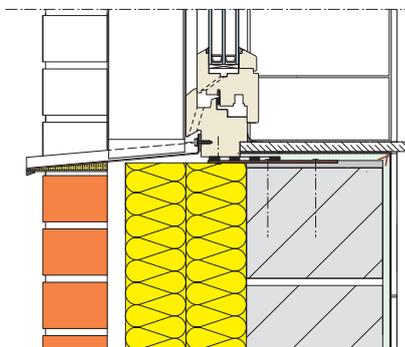


1 und 2 | Anbringungskriterien für Sockelfliesen: Luftdichtheit am Mauerfuß durch einen Mauerfußputz (links) und durch eine Membran (rechts) (H = Höhe der Sockelfliese).

Ausführungen möglich (z.B. Hohlkehlsocle oder Winkelleisten mit einem geeigneten Profil, die – aus akustischen Gründen – durch eine gewisse Flexibilität gekennzeichnet sind).

Schließlich wird in allen Fällen (Abbildungen 1 und 2) empfohlen, die Sockelfliesen über mindestens 50 % der Sockelfliesenhöhe auf einen stabilen Untergrund (3) zu kleben, um eventuelle Ablösungen und sonstige Beschädigungen zu vermeiden (z.B. als Folge von Stößen auf den untersten Teil der Sockelfliese).

In dieser Hinsicht, und sowohl für Situationen, bei denen die Luftdichtheitsmembran in den Putz eingearbeitet wird als auch für Situationen, bei denen der Putz auf eine auf die Mauer geklebte Membran oder auf ein flüssig aufgetragenes Produkt angebracht wird, muss der Planer eine Unter- und eine Obergrenze für die Überlappungs- und Einarbeitungslänge der Membran festlegen (4). Falls solche Grenzwerte fehlen, könnte die Sockelfliesenhöhe unrealistisch groß ausfallen und/oder unästhetisch werden.



3 | Aufrisschnitt der Fensteröffnung.

Schließlich möchten wir darauf hinweisen, dass es in bestimmten Fällen – besonders aus akustischen Gründen – empfehlenswert sein kann, zwischen der Sockelfliese und den Bodenfliesen eine geeignete elastische Fuge vorzusehen.

3.2 Anbringung der Fensterbank und Verfliesung der Leibungen

Besondere Aufmerksamkeit ist angebracht, wenn der Auftraggeber spezifische Maßnahmen vorgeschrieben hat, um die Durchgängigkeit der Luftdichtheit in Höhe des Anschlusses mit dem Mauerwerk mithilfe einer (in den Putz oder in den Untergrund des Putzes eingearbeiteten) Membran sicherzustellen (1) (2) (siehe Abbildungen 3 und 4).

In diesem Fall werden die Fensterbänke erst nach der Ausführung des Innenputzes gesetzt. Es wird davon abgeraten, diese in die Leibung einzuarbeiten. Denn damit könnte man die Durchgängigkeit der Luftdichtheitsperre gefährden (Bearbeitung des Putzes und damit verbundenes Risiko des Durchbohrens der Membran). Die Anforderungen an zu fliesende Untergründe (wie z.B. die zulässigen Abweichungen) sind in den TIs 227 und 237 beschrieben. Die Anbringung der Fensterbänke kann übrigens nach den darin beschriebenen Techniken erfolgen.

Bei einer Anbringung mit Klebenoppen ist es angezeigt, die Fensterbank entweder unter dem Fensterrahmen oder in der hierfür im Fensterrahmen vorgesehenen Aussparung anzubringen. Somit kann man vermeiden,

dass die Fensterbank bei Belastung sich lösen oder kippen könnte. Der Anschluss zwischen der Fensterbank und dem Fensterrahmen kann mit einer elastischen Fuge ausgeführt werden.

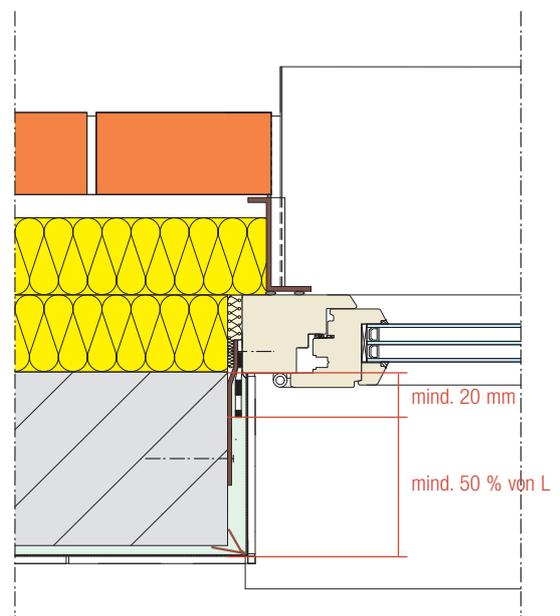
Wenn die Leibungen der Fensteröffnung gefliest werden müssen, muss der Abstand zwischen dem Scharnier des Flügels und dem Putz ausreichend groß sein, um die Anbringung des Fliesenbelags zuzulassen. Falls dies nicht der Fall ist, muss der Fliesenleger den Auftraggeber darüber informieren, so dass dieser die erforderlichen Maßnahmen ergreifen kann. Dabei ist das – selbst oberflächliche – Bearbeiten des Putzes untersagt, da dies mit der Beschädigung der Luftdichtheitsmembran einhergehen könnte.

Ebenso wie es bei der Anbringung der Sockelfliesen der Fall war (siehe § 3.1) wird schließlich empfohlen, mindestens 50 % der Länge des Fliesenbelags mithilfe eines geeigneten Klebers auf einen stabilen Untergrund zu kleben (siehe Abbildungen 3 und 4) (3) (4).

Y. Grégoire, Ir.-Arch., Leiter der Abteilung Materialien, WTB

C. Mees, Ir., Projektleiter, Abteilung Energie und Gebäude, WTB

T. Vangheel, Ir., Projektleiter, Laboratorium Rohbau- und Ausbaumaterialien, WTB



4 | Grundrisschnitt der Fensteröffnung (L = Länge der Fliese, die teils auf einem nicht stabilen Untergrund angebracht ist) (3).

(3) Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand werden Zonen mit einem auf einer Membran angebrachten Putz oder mit einer in den Putz eingearbeiteten Membran nicht als stabil betrachtet.

(4) Gegenwärtig wird eine Länge von 3 bis maximal 5 cm empfohlen. Die Länge darf auf keinen Fall kleiner als 2 cm sein. Einige extreme Beispiele: (1) Eine Länge von 5 cm erfordert eine mindestens 14 cm hohe Sockelfliese (was unrealistisch ist), wenn die antikapillare Barriere sich auf einer Höhe befindet, die 2 cm oberhalb des Niveaus des fertigen Fliesenbelags liegt. (2) Die vorgeschriebene Mindestlänge von 2 cm erfordert eine Sockelfliese mit einer Höhe von mindestens 6 oder 8 cm, wenn die antikapillare Barriere sich jeweils auf einer Höhe befindet, die 1 bzw. 2 cm oberhalb des Niveaus des fertigen Fliesenbelags liegt. Diese Beispiele machen die Wichtigkeit der Position der antikapillaren Barriere deutlich, wenn diese vom Planer vorgeschrieben wurde.

(5) Die Wahl der Materialien und die Details in Höhe der Fensteröffnung sind auch von der Schallumgebung abhängig. Dies gehört nicht zu den Aufgaben des Fliesenlegers.

Auf dem Baumarkt stellt man ein wachsendes Interesse für den Einsatz von Naturstein fest. Dies ist unter anderem durch das immer größere Angebot und die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten bedingt. Nach Kontrolle von Natursteinböden bei Streiflicht wird man jedoch häufig mit Reklamationen bezüglich Absplitterungen der Oberfläche konfrontiert, und zwar vor allem im Falle von Kalkstein mit einer sehr glatten oder polierten Oberfläche. In diesem Artikel gehen wir auf die Verwitterung der Oberfläche ein und werden versuchen den im Jahr 1993 erschienenen Artikel über Bodenbeläge aus organoklastischem Kalkstein (*) zu aktualisieren.

Der Ausdruck ‚organoklastischer Kalkstein‘ weist auf sedimentäre Kalksteinsorten mit verschiedenen Farben hin, die aus den diversifiziertesten Fossilfragmenten (Crinoide, Foraminifere, Brachiopode) zusammengesetzt sind. Diese üben einen direkten Einfluss auf das Aussehen des Steins aus. Bekannte Beispiele sind Juramarmor und belgischer Blaustein. Auch eine Anzahl Steinsorten, die erst seit kurzem Anwendung finden (z.B. Azul Cascais, Azul Valverde, Dolomit blau oder grün, Cenia blau und Nero Marquina) gehören zu dieser Kategorie.

Die Verwitterungsmechanismen und die damit einhergehenden Probleme werden hauptsächlich durch Wasser verursacht. Bei empfindlichen Steinsorten kann sogar eine ganz kleine Wassermenge schon eine Verwitterung hervorrufen. Die Befeuchtung des Bodenbelags (z.B. während der Verlegung oder Pflege) kann zu einer chemischen Umwandlung von bestimmten akzessorischen Mineralien führen. Diese Bezeichnung weist darauf hin, dass sie nur in geringen Mengen im Kalkstein vorhanden sind. Bestimmte akzessorische Mineralien oder ‚Verunreinigungen‘ sind vor allem in den Schalenteilen des organoklastischen Gesteins konzentriert. Sie können sich jedoch auch in den Styrolithfugen befinden. Diese Fugen sind als zickzackförmige Linien auf Flächen erkennbar, die senkrecht zur Stratifikation gesägt wurden. Sie sind das Ergebnis einer Auflösung unter Druck, bei der das Gestein auf großer Tiefe aufgelöst wurde und der nicht auflösbare Rest zurückblieb.

Das vorhandene Wasser sorgt dafür, dass diese Verunreinigungen (im Allgemeinen Eisensalze) zu oxidieren beginnen. Dies kann zu einer Fleckenbildung vom Typ I (Rostflecken) in einem sauren Milieu (siehe ‚CSTC-Magazine‘, Frühling 1997) und zu einer Gipsbildung in einem basischen Milieu (Kalk) führen. Dies erfolgt mittels des folgenden Mechanismus: $2\text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$.

Danach tritt eine Reaktion zwischen dem gebildeten Säurerest (H^+) und dem Calcit (CaCO_3) des Kalksteins auf, wodurch die Calciumionen frei werden: $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$.

In Gegenwart von Wasser beginnen diese Calciumionen sich zu binden, um schließlich als Reaktion Gips zu bilden ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Diese letzte Reaktion geht mit einer volumetrischen Ausdehnung einher, die eine innere Spannung im Material verursacht. Diese führt schließlich zur Bildung von Mikrorissen und nach geraumer Zeit auch zu einer Absplitterung.

Es lassen sich gewöhnlich vier Verwitterungsphasen unterscheiden:

- die Erscheinung von matten Zonen, wahrscheinlich als Folge des Freiwerdens der Calciumionen und der beginnenden Gipsbildung ohne spezifische Konzentrationsstelle
- die Bildung eines weißlichen Pulvers, das sich durch Reinigung einfach entfernen lässt. Dieses Phänomen soll durch die Bildung von Gips an der Oberfläche zu erklären sein. Dieser Vorgang erfolgt entweder durch eine Migration über die Poren des Gesteins oder an den Styrolithfugen, wenn der Stein lotrecht auf die Stratifikation gesägt wurde (z.B. Bronzetto).
- das Entstehen von leichten Wölbungen an der Plattenoberfläche als Folge der volumetrischen Ausdehnung, besonders wenn die Verunreinigungen in den Schalenteilen oder Styrolithfugen konzentriert sind. Dieses Phänomen ist unter Streiflichteinfall und bei einer sehr glatten oder polierten Oberfläche besonders sichtbar
- die Zunahme der Absplitterung und das Abplatzen von Stücken während der Pflege, was letztendlich eine angegriffene Plattenoberfläche ergibt (siehe obige Abbildung).

Absplitterung und Verwitterung der Oberfläche von Kalkstein

Wasser kann somit als die wichtigste Schadensursache betrachtet werden. Der Wassertransport kann durch die vorhandenen Mikrorisse, die (Mikro-)Porosität des Steins oder das Vorkommen von sonstigen Schwachstellen wie Styrolithfugen beschleunigt werden. Ferner möchten wir darauf hinweisen, dass die Absplitterungsempfindlichkeit je nach Gehalt an Fossilfragmenten variieren kann.

Um das Risiko in Bezug auf Absplitterung und Verwitterung der Natursteinoberfläche zu verringern, muss man die Feuchtigkeitsempfindlichkeit je nach Gehalt an Fossilfragmenten variieren kann.

- indem der Einsatz von Steinsorten, die für ihre Feuchtigkeitsempfindlichkeit bekannt sind, in Außenanwendungen, in Feuchträumen oder als Arbeitsplatten in Küchen vermieden wird
- durch das Einhalten einer Anzahl allgemein bekannter Ausführungsregeln für Innenböden wie z.B. die Anbringung einer Feuchtigkeitssperre unter dem Estrich, das Einhalten der Trocknungszeit des Estrichs und die Nutzung von Mörtelklebern, die für diesen Einsatz geeignet sind
- indem auf dem Bodenbelag keine Schutzschichten angebracht werden, die dessen Trocknung verlangsamen oder durch die Ausführung einer wasserabstoßenden Oberflächenbehandlung (z.B. Duschen)
- indem der Stein mit möglichst wenig Wasser gereinigt wird.

Dadurch, dass die Schalenteile mikroskopisch klein sein können und sich die Styrolithen nicht immer deutlich abzeichnen, ist es freilich nicht immer einfach, deren Vorhandensein mit dem bloßen Auge festzustellen. In den technischen Merkblättern aus der [Technischen Information Nr. 228](#) sind für Natursteinsorten, die für die Absplitterung empfindlich sind, eine Reihe von Nutzungsanweisungen aufgenommen. ■

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

(*) Dieser Artikel betrifft nur den oben erwähnten Steintyp, bei dem der Schaden am häufigsten auftritt und oft auch am spektakulärsten ist. Es wird somit nicht auf die Absplitterung von Gneis und das Mattwerden von Granit eingegangen. Dieses Thema kam in der [Sommerausgabe vom CSTC-Magazine 1997](#) zur Sprache.



43 % aller Fragen, die der Abteilung Technische Gutachten über die Abnahme von Verblendmauerwerkfugen vorgelegt werden, betreffen die Bewertung von deren Aussehen. Diese Problematik tritt sowohl bei vor Ort angemachten als auch bei vorher gemischten Fugenmörteln auf und wurde schon im Infomerkblatt 25, in Les Dossiers du CSTC 2010/1.10 und in der TI 208 erläutert. Dieser Artikel formuliert einige Nuancen bezüglich dieser Dokumente und ergänzt diese ein wenig.

Das Entstehen von Farbtonunterschieden in den Fugen kann durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden. Dieser Artikel behandelt die wichtigsten Ursachen, nämlich:

- die geringen Farbtonunterschiede, die bereits in den Bestandteilen des Fugenmörtels vorhanden sind (z.B. Farbtonunregelmäßigkeiten des verwendeten Sands und Bindemittels)
- die kleinen Unterschiede in der Mörtelzusammensetzung. Diese Erscheinung lässt sich bei einem auf der Baustelle angemachten Mörtel schwer vermeiden
- abweichende klimatische Gegebenheiten zum Zeitpunkt der Ausführung oder während der Trocknung
- Unterschiede in der Struktur und der Profilierung der Fugen.

Bei Verwendung eines vorher gemischten Fugenmörtels aus der gleichen Herstellungsladung lassen sich die ersten zwei Einflussfaktoren beherrschen. Es liegt natürlich auf der Hand, dass man immer die empfohlene Menge Anmachwasser verwenden muss. Dennoch kann man auch bei vorher gemischten Fugenmörteln mit Farbtonunterschieden konfrontiert werden, und zwar durch abweichende klimatische Gegebenheiten zum Zeitpunkt der Arbeiten oder eine unterschiedliche Struktur oder Profilierung der Fugen.

Eventuelle Farbtonunterschiede werden bei dunkel getönten Fugen und bei Fugen, die dem Farbton des Mauerwerks möglichst entsprechen sollen, besonders auffallen. So sind Farbtonunterschiede bei traditionellem rotem (nuanciertem) Mauerwerk mit grauem

Fugenmörtel weniger sichtbar als bei Fugen, deren Farbton auf den des Mauerwerks passend abgestimmt ist. Der Vollständigkeit halber möchten wir darauf hinweisen, dass auch die Verfügungstechnik eine Rolle spielen kann. Bei einer Technik der Fugenfüllung, die direkt mit dem fortschreitenden Bau der Mauer erfolgt, ist die Gefahr von Farbtonunterschieden beispielsweise größer.

Angesichts der Vielzahl an häufig schwer zu beherrschenden Einflussfaktoren kann das Entstehen von Farbtonunterschieden nie ganz ausgeschlossen werden. So machen wir auch darauf aufmerksam, dass das Auftreten von Ausblühungen das Aussehen der Fugen nachteilig beeinflussen kann, erst recht wenn die Fugen und das Mauerwerk dunkel getönt sind.

Mögliche Ursachen

Die breite Vielfalt an möglichen Ursachen sorgt dafür, dass sich der Einfluss eines ganz bestimmten Parameters nur schwer ermitteln lässt. Laboruntersuchungen werden dann auch nicht immer Aufschluss geben können. So kann ein Unterschied hinsichtlich der relativen Feuchtigkeit der Außenluft zum Zeitpunkt der Ausführung oder während der Trocknung eine bedeutende Auswirkung auf das Aussehen der Fugen haben.

Eine vergleichende petrografische Analyse des Fugenmörtels hilft dennoch, die Art, die Größe und die Verteilung der Granulate, die Porosität, die Karbonatisierung des Bindemittels usw. näherungsweise zu bestimmen. Die nebenstehenden Abbildungen veranschaulichen die Ergebnisse einer solchen Analyse. Daraus geht hervor, dass der aufgetretene Farbtonunterschied zurückzuführen ist auf:

- einen Porositätsunterschied an der Oberfläche (blauer Pfeil): bei Prüfstück 2 sind die Sandkörner (A) vollständig mit einer Zementschicht (C) bedeckt, wohingegen dies bei Prüfstück 1 nur sehr lokal der Fall ist
- eine unterschiedliche Oberflächenstruktur.

Farbtonunterschiede in Verblendmauerwerkfugen



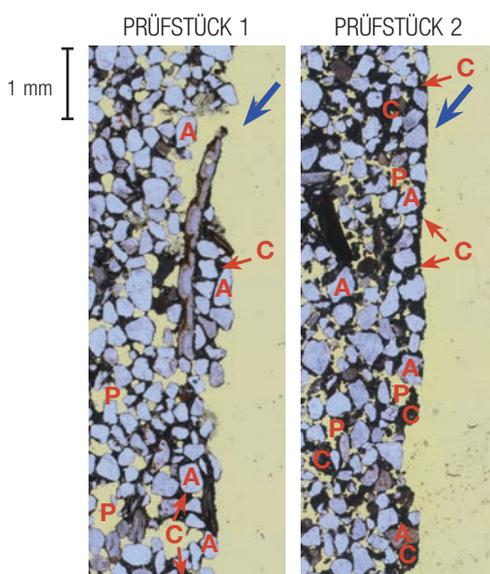
Bewertung

Das Aussehen wird zwei Monate nach der Ausführung kontrolliert, und zwar mit dem bloßen Auge, bei normalem Lichteinfall und aus einem Abstand von 3 m. Wenn danach eine Uneinigkeit über das sichtbare Ergebnis besteht, kann man eine objektive Messung mit einem Kolorimeter durchführen. Mangels eindeutiger Regeln zur Bewertung von Farbtonunterschieden in Fugen, verweist die TI 208 auf die Vorschriften für Fassadenpaneele aus Architekturbeton (siehe Artikel ‚Façades en béton architectonique‘ erschienen im CSTC-Magazine, Herbst 1994). Wenn die Farbtonunterschiede die Bildung von Bändern in der Sichtfläche zur Folge haben, wird ein ΔE -Wert von 5 Einheiten toleriert, auf der Basis von sechs Messungen, die bezüglich der zu kontrollierenden Oberfläche realisiert wurden. Falls die Farbtonunterschiede über die Fassadenfläche unregelmäßig verteilt vorkommen, wird ein ΔE -Wert von 10 Einheiten zugelassen.

Empfehlungen

Um ein möglichst einheitliches Aussehen zu erhalten, empfiehlt es sich, der Mörtelzusammensetzung ausreichende Aufmerksamkeit zu schenken, wenn dieser auf der Baustelle angemacht wird. Bei vorher gemischten Fugenmörteln muss man Mischungen aus der gleichen Charge verwenden, die auch mit Bestandteilen aus der gleichen Charge angemacht wurden. Außerdem muss man stets die Empfehlungen des Herstellers befolgen, insbesondere im Zusammenhang mit der Menge des hinzuzufügenden Wassers. Schließlich muss die Verfügung der Fassaden nach Möglichkeit in einem Arbeitsgang erfolgen. ■

S. Eeckhout, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB



Kleber für textile Bodenbeläge

In Erwartung der Veröffentlichung der zukünftigen Technischen Information über die Verlegung von textilen Bodenbelägen geben wir in diesem Artikel bereits einige Informationen über Klebetypen, die dafür berücksichtigt werden können. Der verwendete Kleber ist immer ein emissionsarmer Dispersionskleber (z.B. mit dem Emissioncode-Label).

Klebetyp und Anbringungsart

Der Dispersionskleber kann einseitig oder zweiseitig angebracht werden. Der Klebetyp des Bodenbelags legt die Anwendungsart des Klebers und die einzuhaltende Wartezeit fest (siehe nachstehende Tabelle). Wir unterscheiden die folgenden Klebetypen:

- die feuchte Klebung, bei der der Kleber nur auf dem Untergrund angebracht wird und noch zum Zeitpunkt an dem die Verbindung erfolgt einen bedeutenden Gehalt an flüchtigen Bestandteilen enthalten muss. Es gibt daher keine oder nur eine sehr kurze Wartezeit zu beachten. Dieser Klebetyp kommt häufig bei textilen Bodenbelägen zur Anwendung, die in Bahnen verlegt werden.
- die halbfeuchte Klebung, bei der man eine gewisse Wartezeit beachten muss, die kürzer als die offene Zeit ist
- die fast trockene Klebung, bei der die Wartezeit fast mit der offenen Zeit übereinstimmt und der Kleber einseitig angebracht wird. Dieser Klebetyp ist für Teppichfliesen spezifisch
- die Kontaktklebung. Dieser Klebetyp ist mit der fast trockenen Klebung vergleichbar, aber in diesem Fall wird der Kleber zweiseitig angebracht. Eine solche Klebung ist für Anwendungen besonders geeignet, bei denen der Bodenbelag während der Nutzung sehr vielen Spannungen ausgesetzt ist (z.B. auf Treppen).

Wahl der Klebung

Man muss immer überprüfen, ob der in Erwägung gezogene Klebetyp für den zu verlegenden Bodenbelag geeignet ist. Diese Wahl ist abhängig von:

- der Art und dem Absorptionsvermögen des Untergrunds
- der Art, der Dampfföhenheit und dem Absorptionsvermögen des Bodenbelags
- der für diesen Belag in Erwägung gezogenen Anwendung (dauerhafte oder nicht dauerhafte Klebung).

Bei einer dauerhaften Klebung (im Allgemeinen bei textilen Bodenbelägen die in Bahnen verlegt werden) wird der Belag mit einer feuchten Klebung unter Verwendung eines Dispersionsklebers angebracht. Diese Klebung kann sowohl auf absorbierenden als auch nicht absorbierenden Untergründen ausgeführt werden, sofern die Verdampfung der flüchtigen Reststoffe des Klebers nicht durch den textilen Bodenbelag verhindert wird.

Falls man jedoch einen Bodenbelag mit einer dampfdichten Rückseite auf einem nicht absorbierenden Untergrund (z.B. einem poliertem Betonboden oder Metallboden) anbringen möchte, muss man sich für eine halbfeuchte oder fast trockene Klebung mit einem zementgebundenen Dispersionskle-



ber entscheiden. Wenn die Rückseite aus PVC oder Gummi besteht, ist es auch möglich, speziell für diese Materialtypen entwickelte Dispersionskleber zu verwenden. In diesem Fall muss der Belag mit einer Kontaktklebung angebracht werden.

Teppichfliesen werden mittels einer fast trockenen Klebung mit einem ‚Pick-up‘-Kleber auf dem Untergrund angebracht. Dieser Klebetyp enthält ein Bindemittel in Dispersion und ist dadurch gekennzeichnet, dass er eine leichte Entfernung gestattet, wodurch man den Bodenbelag ggf. wiederverwenden kann.

Wenn eine vorübergehende Klebung gewünscht ist (z.B. bei Renovierungen oder Mietwohnungen), kann man einen spezifischen Dispersionskleber verwenden (häufig auch ‚Wiederaufnahmekleber‘ genannt). Der Klebetyp ist in dem Fall vom Untergrund abhängig. Während eine feuchte Klebung bei einem absorbierenden Untergrund möglich ist, erfordert ein nicht absorbierender Untergrund (z.B. ein Betonboden) immer eine Kontaktklebung. Im Gegensatz zu Pick-up-Klebern verlieren Wiederaufnahmekleber ihre Haftkraft nach dem Trocknen. ■

Übersicht über die Klebetypen für textile Bodenbeläge.

Klebetyp	Anbringungsart	Richtwartezeit
Feuchte Klebung	Einseitiger Kleberauftrag mit dem Spachtel	Keine Wartezeit oder höchstens 10 Min.
Halbfeuchte Klebung	Einseitiger Kleberauftrag mit dem Spachtel	Längere Wartezeit (10 bis 20 Min.)
Fast trockene Klebung	Einseitiger Kleberauftrag mit dem Spachtel	Warten bis der Kleber fast trocken ist (ca. 30 Min.)
Kontaktklebung	Zweiseitiger Kleberauftrag mit dem Spachtel, der Rolle oder Bürste auf der Unterseite des Belags und mit dem Spachtel oder der Rolle auf dem Untergrund	Wartezeit > 30 Min.

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Technologischen Beratungsdienstes ‚Ecoconstruction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale‘ verfasst und von InnovIRIS bezuschusst.

E. Nguyen, Ir., Projektleiter, Laboratorium Holz und Coatings, WTB

M. Lor, Dr., Projektleiter, Laboratorium Bauchemie, WTB



Doppelflusslüftung: Zuverlässigkeit des Wirkungs- grads und sonstiger PEB-Daten

Die Rückgewinnung von Wärme ist ein wirksames Mittel, um die energetische Auswirkung von Lüftungssystemen zu begrenzen. Es ist wichtig, dass man sowohl bei der Wahl eines Lüftungsaggregats während des Entwurfs als auch bei der Berechnung des E- (in Brüssel und Flandern) oder E_w-Niveaus (in Wallonien) im Rahmen der PEB-Verordnung über einen zuverlässigen Wirkungsgradwert verfügt.

Die Wirksamkeit eines Lüftungssystems mit Wärmerückgewinnung (also einer Doppelflusslüftungsanlage, d.h. einem System vom Typ D) ist abhängig vom Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung des eigentlichen Lüftungsaggregats und vom Gleichgewicht zwischen der gesamten Zufuhr- und Abfuhrdurchflussmenge. Der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung eines Aggregats gibt die Wärmemenge an, die man aus der abgeführten Luft zum Vorwärmen der zugeführten Luft zurückgewinnen kann. Es handelt sich um eine Information, die vom Hersteller geliefert wird. Um diesen Wirkungsgrad in der PEB-Verordnung verwerten zu können, muss er mithilfe einer Laborprüfung auf dem kompletten Lüftungsaggregat bestimmt werden, und zwar gemäß den Vorschriften aus der PEB-Verordnung (basierend auf der Norm NBN EN 308).

Leider ist es nicht immer einfach, mit ausreichender Sicherheit einen Wirkungsgrad zu erreichen, der der PEB-Verordnung genügt. Denn bestimmte Produkte werden nach nationalen Normen aus dem Ausland geprüft, die sich von der europäischen Norm EN 308 unterscheiden. Schließlich ist der Ursprung der Daten oder die Verfügbarkeit eines konformen Prüfberichts nicht immer gewährleistet ...

PEB-Datenbank

Um die Zuverlässigkeit der für die PEB-Berechnung benutzten Produktdaten zu erhöhen, haben die drei Regionen gemeinsam eine Datenbank entwickelt, die auf freiwilliger Basis ergänzt und genutzt werden kann. Hersteller, die dies möchten, können um die Anerkennung ihrer Produktdaten bitten und diese, nach einer gründlichen Kontrolle durch eine unabhängige Prüfstelle, auf www.epbd.be veröffentlichen lassen. Die unabhängige Kontrolle garantiert die Zuverlässigkeit der veröffentlichten Daten. Die für die PEB-Berechnungen verantwortlichen Personen, die Architekten, die Bauherren, aber auch die Installateure können diese Daten mit anderen Worten für ihre Berechnungen mit dem entsprechenden Vertrauen nutzen. Dieses System besteht auch für an-

dere Eigenschaften als den Wirkungsgrad (siehe Tabelle) und für mehrere andere Produktkategorien: Ventilatoren, natürliche Lüftungsöffnungen, Dämmstoffe, Sonnenschutzeinrichtungen ...

Die Mehrzahl der so in die Datenbank aufgenommenen Wirkungsgrade liegt zwischen 70 und 90 %. Zusammen mit dem Wirkungsgrad wird auch immer die Prüfdurchflussmenge angegeben und gegebenenfalls verschiedene Wirkungsgradwerte für verschiedene Prüfdurchflussmengen. Im Allgemeinen verringert sich der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung von ein und demselben Lüftungsaggregat, wenn die Durchflussmenge zunimmt. Aber Vorsicht: Für die PEB-Berechnung muss man einen Wirkungsgrad mit einer Prüfdurchflussmenge benutzen, die für das gegebene Projekt gleich der geforderten Gesamtdurchflussmenge ist oder größer als sie ist. Wenn beispielsweise eine Gesamtmindestdurchflussmenge von 330 m³/h für die Zufuhr gefordert wird und eine Gesamtmindestdurchflussmenge von 225 m³/h für die Abfuhr, muss man bei der PEB-Berechnung einen Wirkungsgrad mit einer Prüfdurchflussmenge von mindestens 330 m³/h benutzen (siehe Tabelle und Abbildung).

Sonstige Kriterien für die Wahl eines Lüftungsaggregats

Die Datenbank erwähnt auch noch sonstige Kennwerte von Lüftungsaggregaten, die das E- oder E_w-Niveau verringern können (siehe [Infomerkblatt 42.3](#)). So ist auch der Stromverbrauch der Ventilatoren wichtig. Statt AC(Wechselstrom)-Motoren wählt man vorzugsweise DC(Gleichstrom)-Motoren und/oder Ventilatoren mit einer niedriger maximalen Leistung.

Eine automatische Durchflussmengenregelung sorgt für ein kontrolliertes Gleichgewicht zwischen den Gesamtzufuhr- und -abfuhrdurchflussmengen und bietet so – auch bei variablen Druckunterschieden (Verschmutzung der Filter ...) – eine maximale Wärmerückgewinnung.

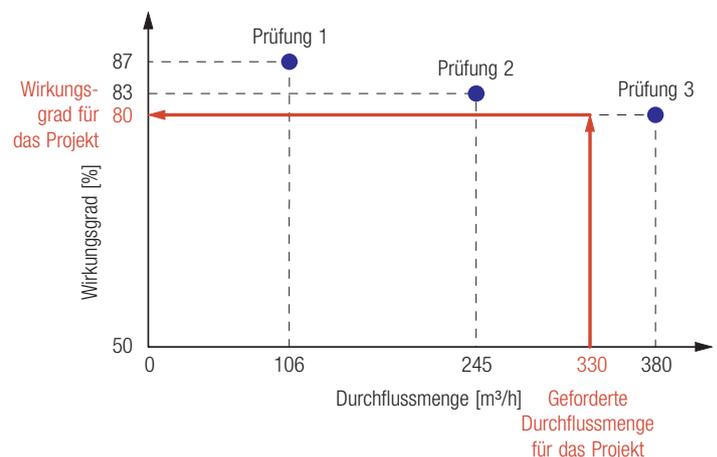
Schließlich kann man mit einem (vorzugsweise vollständigen) Bypass die Wärmerückgewinnung vollständig deaktivieren, um beispielsweise in den Sommernächten die kühlere Außenluft voll genießen zu können.

Denken wir aber daran, dass die Wahl eines bestimmten Lüftungsaggregats natürlich nicht nur von diesen energetischen Kennwerten abhängt, sondern auch andere Kriterien Berücksichtigung finden: Filterung, akustische Leistungen, Dauerhaftigkeit, Preis ... Die Datenbank kann ausschließlich dazu dienen, auf eine gute Art und Weise die Zuverlässigkeit der energetischen Kennwerte bereitzustellen. ■

S. Caillou, Dr. Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Luftqualität und Lüftung, WTB

Beispiel von verfügbaren PEB-Daten auf www.epbd.be

Motortyp	DC		
Maximale Leistung	2 x 110 W (zwei Ventilatoren)		
Wirkungsgrad	87 %	83 %	80 %
... bei einer Durchflussmenge (m ³ /h) ≤ ...	106	245	380
Automatische Regelung	Nein		
Bypass-Typ	Vollständiger Bypass		



Seit der Veröffentlichung des vorherigen Artikels über den Kaltwassergesamtverbrauch (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/3.13) konzentrierten wir uns auf die Messung der Spitzendurchflüsse in Sanitär-Warmwasserinstallationen (SWW). Denn diese Durchflüsse sind nicht nur für die Dimensionierung der Leitungen, sondern auch für die Dimensionierung der Geräte für die momentane SWW-Erzeugung wichtig.

Methodik

Die SWW-Durchflüsse werden mit Ultraschallsensoren gemessen. Die Temperaturen des Kalt- und Warmwassers wurden mit Thermoelementen erfasst, die auf die Leitungen platziert wurden. Die Messung der Durchflüsse und Temperaturen erfolgte im Sekundenabstand über einen Zeitraum von zwei Monaten. Der korrigierte Spitzendurchfluss (Q ECS 60,10) jedes Gebäudes wurde anschließend mit den Durchflüssen verglichen, die man nach der Norm NBN EN 806-3 (2006) und verschiedenen ausländischen Normen und Dimensionierungsmethoden erhält. Dabei sollte überprüft werden, ob unsere Messungen der gegenwärtigen belgischen Norm entsprechen. Ferner sollte diese Letztere mit Methoden verglichen werden können, die im Ausland gängig sind.

Ergebnisse

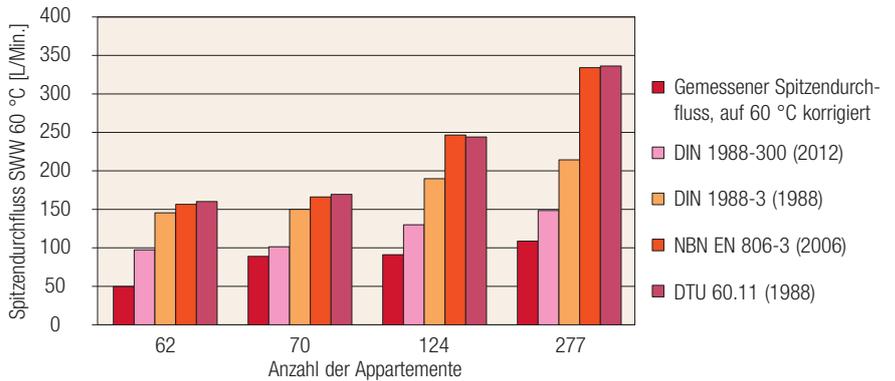
Genauso wie wir schon für den Kaltwassergesamtverbrauch feststellen konnten, sind auch die Spitzendurchflüsse bei Warmwasser kleiner als die Durchflüsse in den untersuchten Dimensionierungsnormen. Die nach der neuen deutschen Norm DIN 1988-300 (2012) berechneten Spitzendurchflüsse nähern sich jedoch unseren Messungen am meisten an (*).

Diese ersten Ergebnisse müssen mit der notwendigen Vorsicht betrachtet werden. Denn bis jetzt wurde nur eine begrenzte Anzahl von Gebäuden während einer in der Zeit begrenzten Messperiode einbezogen und für die untersuchten Installationen trafen nicht notwendigerweise die Bedingungen zu, die mit den Entwurfsbedingungen vergleichbar sind (Druck, Druckverluste, Typ der Ausrüstung ...). Ein erster Vergleich scheint dennoch zu bestätigen, dass die gegenwärtige Dimensionierungsnorm NBN EN 806-3 (2006) sehr sichere Werte liefert.

(*) Seit dem vorherigen Artikel wurde die deutsche Norm DIN 1988-3 (1988) überarbeitet und durch die Norm DIN 1988-300 (2006) ersetzt. Die größte Anpassung besteht darin, dass die Spitzendurchflüsse für sanitäres Warm- und Kaltwasser verringert wurden.

Zentrale Warmwassererzeugung in Appartementshäusern: Spitzendurchflüsse und Dimensionierung

Vergleich zwischen den gemessenen (auf 60 °C korrigierten) und berechneten Spitzendurchflüssen für SWW in vier Appartementshäusern [L/Min.].



tige Dimensionierungsnorm NBN EN 806-3 (2006) sehr sichere Werte liefert.

Bei Verwendung dieser Norm besteht somit das Risiko, dass die Verteilungsleitungen überdimensioniert werden, was zu längeren Wartezeiten und einem höheren Wasser- und Energieverbrauch führen kann.

Die Überschätzung des Spitzendurchflusses führt auch zu einer Überdimensionierung der Geräte für die momentane SWW-Erzeugung. Wir berechneten beispielsweise die geforderte Heizleistung für eine momentane SWW-Erzeugung (60 °C) im größten untersuchten Gebäude. In diesem Fall beträgt der korrigierte und während einer Sekunde gemessene Spitzendurchfluss (Q ECS 60,10) 107 L/Min. Die hiermit übereinstimmende Momentanheizleistung beträgt, unter Berücksichtigung der Verteilungsverluste, 445 kW. Der gegenwärtig installierte Plattenwärmetauscher hat eine Nennleistung von 644 kW für eine Wassertemperatur im Primärkreis von 80 °C. Der Wärmetauscher wird von Zentralheizungskesseln gespeist,

wobei die Heizleistung des kleinsten Kessels 1.161 kW beträgt. Dies ist das 2,6-fache der Leistung, die für die alleinige Warmwasserbereitung erforderlich ist. Außerhalb der Heizperiode wird sich der Kessel sehr häufig ein- und ausschalten. Dies verringert nicht nur den Kesselwirkungsgrad, sondern bringt auch mehr Luftverschmutzung mit sich.

Wir möchten schließlich darauf hinweisen, dass die zu installierende Heizleistung sehr schnell abnimmt, wenn man sich dafür entscheidet, die Installation mit einem Vorratsvolumen auszurüsten (semi-momentane Warmwassererzeugung). Im oben angeführten Beispiel würde sich die erforderliche Heizleistung auf 100 kW reduzieren, wenn man ein Vorratsvolumen von 200 L vorsieht. ■

O. Gerin, Ir., Forscher, und B. Bleys, Ir., Projektleiter, Laboratorium Nachhaltige Energie- und Wassertechniken, WTB

Dieser Artikel entstand im Rahmen des TETRA-Projekts SWW, mit der finanziellen Unterstützung des IWT.

Das WTB braucht Sie!

Wir sind auf der Suche nach weiteren Appartementshäusern mit einer zentralen SWW-Erzeugung, um darin die Spitzendurchflüsse und täglichen Wasservolumen zu messen. Dafür erhalten Sie im Gegenzug alle erforderlichen Informationen für die ordnungsgemäße Dimensionierung Ihrer neuen Installation. Bei Interesse senden Sie eine E-Mail an info@bbri.be.



Ihre Rechnungen sind Gold wert ... auch für Ihre Kunden!

Verschiedene Zertifikate mit identischen Problemen

Die Energiezertifizierung von Gebäuden resultiert aus der Umsetzung der Energieleistungsrichtlinie für Gebäude. Da diese Umsetzung in Belgien eine regionale Befugnis ist, haben die drei Regionen jeweils ein anderes System (siehe [Les Dossiers du CSTC 2011/4.20](#)). Bei der Ausarbeitung der Zertifizierung in der Praxis musste jede Region eine Reihe von Fragen beantworten, unter anderem:

- Wie überprüft man das Vorhandensein eines Dämmstoffs, wenn dieser nicht sofort sichtbar ist?
- Wie identifiziert man den Dämmungstyp, die Dicke und die thermischen Kennwerte (λ of R)?
- Wie ermittelt man den Wirkungsgrad einer Anlage, für die es (fast) keine technische Informationen gibt?

Die Regionen haben diese Fragen bereits früher im Rahmen der Einführung des Verfahrens für Energiegutachten (PAE) beantwortet. Dieses Energieaudit ist jedoch ein freiwilliges Verfahren, die nur dem anfordernden Auftraggeber selbst zugutekommt. Die Antwort auf diese Fragen ist dann auch schnell gefunden: Wenn der Energiesachverständige vom Typ B selbst keine Daten findet, kann er den Aussagen des Gebäudeeigentümers glauben. Denn welches Interesse hätte ein Eigentümer ... sich selbst zu belügen?

Bei einer PEB-Zertifizierung liegen die Dinge ein wenig anders. Denn dabei wird ein Zertifikat ausgestellt, das obligatorisch vorgeschrieben ist und vor allem dem zukünftigen Eigentümer oder Mieter zugutekommt. Der anfordernde Auftraggeber hat somit ein Interesse das bestmögliche Label zu einem möglichst niedrigen Preis zu erhalten.

Es liegt auf der Hand, dass ein glaubwürdiges Zertifikat nicht nur auf den Behauptungen des Eigentümers basieren kann: Es muss auf der Grundlage von Daten ausgestellt werden, die von einem Energiesachverständigen vom Typ A unabhängig kontrolliert werden. Im Idealfall erfasst dieser die notwendigen Daten selbst vor Ort. In vielen Fällen sind bestimmte Feststellungen jedoch nicht möglich. So ist es in der Regel nicht einfach, das Vorhandensein und die Art eines Dämmstoffs zu ermitteln und noch schwieriger ist es, dessen Dicke zu messen, ganz zu schweigen von der Ermittlung der Marke und des richtigen Typs. Wir dürfen auch nicht vergessen, dass die Kosten für das Zertifikat – und somit die Zeit für die Untersuchung – für den anfordernden Auftraggeber begrenzt bleiben müssen.

Belege

Die Regionen erlegten deshalb strikte Regeln für die Art und Weise auf, wie die Energiesachverständigen die Daten sammeln müssen. Diese Regeln wurden in sogenannten Inspektionsprotokollen festgelegt. Es handelt sich hierbei um verschiedene Dokumente, von denen jedes einen Umfang von mehr als 200 Seiten aufweist. Diese Protokolle geben eine Übersicht über die Informationsquellen, in denen man die notwendigen Daten für die Berechnungen auffinden kann, falls es an einer visuellen Feststellung vor Ort durch einen Sachverständigen mangelt. Diese Quellen werden auch als Belege bezeichnet. Weil visuelle Feststellungen häufig schwer auszuführen sind, ist es sehr wichtig, dass der Gebäudeeigentümer solche Belege empfängt und sorgfältig aufbewahrt, um dadurch ein gutes Zertifikat zu erhalten. Bestimmte Belege dürfen vom Bauunternehmer selbst ausgestellt werden (z.B. Rechnungen).

- (¹) Für weitere Informationen über Steuerermäßigungen verweisen wir auf die Langfassung dieses Artikels.
 (²) Die Oberfläche braucht nicht für die Zertifizierung in der Region Brüssel-Hauptstadt und in der Flämischen Region angegeben zu werden, wohl aber für den Erhalt von Prämien.
 (³) Um in der Flämischen Region und der Region Brüssel-Hauptstadt einen Anspruch auf eine Steuerermäßigung oder Prämie zu erheben, muss die Rechnung alle Kosten nach Posten aufgeschlüsselt angeben.

Wenn Sie Arbeiten in einem Wohngebäude ausführen, die dessen Energieleistungen beeinflussen können, müssen Sie darauf achten, dass der Eigentümer des Gebäudes auf ihrer Rechnung die korrekten Daten für das Ausfüllen des PEB-Zertifikats seiner Wohnung und für das Beantragen der regionalen Prämien finden kann. Zwei gute Gründe, die dafür sprechen, ihre Rechnungen ordnungsgemäß auszustellen.

Nehmen wir eine Rechnung für Dämmarbeiten als Beispiel. Um vom Energiesachverständigen valorisiert werden zu können, muss diese die folgenden Daten enthalten (¹):

- die vollständige Adresse der Baustelle (auch wenn diese Adresse mit der Fakturierungsadresse übereinstimmt)
- eine klare Beschreibung der gedämmten Wand (Ort, Zusammensetzung)
- die Oberfläche der betreffenden Wand (²)
- die Art, die Marke, der exakte Typ und die Dicke des angebrachten Dämmstoffs
- die λ - und R-Werte (nicht erforderlich für die PEB-Zertifizierung, aber unerlässlich, um in der Flämischen Region und der Region Brüssel-Hauptstadt eine Prämie erhalten zu können (³))
- die CE-Kennzeichnung. Anhand derer kann der Energiesachverständige die realen Wärmeleistungen der Wand valorisieren (nur in der Flämischen und der Wallo-nischen Region).

Da Änderungen zwischen dem Angebot und der Rechnung immer möglich sind, ist die Angabe ‚Rechnung gemäß Angebot‘ unzureichend und dies sogar, wenn die geforderten Daten in einem dieser Dokumente angegeben sind. Dies gilt gleichermaßen für die Angabe ‚Rechnung gemäß Fortschritt der Arbeiten‘, es sei denn, dass der Rechnung ein Fortschrittszustand beigefügt ist, der diese Daten enthält. ■

N. Heijmans, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Energieeigenschaften, WTB

C **Nützliche Informationen**

FACT Das WTB hat zugunsten der Bauunternehmer das Fakturierungstool C-FACT[®], auf Basis von Microsoft Excel[®], entwickelt.

Dieser Artikel beschreibt den Stand der Dinge im September 2013. Er wurde mit der Unterstützung des Technologischen Beratungsdienstes ‚Ecoconstruction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale‘ verfasst und von INNOVIRIS bezuschusst.



Akustische Aspekte von mechanischer Lüftung in Einfamilienhäusern

Das nebenstehende Schema veranschaulicht die möglichen Lärmbelastigungsquellen bei einem Lüftungssystem mit mechanischer Luftzufuhr, ist aber auch für eines mit mechanischer Luftabfuhr gültig, bei dem sich der Lüftungslärm stromaufwärts in den Kanälen fortpflanzt.

Als wichtigste Lärmquelle können wir den sogenannten Ventilatorlärm (§ 1) unterscheiden. Der Ventilator strahlt nicht nur Schall in den Raum ab, in dem das Lüftungsaggregat aufgestellt ist, sondern auch in die Hauptkanäle, an denen dieser angeschlossen ist. Dieser Schall pflanzt sich danach in den Kanälen fort und wird hauptsächlich über die Ventile in die Räume abgestrahlt.

Es wird auch Schall durch die Luftströmung in den Kanälen erzeugt. Dieser wird als Strömungslärm (§ 2) bezeichnet. Obwohl der Strömungslärm gewöhnlich weniger hörbar ist als der Ventilatorlärm, kann er durchaus zu einem bedeutenden Störfaktor werden, wenn der Ventilatorlärm auf effektive Weise gedämpft wird. Auch der Strömungslärm wird hauptsächlich über die Ventile in die Räume abgestrahlt.

Die nebenstehende Abbildung zeigt, dass der Lüftungslärm (d.h. die Kombination des Ventilator- und des Strömungslärms) auch durch die Kanalwände abgestrahlt werden kann und folglich örtlich Probleme von Lärmabstrahlung (§ 3) verursachen kann.

Angesichts dessen, dass ein mechanisches Lüftungssystem aus einer großen Anzahl schwingender Teile besteht, kann dieser strukturelle Schall (§ 4) außerdem über starre Kontakte an das Gebäude übertragen und als störender Lärm durch die Wände und Decken abgestrahlt werden.

Schließlich kann über die Luft in den Kanälen auch noch eine Schallübertragung raumübergreifend bewirken. Dieses Problem von Übersprechen (§ 5) kann zwischen

relativ ‚stillen‘ Räumen auftreten, die direkt durch das Leitungsnetz verbunden sind.

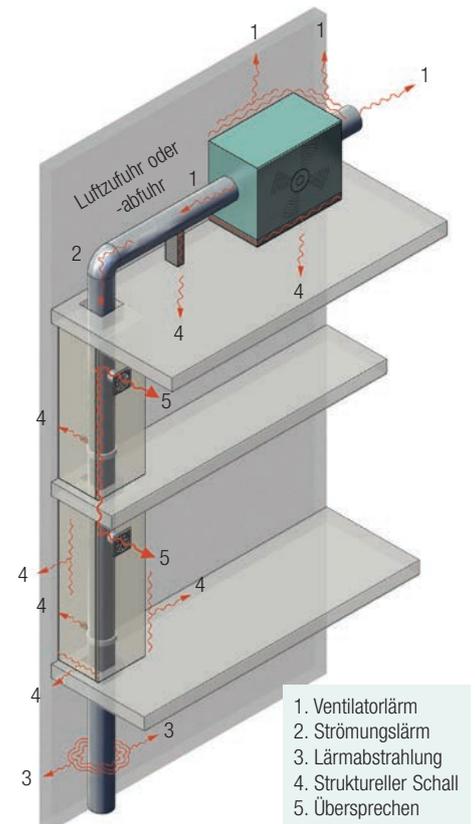
1 Reduzieren des Ventilatorlärms

Der Schallleistungspegel (dB) des Ventilators wird in erster Linie durch den zu liefernden Lüftungsvolumenstrom Q (m^3/s) und die Gesamtdruckdifferenz Δp (Pa) des Ventilators bestimmt. Während der Volumenstrom ein fester Projektwert ist, hängt die zu liefernde Druckdifferenz von dem Entwurf des Kanalnetzes und der Wahl des Lüftungsaggregats ab. Auch der Typ des Ventilators, die Drehzahl und der Ventilatorwirkungsgrad können die Schallerzeugung beeinflussen. So können verschiedene Ventilatoren für denselben Betriebspunkt (Q , Δp) verschiedene Schallleistungspegel generieren.

Es muss ein Unterschied gemacht werden zwischen der Schalleistung, die in den Raum selbst abgestrahlt wird (NBN EN ISO 3741) und der Schalleistung in dem Luftzufuhr- und Luftabfuhrkanal (NBN EN ISO 5136). Es obliegt mit anderen Worten dem Hersteller klar anzugeben, um welchen Schallleistungspegel es sich im technischen Merkblatt handelt.

Der in den Raum abgestrahlte A-bewertete Schallleistungspegel schwankt meistens zwischen 50 und 60 dB(A). Was den Schallleistungspegel in den Kanälen betrifft, wird für Lüftungsaggregate vom System D in der Regel ein Unterschied gemacht zwischen dem Abfuhrkanal (zwischen 50 und 65 dB(A) und dem Zufuhrkanal (zwischen 60 und 80 dB(A)) (*). Diese Schalleistung lässt sich durch einen Schalldämpfer im Hauptkanal effektiv dämpfen, wobei die Wirksamkeit von der Position im Leitungsnetz, der Dicke der schallabsorbierenden Innenverkleidung und der Länge der akustisch gedämmten Leitungskapselung abhängt. Der erforderliche Schalldämpfer

Kürzliche WTB-Messkampagnen in Einfamilienhäusern mit einem Lüftungssystem der Typen B, C und vor allem D bestätigen, dass durch die mechanische Luftzufuhr und/oder -abfuhr häufig eine Lärmbelastigung verursacht wird. Während die belgische Norm NBN S 01-400-1 in Badezimmern und Küchen wegen des mechanischen Lüftungslärms einen maximalen Schallpegel von 35 dB(A) empfiehlt, beträgt diese Obergrenze für Schlafzimmer und Wohnzimmer jeweils 27 und 30 dB(A). Es versteht sich daher von selbst, dass der Planer und der Installateur Praxisrichtlinien benötigen, um diese Komfortanforderungen einhalten zu können.



Mögliche Lärmbelastigungsquellen bei einem Lüftungssystem mit mechanischer Luftzufuhr und -abfuhr.

wird durch die Schalleistung des Ventilators und den zulässigen Schallpegel in den geräuschempfindlichen Räumen bestimmt. Eine exakte Berechnung kann nur gestützt auf Frequenzbanddaten ausgeführt werden. Ferner muss man die geltenden Volumenstromanforderungen, den zulässigen Druckverlust im Netzwerk und den verfügbaren Platz berücksichtigen.

2 Begrenzen des Strömungslärms

Richtungs- und Geschwindigkeitsände-

(*) Für Ventilatoren, die sich stromabwärts von den Wärmetauschern befinden.



rungen der Luftströmung auf der Höhe von Bögen, Klappen, Abzweigungen und Ventilen können Strömungslärm in den Kanälen verursachen. Je höher die Strömungsgeschwindigkeit ist, desto mehr Schall wird erzeugt. Die Art der Kanäle (Form, Material) ist in diesem Fall von untergeordneter Bedeutung.

3 Vermeiden der Lärmabstrahlung

Die Abstrahlung des in den Kanälen vorhandenen Lüftungslärms durch die Kanalwände hindurch kann ebenfalls eine Lärmbelastigung in den umliegenden geräuschempfindlichen Räumen verursachen.

4 Dämpfen von strukturellem Schall

Um die Übertragung von Schwingungen auf das Gebäude zu vermeiden, muss jeder starke Kontakt mit dem Lüftungsaggregat und den Kanälen vermieden werden.

5 Vermeiden von Übersprechen

Diese Form von Schallübertragung tritt nicht nur zwischen direkt nebeneinander liegenden Räumen auf. Hauptsächlich zwischen weiter voneinander entfernten oder übereinander liegenden geräuschempfindlichen Räumen kann Übersprechen über die Ventile als belästigend erfahren werden. ■

Empfehlungen zum Reduzieren des Ventilatorlärms

- Ein Kanalnetz mit möglichst niedrigen Druckverlusten (Δp) entwerfen.
- Die angegebenen Schalleistungspegel (sowohl die in den Raum abgestrahlte Schalleistung als auch die Schalleistung in den Kanälen) für die verschiedenen Lüftungsaggregate im gewünschten Betriebspunkt (Q , Δp) evaluieren.
- Durch die kleineren internen Druckverluste (Schrank, Austausch, Filter ...) wird die Schallerzeugung für einen gleichen Betriebspunkt (Q , Δp) meistens für ein leicht überdimensioniertes Lüftungsaggregat weniger groß sein.
- Das Lüftungsaggregat in einem (Technik-)Raum aufstellen, der möglichst weit von den geräuschempfindlichen Räumen (z.B. Schlafzimmer und Wohnzimmer) entfernt ist (Nutzung von Pufferäumen).
- Gegebenenfalls die Schalldämmung von diesem (Technik-)Raum verbessern.
- Falls erforderlich, eine schalldämmende Kapselung rund um das Lüftungsaggregat anbringen.
- Direkt nach dem Ventilator einen primären Schalldämpfer im Zufuhr- und Abfuhrkanal vorsehen (vorzugsweise unmittelbar vor dem Durchgang durch den Raum).
- Primäre Schalldämpfer von mindestens 90 cm Länge mit einem schallabsorbierenden Innenmantel von mindestens 5 cm Dicke vorsehen.
- Den erforderlichen Platz für diese Dämpfer in Höhe des Anschlusses zwischen dem Lüftungsaggregat und den Hauptkanälen reservieren (wobei deren Länge und Durchmesser zu berücksichtigen ist).
- Eventuell zusätzliche Schalldämpfer oder eine akustisch gedämmte Leitungskapselung weiter entfernt im Leitungsnetz vorsehen, wenn die Leistungen des primären Dämpfers unzureichend sind (extrem viel Ventilatorlärm und/oder strenge Bewohneranforderungen).

Empfehlungen zum Begrenzen des Strömungslärms

- Einen minimalen Abstand von 3 Kanaldurchmessern zwischen dem Ventilator und den ersten Bögen oder Abzweigungen einhalten.
- Abrupte Richtungsänderungen vermeiden.
- Der Abstand zwischen den Bögen und Abzweigungen muss mindestens 4 bis 5 Kanaldurchmesser betragen.
- Eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 6 m/s in den Hauptkanälen, von 4 m/s in den Zwischenkanalstücken und von 2 m/s in den Endkanalstücken einhalten. Hierzu kann es manchmal erforderlich sein, größere Kanalquerschnitte und/oder mehrere Kanäle und Ventile vorzusehen.
- Ventile müssen auf geraden, steifen Kanalstücken mit einer Länge von mindestens 3 Kanaldurchmessern angeschlossen werden.
- Ventile wählen, die möglichst wenig Strömungslärm erzeugen (siehe Herstellerdaten). Der zulässige Schalldruckpegel im betrachteten Raum kann diesbezüglich einen nützlichen Leitfaden darstellen.
- Ventile mit einer möglichst hohen Zwischenglieddämpfung und Endreflexion wählen (siehe Herstellerdaten), die mit einem elastischen Befestigungsring zur Gewährleistung der Abdichtung ausgestattet sind.
- Die Ventile in regelmäßigen Abständen reinigen.
- Die Ventile vorzugsweise 60 cm von den Wänden und Decken entfernt positionieren.
- Den Einsatz von Schalldämpfern zum Dämpfen von Strömungslärm vermeiden. Denn diese können selbst eine Strömungsgeräuschquelle sein (siehe Herstellerdaten).

Empfehlungen zum Vermeiden der Lärmabstrahlung

- Kanäle in geräuschempfindlichen Räumen wie Schlafzimmern vermeiden.
- Wenn solche Kanäle unvermeidlich sind, muss man diese in einem schalldämmenden Leitungskanal oder in einer abgehängten Decke unterbringen, wobei sie mit einer mindestens 5 cm dicken schallabsorbierenden Innenverkleidung versehen sind (z.B. aus Mineralwolle oder einem akustischen gleichwertigem Material).

Empfehlungen für die Dämpfung des strukturellen Schalls

- Das Lüftungsaggregat nicht an einer leichten Decke oder Wand (Holzskelett, Mauerziegel, Gipsblöcke, Zellenbeton ...) befestigen, die an einen geräuschempfindlichen Raum angrenzt.
- Vorzugsweise eine schwingungsgedämpfte Aufstellung oder Aufhängung vorsehen, ggf. mit Befestigung auf einem schweren Sockel. Dazu kann man ausreichende dicke und elastische Matten, Streifen oder Blöcke nutzen (in steigendem Grad der Wirksamkeit).
- Das Lüftungsaggregat mit dem Kanalnetz über ein gerades, flexibles Zwischenstück verbinden. Die Länge dieses Zwischenstücks kann sehr begrenzt sein (z.B. 10 cm).
- Bügel mit einer nachgiebigen Einlage (z.B. Neopren) und/oder ein federndes Verbindungsstück für die Befestigung der Kanäle verwenden.
- Dafür sorgen, dass die Durchführungsöffnung für Kanäle in Wänden oder Decken etwa 2 Zentimeter größer als der Kanaldurchmesser ist und die Fuge rund um den Kanal mit Mineralwolle oder einem anderen elastischen, offenzelligen Material ausfüllen. Danach ist die Fuge auf beiden Seiten mit einem elastisch bleibenden Kitt abzudichten.

Empfehlungen zum Vermeiden des Übersprechens

- Den Abstand zwischen den Ventilen maximieren, direkte Verbindungen vermeiden und wenn nötig, einen zusätzlichen Schalldämpfer im Kanal zwischen geräuschempfindlichen Räumen vorsehen.
- Eventuell einen (zusätzlichen) spezifischen Enddämpfer im Kanal anbringen, direkt vor dem Ventil. Dämpfern mit einem möglichst niedrigen Druckverlust den Vorzug geben.

*D. Wuyts, Ir., stellvertretender Leiter des
Laboratoriums Akustik, WTB*

*S. Caillou, Dr. Ir., stellvertretender Leiter des
Laboratoriums Luftqualität und Lüftung, WTB*

Die korrekte Planung der Hilfsmittel, über die das Bauunternehmen verfügt, trägt zu dessen finanzieller Gesundheit bei. So wie wir bereits im Infomerblatt 36 „Quel support pour mon planning?“ gesehen haben, kann die Planung die Form einer Projektplanung und einer Ressourcenplanung annehmen. Ziel dieses Artikels und des damit einhergehenden Infomerblatts ist es, einige Einzelheiten bezüglich der Erstellung und Nutzung einer Ressourcenplanung zu liefern.

Die Ressourcenplanung

Die Ressourcenplanung liegt an der Basis der tagtäglichen Aktivitäten eines Bauunternehmens. Sie versetzt das Leitungsteam in die Lage, dem Personal auf der Baustelle klare Arbeitsaufträge zu geben. In jedem Unternehmen (vom Heizungsunternehmen bis zum Allgemeinen Bauunternehmen und ungeachtet deren Größe) ist es mit anderen Worten erforderlich, eine solche Planung zu erstellen, um vor Ort eine gute tägliche Koordination der Hilfsmittel sicherzustellen.

Um sich eine Vorstellung machen zu können, wie eine Ressourcenplanung in der Praxis aussieht, nehmen wir das Beispiel einer Plантаfel, auf der der Planungsverantwortliche für die nächsten Wochen die auszuführenden Interventionen den richtigen Personen und den richtigen Daten zuweist, und zwar unter Berücksichtigung eventueller vorsehbarer Nichtverfügbarkeiten (Urlaub ...). Die so aufgestellte Planung muss anschließend täglich entsprechend den Risiken auf der Baustelle überarbeitet werden (Krankheit, Wirkungsgrade, Lieferprobleme, Witterungseinflüsse ...), indem die vorgesehenen Hilfsmittel und/oder die Daten verschoben werden.

Dies ist unter der Voraussetzung möglich, dass man zuerst die folgenden Daten identifiziert:

- die Liste der verfügbaren Hilfsmittel (Personal, Material ...)
- die Nichtverfügbarkeiten (Urlaub, Krankheit, Wartung von Material ...)
- die auszuführenden Interventionen.

Die Nutzung von Informatiktools hat in diesem Zusammenhang eine Reihe von Vorteilen zu bieten (leichte Informationssuche, einfache Berichterstattung, klare Visualisierung, schnelle Aktualisierung von Daten ...). So wird der Nutzer problemlos die folgenden Daten identifizieren können:

- die Dienstleistungen des Unternehmens (Kundendienst, Wartung, Ausführung ...)
- den Typ der Intervention (Sanitär-, Elektrizitäts-, HVAC-Intervention ...)
- die Liste der Projekte
- die Kundenliste ...

Diese Daten (oder Codes) werden anschließend den verschiedenen Interventionen so zugewiesen, dass das Programm die Interventionen nach Projekt oder nach Kunde gruppieren kann oder auf dem Bildschirm nur die Aufgaben des Dienstes ‚Ausführung‘ anzeigt. Dies sorgt dafür, dass die Informationssuche stark vereinfacht wird, dass die Aufgaben des Unternehmens besser visualisiert werden können und dass die Kommunikation mit betreffenden Personen viel schneller vorstättengeht.

Die nachstehende Tabelle zeigt ein Beispiel einer digital aufgestellten Ressourcenplanung. Man kann dort eine Reihe von Interventionen sehen, die spezifischen Hilfsmitteln und spezifischen Daten zugewiesen wurden. Die angezeigte Farbe gibt die Baustelle an, mit der die Aufgaben verbunden sind. Konkret wird ein Baustellencode den Interventionen zugewiesen und diese Letzteren erscheinen automatisch in einer genau vorgegebenen Farbe.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Ressourcenplanung in bestimmten Fällen anhand einer Projektplanung aufgestellt wird. Das mit diesem Artikel einhergehende Infomerblatt muss demzufolge als Ergänzung der Infomerblätter 36 („Quel support pour mon planning?“) und 63 („Les différentes phases de l’élaboration d’un planning“) betrachtet werden, um eine klare Vorstellung von der Problematik der Planung in ihrer Gesamtheit zu erhalten.

Die Abteilung Verwaltung, Qualität und Informationstechniken, WTB

Resource	Lundi 29						Juli 2013 Mardi 30						Mercredi 31					
	07h	09h	11h	13h	15h	17h	07h	09h	11h	13h	15h	17h	07h	09h	11h	13h	15h	17h
Mike	Centre culturel Etterbeek Travail menuiserie Urgent						Projet Smith Pose châssis A confirmer						Formation Echaffaudage					
Tim	Centre culturel Etterbeek Travail menuiserie Urgent						Projet Smith Pose châssis A confirmer						Congé payé					
Florent	Villa Dupont Placement portes Confirmé						Villa Dupont Pose châssis Confirmé						Centre culturel Etterbeek Pose Menuiserie Urgent					
Didier	Villa Dupont Placement portes Confirmé						Villa Dupont Pose châssis Confirmé						Centre culturel Etterbeek Pose Menuiserie Urgent					
Camionnette 1	Entretien												Centre culturel Etterbeek Pose Menuiserie Urgent					
Camionnette 2	Villa Dupont Placement portes Confirmé						Villa Dupont Pose châssis Confirmé						Entretien					
Camionnette 3							Projet Smith Pose châssis A confirmer						Réparation					

WTB-Veröffentlichungen

Technische Informationen

TI 247 ‚Conception et exécution des ouvrages étanches en béton‘.

TI 248 ‚Renforcement des structures en béton au moyen d'armatures collées‘.

Infomerklärungen

Nr. 52.9 ‚Etat d'avancement, révision des prix et facturation grâce à C-FACT®‘.

Nr. 56.1 ‚Parois berlinoises de type 1: blindage mis en place en cours d'excavation‘.

Nr. 56.2 ‚Parois berlinoises de type 2: blindage mis en place avant l'excavation‘.

Nr. 56.3 ‚Parois de pieux de type 1: pieux s'emboîtant les uns dans les autres (parois de pieux sécants)‘.

Nr. 56.4 ‚Parois de pieux de type 2: pieux placés l'un à côté de l'autre (paroi de pieux tangents)‘.

Nr. 56.5 ‚Parois de type 'soil mix' de type 1: parois faites de colonnes‘.

Nr. 56.6 ‚Parois de type 'soil mix' de type 2: parois faites de panneaux‘.

Nr. 59 ‚La pose de dalles sur un sol chauffé‘.

Nr. 60 ‚Fissuration des maçonneries non portantes‘.

Nr. 61 ‚Menuiseries en bois sans finition: quelles conséquences?‘

Nr. 62 ‚Préparer son chantier avec C-PREP®‘.

Nr. 63 ‚Les différentes phases de l'élaboration d'un planning‘.

Nr. 64 ‚Analyse du cycle de vie ou LCA‘.

Les Dossiers du CSTC

2012/2.5 ‚Les techniques de fixation des capteurs solaires sur les toitures inclinées‘.

2012/2.6 ‚Les toitures compactes, une nouvelle tendance?‘

2012/2.12 ‚Comment évaluer l'adhérence d'une peinture?‘

2012/2.16 ‚Les matériaux viscoélastiques pour améliorer le confort vibroacoustique dans les bâtiments‘.

2012/2.17 ‚Les droits de propriété intellectuelle des entreprises de construction‘.

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.

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‘).

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).

2012/2.18 ‚Amélioration acoustique du gros œuvre au moyen de murs doubles entre appartements et maisons mitoyennes‘.

2012/3.3 ‚Prescrire un béton autoplaçant‘.

2012/3.4 ‚Béton autoplaçant: recommandations pour la mise en œuvre‘.

2012/3.5 ‚Toitures-parkings: quelques grands principes et points importants‘.

2012/3.9 ‚Impact environnemental des ETICS‘.

2012/3.10 ‚Revêtements de sol textiles: exigences actuelles et futures‘.

2012/3.16 ‚Révision de la norme sur l'éclairage des lieux de travail intérieurs‘.

2012/3.18 ‚L'impact écologique et économique de divers scénarios de rénovation‘.

2012/4.18 ‚Le transport vertical dans les habitations‘.

Sonstiges

Digest Nr. 12 ‚Le bétonnage en période hivernale. Protéger le béton frais du gel‘.

Bericht Nr. 14 ‚Conception et dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude‘.

WTB-Schulungen

‚Soutènements et tirants d'ancrage. Partie 1: exécution‘

Am 10. und 22. Oktober 2013, von 18.00 bis 21.00 Uhr, CRR Auditorium, Fokkersdreef 21, 1933 Sterrebeek.

‚Guide pour le marquage CE des volets, volets roulants et protections solaires‘

Am 5. November 2013, von 17.30 bis 21.00 Uhr, Auditorium des Moulins de Beez, Rue du Moulin de Meuse 4, 5000 Beez (Namur).

‚Placeurs de portes résistant au feu‘

Am 23. und 30. September 2013 und am 7. und 14. Oktober 2013, von 17.00 bis 20.00 Uhr, WTB, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.



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 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 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

Marktpllein 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