wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

2018/2

Eine Ausgabe des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums

Das TOTEM-Tool
S. 4-5

Holzboden-beläge
S. 12-13

Maler-Spachtel-massen
S. 20-21

Der BIM-Prozess
S. 28-29

Shutterstock

Hinterlegungspostamt: Brüssel X • Zulassungsnummer: P 501329
15. Jahrgang • Vierteljährliche Veröffentlichung

Shutterstock

Inhalt 2018/2

Intelligente Gebäude in einer nachhaltigen Welt 3

Bestimmen der Umweltleistung von Gebäuden mit dem TOTEM-Tool 4

Verwerten des Erdaushubs von wallonischen Baustellen 6

Nutzen von Drohnen für den Dachdecker 8

Verklebung von Dämmplatten mit PU-Kleber auf Flachdächern 10

Toleranzen für Holzbodenbeläge 12

Spezifischer Schadenfall bei kleinen Isoliervergla-sungen 14

Schwarze Ablagerungen in Wohngebäuden 16

Bauplatten: vielseitige Untergründe für Fliesen 18

Eine neue europäische Normierung für Maler-Spachtel-massen 20

Austausch von individuellen, an einem kollektiven Rauchgaskanal angeschlossenen Gaskesseln 22

Die energetische Flexibilität von Gebäuden 24

Akustische Auswirkung von Innendämmsystemen 26

Der BIM-Prozess unter der Lupe 28

Eine Baustelle mit der 5S-Methode verwalten 30

Shutterstock

Intelligente Gebäude in einer nachhaltigen Welt

Neues Technisches Komitee *Smart & Sustainable Constructions*

Unsere Gesellschaft unterliegt einem ständigen Wandel. Das ist schon lange kein Geheimnis mehr. Wir müssen jedoch feststellen, dass diese Veränderungen immer schneller vonstattengehen.

Das Internet und die aufkommende Digitalisierung haben unser tägliches Leben in vielerlei Hinsicht durcheinandergeschüttelt. Die neuen Technologien haben zur Folge, dass es mehr **Interaktion zwischen den Geräten und den Nutzern** gibt, wodurch neue Anwendungen und Dienste entstanden sind. Man merkt, dass die Gebäude beim Neubau und bei der Renovierung in vernetzte und intelligente Bauwerke umgewandelt werden, die nicht nur mit ihren Nutzern, sondern auch untereinander, interagieren. Das Zeitalter der *Smart Buildings* ist angebrochen, und zwar während sich unsere Städte nach und nach in *Smart Cities* verwandeln.

Die Entwicklung hin zu intelligenten Technologien stellt natürlich kein Ziel an sich dar. Es geht darum, **dass die *smarte* Technologie in den Dienst des Nutzers und der nachhaltigen Entwicklung der bebauten Umgebung gestellt wird**. Denn intelligente Technologien können nicht nur zu einer Verringerung des Energieverbrauchs und einer Erhöhung des Komforts der Nutzer, sondern auch zu einem verantwortungsvolleren Materialverbrauch, einer besseren Verwaltung und Instandhaltung sowie zu Kreislaufwirtschaft und der Anpassbarkeit von Wohnungen führen.

Diese Revolution wird im Laufe der nächsten Jahre mit dem Aufkommen von unzähligen **neuen Diensten** zugunsten der Nutzer einhergehen. Für die Bauunternehmer können diese neuen Technologien einen **Motor für die Entwicklung** ihrer Tätigkeiten darstellen. Diese Veränderungen werden jedoch auch viele Herausforderungen mit sich bringen, weil sie die heutigen Geschäftsmodelle der meisten Unternehmen völlig verändern.

Um den Baufachleuten bei diesem Wandel beizustehen und einen globalen Ansatz für den Übergang zu nachhaltigen und intelligenteren Gebäuden und Städten vorschlagen zu können, **hat das WTB die Initiative ergriffen und das neue technische Komitee *Smart & Sustainable Constructions* ins Leben gerufen**.

Aufgabe dieses neuen technischen Komitees ist es, den gesamten Sektor und die Bauunternehmer im Besonderen bei der Ausführung nachhaltiger und intelligenter Bauwerke zu unterstützen. Es wird alles daransetzen, dem Sektor die erforderlichen Instrumente zu liefern, damit dieser die durch den Wandel bedingten Veränderungen in der Praxis erfolgreich durchführen kann.

Diese Veränderungen werden für den Bauunternehmer wesentlich sein, wenn er **seine Schlüsselrolle im Bauprozess behalten** will. Sie werden ihn außerdem in die Lage versetzen, sich auf eine positive Weise von seinen Konkurrenten zu unterscheiden, indem er seinen Kunden – unter Schonung der Umwelt und Aufmerksamkeit für die Zukunft des Planeten – bessere Dienstleistungen anbietet.

Eine der Zielsetzungen der europäischen Energieleistungsverordnung (DPEB) ist das Reduzieren des CO_2-Ausstoßes, der mit dem Energieverbrauch von Gebäuden verknüpft wird. In dem Maße, wie der Energieverbrauch sinkt, wird der relative Beitrag der angewendeten Baumaterialien zum ökologischen Gesamtfußabdruck immer wichtiger werden. Um den belgischen Bausektor beim Verringern der Umweltauswirkung seiner Gebäude zu unterstützen, haben die drei Regionen das TOTEM-Tool entwickelt.

Bestimmen der **Umweltleistung** von Gebäuden mit dem **TOTEM-Tool**

Die Umweltauswirkung von Baumaterialien wird immer wichtiger

Für den nicht gedämmten oder schlecht gedämmten Gebäudepark aus den 1970er Jahren ist es vor allem der Energieverbrauch für die Heizung, der die Umweltleistung der gesamten Einheit bestimmt. So repräsentiert die mit dem Energieverbrauch verknüpfte Umweltauswirkung typischerweise über 90 % der Gesamtauswirkung.

Auch für Wohnungen, die den derzeitigen minimalen Energieleistungsniveaus genügen, darf der Einfluss des Energieverbrauchs nicht unterschätzt werden.

Durch die bessere Energieleistung und die zunehmende Menge an (Dämm-) Materialien und Techniken nimmt der relative Beitrag der Materialien bei der Umweltleistung von Gebäuden jedoch zu.

Materialien üben während ihres gesamten Lebenszyklus (d.h. ab der Gewinnung und dem Transport der Rohstoffe bis zur Abfallbehandlung) einen Einfluss auf die Umwelt aus. Die relative Auswirkung der Materialien beträgt bei sehr gut gedämmten, hochleistungsfähigen Gebäuden so ungefähr 50 % der Gesamtumweltauswirkung.

Das TOTEM-Tool

Um den belgischen Bausektor **beim Bewerten und Optimieren der Umweltleistung von Gebäuden zu unterstützen**, haben die drei Regionen das **TOTEM**-Tool (***T****ool to* ***O****ptimise the* ***T****otal* ***E****nvironmental impact of* ***M****aterials*) eingeführt.

Dieses Online-Tool steht seit Februar 2018 kostenlos auf der Website www.totem-building.be zur Verfügung und lässt sich von jedem Bauprofi mit Grundkenntnissen der Lebenszyklusanalyse (LCA) nutzen.

Das TOTEM-Tool eignet sich sowohl für Neubauten als auch für Renovierungen, und zwar für verschiedene Gebäudetypen (Wohnungen, Büros, Schulen …). Das Tool umfasst einen Katalog von mehr als 300 Gebäudeelementen, aus denen der Benutzer bei der Zusammenstellung seines Bauwerks wählen kann. Zusätzlich kann der Benutzer diese Gebäudeelemente nach Wunsch anpassen oder selbst neue Elemente zusammenstellen.

Die dazugehörige Umweltleistung wird anhand einer Reihe von Umweltauswirkungsindikatoren angegeben, die mithilfe einer LCA bestimmt werden (für weitere Informationen über die LCA verweisen wir auf das Infomerkblatt Nr. 64).

Die verwendete LCA-Methodik

Das TOTEM-Tool nutzt eine **LCA-basierte Methodik, die der europäischen Norm NBN EN 15978** ‚Nachhaltigkeit von Bauwerken. Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden. Berechnungsmethode' **entspricht** und an den belgischen Kontext angepasst wurde: die **MMG-Methodik** (*Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen*). Dabei wird der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes, über einen Referenzzeitraum von 60 Jahren, betrachtet (von der Herstellung der Materialien bis zur abschließenden Abfallbeseitigung).

Die Umweltauswirkung wird ausgedrückt durch **17 individuelle Umweltauswirkungsindikatoren** (Klimawandel, Zerstörung der Ozonschicht, menschliche Toxizität, Feinstaubbildung …). **Diese können durch Monetarisierung** (d.h. eine Umwandlung in Euro) **in einen einfachen Umweltscorewert** (Umweltkosten) **umgesetzt werden**, der den Entscheidungsprozess und den Vergleich der Umweltleistung von verschiedenen Alternativlösungen sehr erleichtern kann. Dieser Scorewert entspricht den Kosten, die die Gesellschaft zu tragen hat, um die etwaigen Umweltprobleme zu vermeiden oder zu kompensieren.

Zukünftige Entwicklungen

Kurzfristig ist es das Ziel, das TOTEM-Tool **mit der föderalen BEPD-Datenbank** (*Environmental Product Declaration*) **zu koppeln**, die spezifische Produktdaten enthält (siehe auch Les Dossiers du CSTC 2015/2.3). Auf diese Weise können die Initiativen der Materialhersteller auf dem Gebiet der Umweltleistung in der Praxis aufgewertet werden. Auch die **Kopplung mit BIM-Modellierungsumgebungen und der PEB-Software** wird in der Zukunft weiter ausgearbeitet werden. Um zu vermeiden, dass die Benutzer ihre Daten zweimal eingeben müssen, **lassen sich geometrische Daten** bereits jetzt **über IFC-Dateien einlesen**. Schließlich werden Maßnahmen ergriffen, um nach einer gewissen Zeit ebenfalls **Bausysteme, die den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft entsprechen, und die Wiederverwendung von Materialien berücksichtigen** zu können.

Nutzen für die Baufachleute

Mit dem TOTEM-Tool kann man die Umweltleistung eines Gebäudes auf eine objektive Weise berechnen und einen Einblick in die Auswirkung der verschiedenen Komponenten (siehe Abbildung), der Lebenszyklusphasen oder der Umweltauswirkungsindikatoren erhalten. Dadurch können Baufachleute ab jetzt selbst tätig werden, um **den ökologischen Fußabdruck ihrer Gebäude zu bewerten und zu optimieren**. Zusätzlich können Unternehmen, die sich um die Wahl nachhaltiger Materialien bemühen, darüber **auf eine objektive Weise kommunizieren**. Schließlich stellt die Verfügbarkeit eines belgischen Tools für das Bewerten der Umweltleistungen von Gebäuden, mit der Unterstützung der drei Regionen, ein wichtiger **Schritt auf dem Weg zur Harmonisierung** dar. In unseren Nachbarländern wurde die Berechnung der Umweltleistung eines Gebäudes schon in die Verordnung aufgenommen (in den Niederlanden seit 2012, in Frankreich ab 2020). In Belgien bestehen bis jetzt keine derartigen Verpflichtungen, aber die Behörden verpflichten sich inzwischen, das System in ihre Ausschreibungen und Lastenhefte mit aufzunehmen.

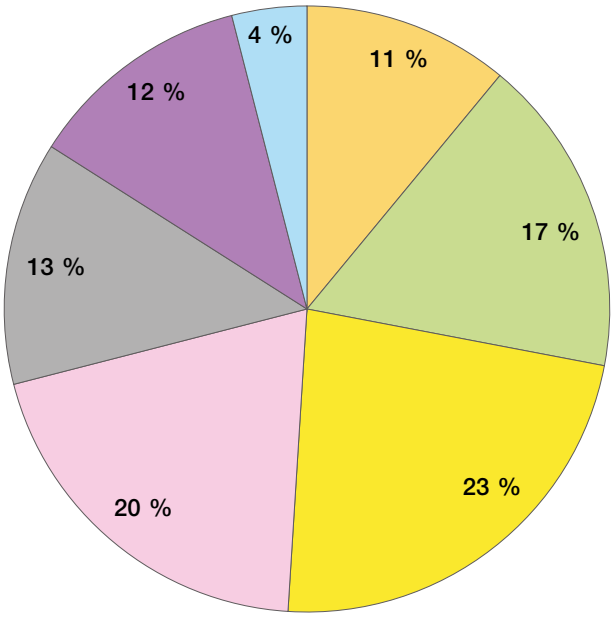
totem
CREATE | EVALUATE | INNOVATE

L. Wastiels, Dr. Ir.-Arch., stellvertretender Laboratoriumsleiter, und L. Delem, Ir., Projektleiter, Laboratorium Nachhaltige Entwicklung, WTB

Dieser Artikel wurde im Rahmen des technologischen Beratungsdienstes ‚Eco-construction et développement durable' in der Region Brüssel-Hauptstadt, mit der Unterstützung von InnovIRIS, verfasst.

Rolle des WTB

TOTEM ist eine gemeinsame Initiative von OVAM, *Bruxelles Environnement* und dem *Service public de Wallonie*. Die Bewertungsmethode wurde in Rücksprache mit dem Sektor entwickelt. Daneben wurde die Mitarbeit diverser wissenschaftlicher Partner, darunter die des WTB, in Anspruch genommen. Das WTB verfügt über eine umfassende LCA-Sachkenntnis und verfolgt die nationalen und europäischen Entwicklungen bezüglich dieses Themas genau. Folglich können unsere Mitarbeiter dem Sektor mit Rat und Tat bei der Bewertung von Umweltleistungen auf Produkt-, Komponenten- oder Gebäudeniveau zur Seite stehen.



Mit dem TOTEM-Tool erhält man einen Einblick in die Umweltauswirkung der verschiedenen Gebäudekomponenten.

- Flachdach
- Bodenplatte
- Geschossdecke
- Außenwand
- Innenwand
- Öffnungen: Außenfenster und -türen
- Öffnungen: Innenfenster und -türen

Der Begriff ‚Kreislaufwirtschaft' genießt immer mehr Aufmerksamkeit. In Europa wird danach gestrebt, die Prinzipien dieses neuen Wirtschaftsmodells bei der Verwaltung und der Verwertung des Erdreichs, das bei Tiefbauarbeiten ausgehoben wird, möglichst gut zu befolgen. Dies ist jedoch nicht so einfach, da in diesem Zusammenhang in jedem Land oder sogar per Region verschiedene Regeln gelten. Die Situation ist für in Wallonien arbeitende Unternehmen noch komplizierter. Denn die Bestimmungen machen die Verwertung eines solchen Erdreichs sehr schwierig.

Verwerten des **Erdaushubs** von wallonischen **Baustellen**

Geltende Anforderungen in Wallonien und Europa

In Wallonien werden **die Umweltanforderungen, denen im Hinblick auf die Verwertung des Erdaushubs von Baustellen genügt werden muss, im Erlass vom 14. Juni 2001 festgelegt**.

Die Schlussfolgerungen nach 15 Jahren praktischer Erfahrung und mehr als 1.350 Analysen von Erdreich, das von über ganz Wallonien verteilte Baustellen stammt, sind aussagekräftig: Fast 70 % des Erdreichs genügen den Anforderungen nicht, die an nicht verunreinigtes Erdreich gestellt werden und können somit nicht ohne vorherige Behandlung in einer nichtindustriellen Zone verwertet werden.

Wenn wir zum Vergleich die Grenzwerte aus der flämischen Bodenverordnung (Vlarebo 2008) heranziehen, dann würden nur 40 % dieses Erdaushubs als verunreinigt betrachtet werden. Ein direkter Vergleich mit anderen europäischen Ländern ist nicht leicht. So basieren die Grenzwerte in Frankreich und Deutschland auf anderen Prüfmethoden. Die niederländische Verordnung über die Bodenqualität beruht wiederum auf dem ‚Status quo'- und dem Einsatztauglichkeitsprinzip. Gemäß dem ‚Status quo'-Prinzip muss der verwendete Erdaushub von einer Qualität sein, die mindestens so gut ist, wie die des aufnehmenden Erdreichs. Nach dem Einsatztauglichkeitsprinzip muss die Qualität des Bodens auf der Baustelle an dessen derzeitige und/oder zukünftige Verwendung angepasst sein. Außerdem werden eine Reihe von Grenzwerten auferlegt. Jedoch lassen sich nur die Werte für die organischen Stoffe mit den in Flandern und Wallonien festgelegten Werten vergleichen. Aus diesem Vergleich geht hervor, dass die niederländischen Grenzwerte weit über denen der belgischen liegen.

Grenzwerte (in mg/kg Trockenmasse) für 10 Schadstoffe (die in Wallonien häufig überschritten werden), unterhalb derer man von nicht verunreinigtem Erdreich in Wallonien, Flandern und den Niederlanden sprechen kann.

Schadstoff	Wallonischer Erlass vom 14. Juni 2001	Flämische Verordnung Vlarebo 2008	Niederländische Verordnung von 2007
Kupfer	50	72	–
Nickel	40	56	–
Blei	70	120	–
Zink	150	200	–
Phenanthren	0,2	30	20
Benzo(a)pyren	0,2	0,3	10
Chrysen	1,0	5,1	10
Fluoranthen	1,2	10,1	35
Benzo(b)fluoranthen	0,5	1,1	–
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,2	0,55	40

> Auf der Grundlage der gegenwärtigen Bestimmungen müssen 70 % des Erdaushubs als verunreinigt betrachtet werden.

In Wallonien führen 10 der 31 zu messenden Schadstoffe in der Regel zu einer Weigerung des Erdaushubs:

- bei den Metallen handelt es sich um Blei, Kupfer, Nickel und Zink
- bei den Kohlenwasserstoffen handelt es sich um Phenanthren, Benzo(a)pyren, Chrysen, Fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren.

Die Grenzwerte, die für diese Parameter in Flandern, Wallonien und den Niederlanden (für die organischen Stoffe) auferlegt werden, sind in der obigen Tabelle zusammengefasst.

Wie wurden die Anforderungen 2001 festgelegt?

Nicht alle Grenzwerte, die in der wallonischen Verordnung von 2001 festgelegt wurden, haben den gleichen Ursprung. Für Blei wurden die Daten bezüglich der Ökotoxizität der Schadstoffe für biologische Bodenorganismen verwendet, und zwar mit dem Wissenstand, der vor 2001 vorhanden war. Für Kupfer und Nickel wurde von einer angenommenen Grundkonzentration an Schadstoffen im Boden der Region Brüssel-Hauptstadt ausgegangen, die mit dem Faktor 2 multipliziert wurde.

Auf welcher Grundlage können diese Grenzwerte neu festgelegt werden?

Man muss sowohl die Risiken für die Gesundheit als auch das Risiko bezüglich der Auswaschung (Mitführen von giftigen Stoffen im Boden) **berücksichtigen**. Es stehen gegenwärtig neueste Daten bezüglich der Ökotoxizität der Schadstoffe zur Verfügung, die man zugrunde legen kann. Auch die Alterungswirkungen der Schadstoffe im Boden müssten berücksichtigt werden.

Die Valseco-Studie

Das *Centre de recherches routières* (CRR) und das WTB haben eine Studie namens Valseco in Auftrag gegeben, deren Ziel es war, zu überprüfen, ob die wallonischen Grenzwerte für die zehn oben erwähnten Schadstoffe, ohne zusätzliche Risiken für die Gesundheit der Bevölkerung und die Umwelt neu festgelegt werden könnten.

Den Schlussfolgerungen zufolge könnte dies tatsächlich der Fall sein. So ließe sich beispielsweise der Grenzwert für Nickel von 40 mg/kg auf 93 mg/kg erhöhen. Wir dürfen uns daher auf einschneidende Änderungen gefasst machen. **Wenn wir uns auf die neuen vorgeschlagenen Grenzwerte basieren, würden gerade mal 35 % des Erdaushubs nicht den Bestimmungen entsprechen**.

Im Idealfall müsste auch die lokale geologische Beschaffenheit von Wallonien berücksichtigt werden. Denn natürliche Anomalien können örtlich zu ziemlich hohen Werten für bestimmte Schwermetalle führen. So sind beispielsweise Blei und Zink im Osten unseres Landes in hohem Maße auf natürliche Weise vorhanden.

Schließlich sind unbedingt Abladeplätze notwendig, wo das nicht den Bestimmungen entsprechende Erdreich im Hinblick auf dessen spätere Behandlung gesammelt werden könnte. Daran besteht gegenwärtig nämlich ein großer Mangel.

V. Pollet, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Materialien, Technologie und Hülle, WTB
Y. Hanoteau, M. Sc. Geol., Leiter der Abteilung Beton, Geotechnik, Umwelt und Oberflächencharakteristiken, CRR

Die Langfassung dieses Artikels ist verfügbar unter www.cstc.be:
Les Dossiers du CSTC 2017/4.17

Die Verwendung von unbemannten Luftfahrzeugen oder Drohnen ist stark im Kommen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt werden in Belgien vor allem Fotos und Videoaufnahmen mithilfe von Drohnen gemacht. Aber es sieht danach aus, dass diese Geräte in der Zukunft ein vielseitiges Hilfsmittel für die Bauunternehmer werden.

Nutzen von **Drohnen** für den **Dachdecker**

Was ist schon jetzt möglich?

Indem man Drohnen mit Kameras ausstattet, kann man heute leicht sehr gute Fotos von schwer zugänglichen Stellen, wie z.B. Dächern, machen. Man denke dabei bloß an die Inspektion eines Kamins oder des Dachfirsts. Aber wer der Meinung ist, dass Drohnen nur eingesetzt werden können, um schöne Bilder zu machen, ist schnell auf dem Holzweg.

Wenn Fotos vom vollständigen Dach oder von einem bestimmten Detail gemacht werden, kann mithilfe von Software ein 3D-Modell erstellt werden. Mittels einer vorprogrammierten Flugplanung ist es sogar möglich, die kompliziertesten Dachoberflächen im Nu automatisch zu fotografieren. Das daraus resultierende 3D-Modell kann danach benutzt werden, um Abmessungen zu bestimmen oder die Ebenheit einer Dachfläche zu bewerten. Und das alles, ohne dass man selbst auf das Dach steigen muss.

In Abhängigkeit des gewählten Kameratyps können auch noch andere Daten, wie z.B. Wärmebilder, gesammelt werden. Diese können wiederum für spezifische Kontrollen und Untersuchungen genutzt werden. So ist es heute schon möglich, das Vorhandensein einer Wärmedämmung in Dächern oder das ordnungsgemäße Funktionieren von Solarplatten zu überprüfen.

Was ist heute noch nicht gestattet?

Die weitere Vermarktung von bestimmten innovativen Drohnenanwendungen wird vorläufig noch durch die bestehende belgische Gesetzgebung eingeschränkt. So ist der Gütertransport nicht gestattet. Ferner darf ein unbemanntes Luftfahrzeug keine Gegenstände abwerfen oder Substanzen sprühen während des Flugs. Es ist ebenso wenig gestattet, Drohnen außerhalb des Sichtfelds der sie steuernden Person fliegen zu lassen.

In einigen unserer Nachbarländer erlegt der Gesetzgeber weniger Einschränkungen auf, wodurch schon eine breitere Anwendung von Drohnen möglich ist. Wir sehen daher, dass in diesen Ländern neue Anwendungen zum Vorschein kommen, wie z.B. Drohnen mit Sprühanlagen (Frankreich). Solche Drohnen werden gegenwärtig vor allem in der Landwirtschaft eingesetzt. Dachdecker könnten damit jedoch auch Antimoosbehandlungen vornehmen oder Beschichtungen auf Dächern anbringen.

In der Schweiz wird im Laufe dieses Jahres wiederum ein Transportsystem für den Austausch von Medikamenten und Laborproben zwischen Krankenhäusern mithilfe von autonom fliegenden Drohnen eingeführt werden.

Ein letztes interessantes Beispiel scheint uns die Videoüberwachung auf der Baustelle zu sein. Diese wäre mithilfe von gefesselten Drohnen (engl. ‚Tethered Drones') möglich. Das sind mit einer Bodenstation und einem Kabel versehene Drohnen, die damit eine kontinuierliche Stromzufuhr erhalten. Solche Geräte können so während einer längeren Zeit in der Luft bleiben, im Gegensatz zu Geräten mit einer Batterie. Diese Technik wird jetzt schon von Polizei- und Wachdiensten bei Großveranstaltungen eingesetzt. Der Schritt hin

3D-Modell, das mithilfe einer spezifischen Software erstellt wurde, basierend auf einer großen Zahl von aufgenommenen Fotos.

zu einer Überwachungskamera über der Baustelle ist daher nicht so groß. Es liegt jedoch auf der Hand, dass diese Anwendung, solange ein Gerät nicht ohne Pilot fliegen darf, nicht wirklich rentabel ist. Das Aufnehmen von Überwachungsbildern aus der Höhe könnte auch gegen das derzeitig geltende ‚Kameragesetz' verstoßen.

Was erwarten wir morgen?

Die immer größer werdende Nutzung von Drohnen stellt eigentlich nur einen der Aspekte des allgemeineren Trends zur Robotisierung dar, die gegenwärtig stattfindet. Dies kommt zum Ausdruck durch die blitzschnelle Entwicklung auf dem Gebiet der Sicherheit, Autonomie, Leistungsstärke, Kompaktheit, Funktionalität usw. von Drohnen. Auch die Art der Informationen, die gesammelt werden können, wird stark ausgedehnt werden. Wir erwarten daher, dass Drohnen in Kürze die Arbeit des Dachdeckers stark vereinfachen können.

Man denke dabei bloß an Geräte, die:

- sehr schnell und autonom **Informationen** für die Erstellung von besseren Preisangeboten **sammeln** können
- den **Fortschritt und die Qualität der Arbeiten festlegen** und gegebenenfalls mit einem BIM-Modell vergleichen können
- **Beschädigungen oder das Moos-wachstum erkennen** können, wodurch eine sehr lokale Instandsetzung oder Behandlung möglich ist
- **Materialien** (oder erforderliches Gerät) bis auf das Dach **transportieren** und diese sogar montieren können
- die Baustelle **überwachen** können.

Untersuchung

Dass Drohnen eine wichtige Rolle auf der Baustelle der Zukunft spielen werden, steht für uns außer Frage. Das WTB hat daher in den vergangenen Monaten verschiedene Projekte (mit) initiiert oder eingereicht. So können wir unseren als Bauunternehmer tätigen Mitgliedern, bei diesen neuen Entwicklungen und zukünftigen Anwendungen auf der Baustelle mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Es wurden unter anderem Projekte zu folgenden Themen initiiert:

- 3D-Vermessungen anhand von Digitalfotos (*)
- Neue Arbeitsmethoden auf der Baustelle mithilfe des Einsatzes von Drohnen
- Fortgeschrittene und automatisierte 3D-Flugplanung …

L. Geerts, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB
S. Dubois, Dr. Ir., Projektleiter, Laboratorium Renovierung, WTB

(*) Weitere Informationen über den derzeitigen Stand der Dinge finden Sie im Innovation Paper ‚Le relevé géométrique à haute définition – La numérisation 3D à l'heure du BIM'.

Die Befestigung von Dämmplatten auf einem Flachdach kann auf unterschiedliche Weise erfolgen: in Form einer losen Verlegung mit Ballast, einer mechanischen Befestigung oder einer Verklebung. Die Wärmedämmung auf Flachdächern wird immer häufiger mit synthetischen Kaltklebern auf Basis von Polyurethan (PU) verklebt. Obwohl diese Technik in der Praxis ziemlich leicht anwendbar ist, muss man – zum Erreichen einer guten Haftung – doch dabei eine Anzahl zu beachtender Punkte berücksichtigen.

Verklebung von **Dämmplatten** mit **PU-Kleber** auf **Flachdächern**

Anwendbare PU-Klebertypen

Zuerst möchten wir betonen, dass nicht jeder PU-Klebertyp für das Verkleben von Dämmplatten auf Flachdächern geeignet ist. Es wird folglich empfohlen, nur die Kleber zu verwenden, die in der Einsatztauglichkeitsbescheinigung (ATG oder gleichwertig) der Dämmstoffe erwähnt sind oder aber Kleber, die selbst über eine solche Bescheinigung verfügen.

Es gibt drei Sorten PU-Kleber, die in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen sind:

- **flüssig aufgetragene PU-Kleber**
- **Einkomponenten-PU-Schäume (1C)**
- **Zweikomponenten-PU-Schäume (2C)**.

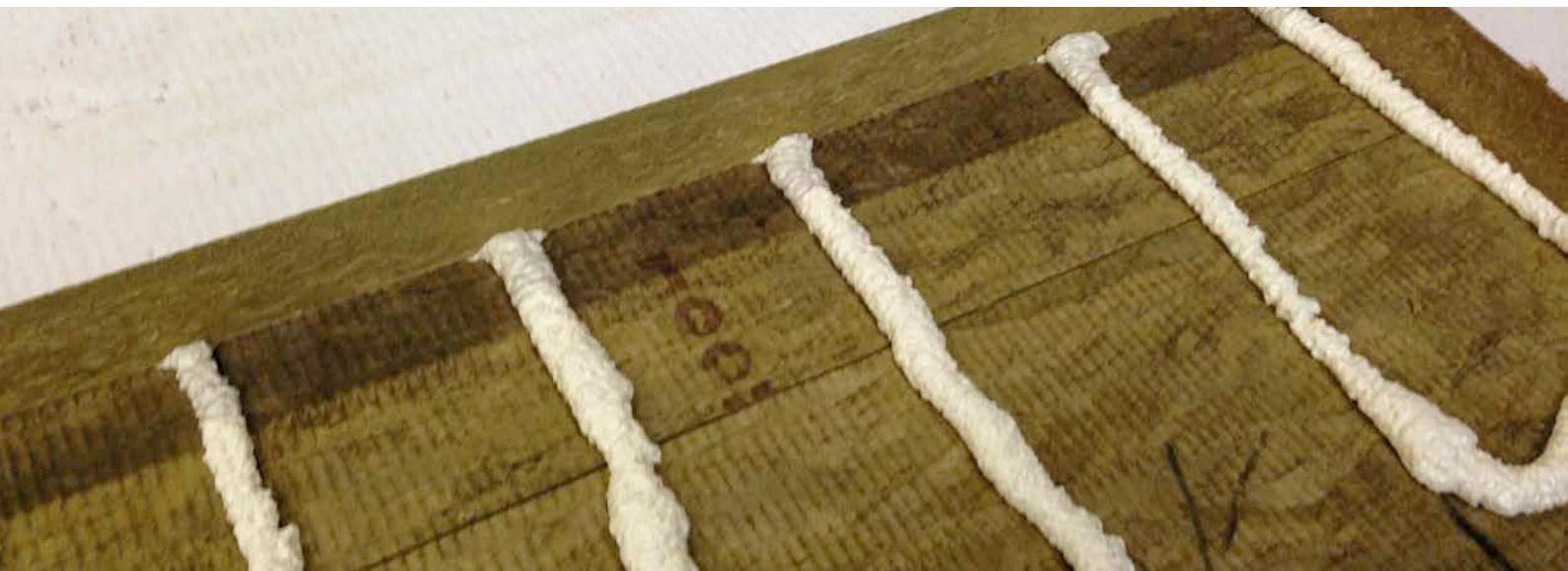
Der Untergrund

Mit PU-Schäumen lassen sich in der Regel Höhenunterschiede des Untergrunds ausgleichen. Flüssig aufgetragene PU-Kleber sind dazu viel weniger in der Lage und erfordern einen äußerst ebenen Untergrund. Dadurch sind sie in der Praxis für die Verklebung von Dämmplatten auf Flachdächern meistens weniger empfehlenswert. Wenn die in der TI 215 angegebenen Toleranzen bezüglich des für die Verklebung von Dämmplatten dienenden Untergrunds überschritten werden, besteht jedoch auch bei PU-Schäumen das Risiko eines unzureichenden Kontakts mit dem Untergrund. In dem Fall wird eine vorherige Beseitigung der Toleranzmängel des Untergrunds erforderlich sein (siehe diesbezüglich Les Dossiers du CSTC 2017/3.5), oder man wird eine größere Menge an Kleber auftragen oder sich für eine andere Befestigungsmethode entscheiden müssen.

Verarbeitungsart

Die PU-Kleber (sowohl im flüssigen Zustand als auch in Form von Schäumen) werden einseitig auf der Dachbetondecke, der Dampfsperre, der existierenden Dachdeckung oder einer darunter liegenden Dämmplatte aufgetragen. Dieses Trägermaterial muss sauber sein. Manchmal (z.B. bei staubigen Untergründen) wird man auf eine Grundierung zurückgreifen müssen. **Die Dämmplatten müssen danach in den Kleber gelegt und vor dem Verstreichen der Offenzeit angedrückt werden**. Dies ist die Zeit, die vergeht zwischen dem Zeitpunkt, an dem der Kleber aufgetragen wurde und dem Zeitpunkt, an dem dieser zu trocknen beginnt (Hautbildung). Diese kann, je nach Klebertyp variabel, einige bis zu etwa zehn Minuten betragen. Um eine Unterbrechung der Klebeverbindung zu vermeiden, wird bei PU-Schäumen empfohlen, die Dämmplatten beim Verlegen möglichst wenig zu verschieben.

Die PU-Kleber müssen mit der Kaschierung des Dämmstoffs und dessen Untergrund verträglich sein. Diese Information findet man in der technischen Dokumentation des Herstellers oder in der Einsatztauglichkeitsbescheinigung des Klebers. Im UBAtc-Leitfaden bezüglich PU-Kleber für Dämmstoffe wurde dafür eine Prüfung entwickelt.



PU-Schäume werden im Allgemeinen streifen- oder schleifenweise aufgetragen.

PU-Schäume werden im Allgemeinen streifen- oder schleifenweise aufgetragen. Der Abstand der Schaumstreifen ist von der zu erwartenden Windbelastung abhängig und wird somit in den Rand- und Eckbereichen des Flachdachs kleiner sein als auf dem mittigen Dachbereich. Der Widerstand gegen die Windbelastung auf dem Dach wird anhand von Windkastenprüfungen im Laboratorium bestimmt. Die Ergebnisse dieser Prüfungen kann man in der Einsatztauglichkeitsbescheinigung (z.B. ATG) und/oder in der technischen Dokumentation des Herstellers finden. Gemäß dem UBAtc-Leitfaden können die Windprüfungen um Zugversuche (an der ganzen Einheit, bestehend aus Dämmung, Kleber und Untergrund) ergänzt werden. Dies ermöglicht es, den Windwiderstand, der mit dem Windkasten auf einem bestimmten Untergrund gemessen wurde, auf andere Untergründe zu extrapolieren.

Es ist von äußerster Wichtigkeit, dass die Mindestbreite der Schaumstreifen und die vorgeschriebenen Abstände eingehalten werden!

Aushärtung von PU-Schäumen

Während 1C-PU-Schäume durch eine Reaktion mit der in der Luft und/oder im Untergrund enthaltenen Feuchtigkeit aushärten, härten 2C-PU-Schäume durch eine Reaktion zwischen ihren zwei Komponenten (dem Basisharz und einem Härter) aus.

Die Reaktionszeit von 2C-PU-Schäumen ist recht kurz. Dadurch ist das Begehen der Dämmplatten, die mit einem solchen Schaum verklebt werden, praktisch sofort möglich. Die Aushärtungszeit von 1C-PU-Schäumen kann dagegen manchmal recht lang sein. Diese Dauer ist abhängig von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Luftdichtheit der zu verbindenden Elemente (in dem Maße, wie diese luftdichter sind, wird der Zugang von Feuchtigkeit schwieriger werden, wodurch auch die Aushärtung langsamer erfolgt).

Die Ausführungsbedingungen, bei denen die 1C-PU-Schäume eingesetzt werden dürfen, müssen genau eingehalten werden. So muss die Umgebungs- und Oberflächentemperatur für eine korrekte Aushärtung höher als 5 °C sein. Die Temperatur des eigentlichen PU-Schaums muss bei der Ausführung mindestens 5 °C, und vorzugsweise 10 °C, betragen. Im Winter muss das entsprechende Produkt daher in einem beheizten Raum (und nicht im Lieferwagen oder auf dem Dach) gelagert werden.

Wartezeit vor dem Begehen

Es ist wichtig, in der Einsatztauglichkeitsbescheinigung oder in der technischen Dokumentation des Kleberherstellers zu überprüfen, in welchem Maße sich die Dämmplatten noch verschieben lassen, nachdem sie in den 1C-PU-Schaum eingebracht wurden. Denn es darf bis zur vollständigen Aushärtung des Schaums nicht zu einer Unterbrechung der Klebeverbindung kommen. Die Wartezeit vor dem Begehen der Dämmplatten hängt von der Ebenheit des Untergrunds, der Schaumdichte und der Verarbeitungsart des Schaums ab.

Bei einer Verarbeitung mithilfe einer Spritzpistole darf man die Platten erst begehen, wenn der Schaum vollständig ausgehärtet ist. Dieser Zeitraum ist unter anderem von der Luftfeuchtigkeit und der Umgebungstemperatur abhängig und liegt im Bereich von 30 bis 45 Minuten. Bei niedrigeren Temperaturen wird das Schaum langsamer aushärten. Bei einer Verarbeitung mit einer Spritzlanze wird man eine höhere Schaumdichte (bei größerem Produktverbrauch) erhalten und kann es zu einer leichten Nachschäumung kommen. In dem Fall wird empfohlen, die Dämmplatten sofort zu belasten, beispielsweise durch deren mehrmaliges Begehen.

Plattenabmessungen

Schließlich möchten wir nachdrücklich darauf hinweisen, dass die Plattenabmessungen bei einer verklebten Verlegung der PU-Dämmplatten auf höchstens 1,20 m begrenzt bleiben müssen, und zwar damit man eine ausreichend große Kontaktfläche erhält, die schnelle Aushärtung des Klebers gewährleistet ist und eine übermäßige Krümmung der Platten vermieden wird.

> Flüssig aufgetragene PU-Kleber sind für die Verklebung von Dämmplatten auf Flachdächern meistens weniger empfehlenswert.

E. Mahieu, Ing., Leiter der Abteilung Interface und Beratung, WTB
E. Noirfalisse, Ir., Leiter des Laboratoriums Dämm- und Abdichtungsmaterialien, WTB

Die Technische Information Nr. 218 stellt mittlerweile seit über 15 Jahren ein Referenzdokument für den Parkettleger dar. Durch das Aufkommen von neuen Endbearbeitungsprodukten und die Entwicklung der Verlegetechniken war jedoch für dieses Dokument eine Aktualisierung nötig. Die Fachleute aus dem Sektor haben sich daher der Überarbeitung dieses Dokuments gewidmet, das im Laufe des Jahres 2018 verfügbar sein müsste. Dieser Artikel wurde im Rahmen der Aktivitäten der Normen-Außenstelle ‚Tolérances et aspect' verfasst und gibt eine Übersicht über die Toleranzen, die für Holzbodenbeläge gelten.

Toleranzen für Holzbodenbeläge

In der überarbeiteten TI 218 werden nicht nur **Abnahmekriterien vorgeschlagen, die am Ende der Arbeiten direkt anwendbar sind, sondern auch Toleranzen, die die normalen und natürlichen Bewegungen berücksichtigen, denen das verlegte Holz anschließend ausgesetzt ist**. Wir möchten darauf hinweisen, dass selbstverständlich größere Bewegungen auftreten können, wenn die Umgebungsbedingungen nicht die empfohlenen Grenzen einhalten. So muss man nach der Verlegung des Holzbodenbelags im Rahmen des Möglichen dafür sorgen, dass die Lufttemperatur im Bereich zwischen 15 und 22 °C und die relative Luftfeuchtigkeit im Bereich zwischen 30 und 60 % liegt.

Aussehen des Bodenbelags

Unter normalen Wahrnehmungsgegebenheiten, d.h. auf Brusthöhe und ohne Streiflicht oder Gegenlicht, **darf der Bodenbelag nach dem Anbringen des Endbearbeitungsprodukts keine sichtbare Schleifspuren oder Farbtonunterschiede aufweisen**.

Ein gewisser Farbtonunterschied zwischen den Elementen des Holzbodenbelags muss jedoch als normal betrachtet werden, da dieser aus der natürlichen Beschaffenheit des gewählten Materials resultiert. Wir möchten auch daran erinnern, dass Holz durch das Vorhandensein von natürlichen Unvollkommenheiten (z.B. Ästen) charakterisiert ist und dass man vor dem Beginn der Arbeiten in Absprache mit dem Auftraggeber die gewünschte Handelsklasse (Holzqualität) festlegen muss, um dessen Erwartungen entsprechen zu können. Für Massivparkett mit Nut und Feder ist es beispielsweise die Norm NBN EN 13226, die die akzeptablen Kriterien für verschiedene Holzarten (darunter Eichen) festlegt.

Ebenheitstoleranzen

Die Ebenheitstoleranz ist mithilfe eines geraden, nicht verformbaren Lineals von zwei Meter Länge zu kontrollieren. Dieses muss an seinen Enden mit zwei verschleißfesten Klötzchen von 20 bis 40 mm Seitenlänge und einer Dicke versehen sein, die mit der zu kontrollierenden Toleranz übereinstimmt. Außer wenn die Vertragsdokumente anderslautende Informationen enthalten, sind die maximalen Ebenheitstoleranzen in der nachstehenden Tabelle angegeben. Bei einer geklebten Verlegung auf einem Estrich möchten wir außerdem darauf hinweisen, dass man für den Estrich eine strengere Ebenheitsklasse vorschreiben muss (andernfalls betragen die normalen Ebenheitstoleranzen für einen Estrich 4 mm/2 m).

Höhenunterschied in Bezug auf andere Bodenbeläge

Der Höhenunterschied zwischen einem Holzbodenbelag und einem anderen Bodenbelag darf nicht größer als 1,5 mm sein. Falls dies aber der Fall ist, muss man ein Profil anbringen, mit dem der Anschluss zwischen den verschiedenen Materialien deutlicher auffällt.

Offene Fugen zwischen den Parkettstreifen

Bei der Ausführung ist es gestattet, eine offene Fuge zwischen den Parkettstreifen zu lassen. In der Praxis empfehlen wir jedoch, die Abmessungen dieser Fuge auf die Werte zu begrenzen, die in der Tabelle B angegeben sind. **Zu diesen Werten müssen darüber hinaus**

A | Ebenheitstoleranzen in Abhängigkeit der Verlegeart des Holzbodenbelags.

Vorgesehene Verlegeart des Holzbodenbelags	Ebenheitstoleranz unter dem Lineal von 2 m
Geklebte Verlegung auf einem Estrich oder auf einem Holzunterboden	3 mm
Schwimmende oder genagelte Verlegung (mit Holzunterboden, Mosaikparkett, Mehrschichtsperrholz oder Lagerhölzern)	4 mm
Direkte Vernagelung auf einer Holzbalkenlage	6 mm

B | Offene Fugen bei der Abnahme des Bodenbelags.

Verlegeart und/oder Typ des Bodenbelags	Maximal zulässige mittlere Breite von fünf aufeinander folgenden Fugen	Maximal zulässige Breite einer offenen Fuge
Geklebte Verlegung	0,3 % der Breite des Parkettstreifens	0,5 % der Breite des Parkettstreifens
Genagelte Verlegung	0,4 % der Breite des Parkettstreifens	0,7 % der Breite des Parkettstreifens
Schwimmende Verlegung	0,5 mm	1,0 mm
Hirnholzparkett	0,5 mm	1,0 mm
Hochkantlamellen-Parkett	0,5 mm	1,0 mm

C | Offene Fugen nach dem normalen Arbeiten des Holzes.

Verlegeart und/oder Typ des Bodenbelags	Maximal zulässige mittlere Breite von fünf aufeinander folgenden Fugen	Maximal zulässige Breite einer offenen Fuge
Geklebte Verlegung	1,0 % der Breite des Parkettstreifens	1,5 % der Breite des Parkettstreifens
Genagelte Verlegung	1,0 % der Breite des Parkettstreifens	2,0 % der Breite des Parkettstreifens
Schwimmende Verlegung	1,0 mm	2,0 mm
Hirnholzparkett	2,0 mm	3,0 mm
Hochkantlamellen-Parkett	1,0 mm	1,5 mm

noch die tatsächlichen Dimensionstoleranzen bezüglich der Breite der Parkettstreifen hinzugefügt werden (produktspezifisch). Die mittlere Breite der Fugen stimmt mit dem Mittelwert der Messergebnisse überein, die man für Messungen an fünf aufeinander folgenden Fugen erhalten hat.

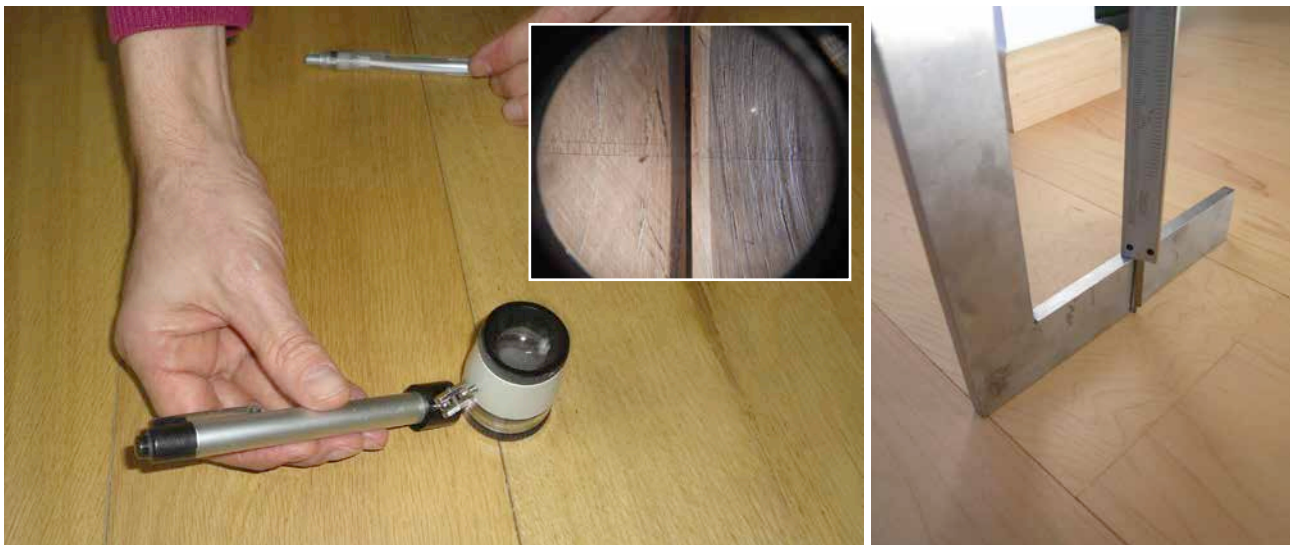
Unter Berücksichtigung des natürlichen Arbeitens des Holzes in einem normalen Klima kann man in einem späteren Stadium, die in der Tabelle C angegebenen Toleranzen verwenden.

Krümmung der Parkettstreifen

Bei der Ausführung beträgt die maximal zulässige Krümmung für ein Parkettstreifen 0,5 % der Breite des Parkettstreifens für Massivparkett und 0,3 % der Breite des Parkettstreifens für mehrschichtiges Parkett.

Nach dem natürlichen Arbeiten des Holzes können diese Werte verdoppelt werden, so dass man für die Krümmung im Allgemeinen Werte akzeptiert, die 1,0 % der Breite des Parkettstreifens für Massivparkett und 0,6 % in allen anderen Fällen entsprechen. I

G. De Raed, Ing., Hauptberater, und F. Caluwaerts, stellvertretender Leiter der Abteilung Technische Gutachten, WTB



Überprüfung von der Fugenbreite (links) und der Krümmung der Parkettstreifen (rechts) bei der Abnahme.

Das WTB wird schon eine Zeit lang mit Fragen in Bezug auf einen besonderen Bruchtyp bei kleinen Isolierverglasungen konfrontiert, die Teil der Außenschreinerarbeiten sind. Es handelt sich dabei stets um Dreifachverglasungen, bei denen die kleinste Glasabmessung ungefähr 500 mm beträgt. Das Problem tritt jedes Mal während sehr kalter und windfreier Zeiträume auf.

Spezifischer **Schadenfall** bei **kleinen Isolierverglasungen**

Die Fälle von Rissbildung bei Außenisolierverglasungen beschränkten sich früher hauptsächlich auf Fälle des Stoßes oder thermischen Bruchs (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/4.9 und die TI 214). Seit kurzem – und **nur während der Winterzeiten mit sehr niedrigen Temperaturen und einem sehr hohen Luftdruck** – stellen wir bei Dreifachverglasungen ([1]) ebenfalls einen anderen leicht erkennbaren Bruchtyp fest (siehe Abbildung 1).

Die Außenverglasung wird dabei systematisch auf eine fast symmetrische Weise (sowohl in der Höhe als auch in der Breite) ‚gebrochen', wodurch mehrere ähnliche gekrümmte Bruchlinien entstehen (siehe Abbildung 2). Wir möchten darauf hinweisen, dass der Bruch spontan auftritt, d.h. ohne spezifische Handhabung des Fensterrahmens, was gewöhnlich auf eine übermäßige mechanische Glasbelastung hindeutet. Im Folgenden wird eine Übersicht über die Parameter gegeben, die dieses Phänomen beeinflussen können.

Ausgangsinnendruck

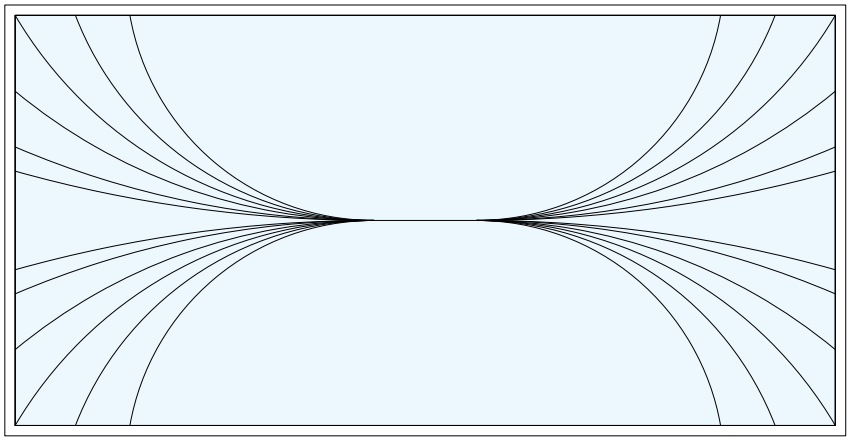
Wenn die Isolierverglasungen zusammengebaut werden, sind die Glasscheiben eben und voneinander durch einen Gaszwischenraum getrennt, der über den gesamten Umfang hermetisch verschlossen ist. Die bei der Herstellung vorliegenden klimatischen und atmosphärischen Bedingungen sind für den Ausgangsinnendruck der Isolierverglasung ausschlaggebend. In der Praxis stimmt dieser Druck mit dem Luftdruck überein, der in der Werkstatt beim Zusammenbau herrscht.

Änderung des Innendrucks

Im Gaszwischenraum einer Isolierverglasung können während der gesamten Lebensdauer Druckänderungen auftreten. Diese werden hauptsächlich verursacht durch die Temperatur- und

1 | Bruchtyp einer Isolierverglasung mit kleinen Abmessungen, der häufig bei winterlichen antizyklonalen Gegebenheiten festgestellt wird.

2 | Grafische Darstellung des fast symmetrischen Bruchs.



([1]) Ein vergleichbares Problem lässt sich bei Isolierdoppelverglasungen mit einem mindestens 24 mm dicken Gaszwischenraum feststellen.

Luftdruckänderungen, sowie durch den Höhenunterschied zwischen dem Ort, wo die Isolierverglasung hergestellt wurde und dem Ort, wo sie eingebaut wird.

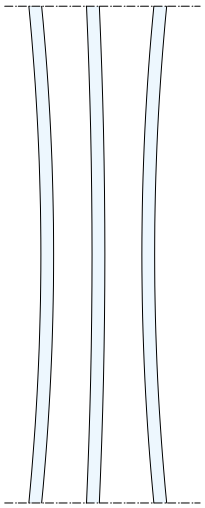
Falls der Ort, wo die Verglasung eingebaut wird, niedriger liegt als der Ort der Herstellung, wird das Bruchrisiko zunehmen.

So nimmt die Verglasung gewöhnlich im Falle eines niedrigen Drucks eine konvexe Form und im Falle eines hohen Drucks (antizyklonale Situation) eine konkave Form an (siehe Abbildung 3), was in der Regel mit den Außenbedingungen übereinstimmt, die man während der kältesten Zeiträume vorfindet (d.i. dem Zeitpunkt, an dem der Glasbruch immer auftritt).

Zusammensetzung der betreffenden Verglasung

Es handelt sich im Allgemeinen um eine Dreifachverglasung mit hohen Wärmeleistungen, die sowohl in einen festeingebauten Fensterrahmen als auch in einen sich öffnenden Flügel eingebaut werden kann.

Die Dreifachverglasungen bestehen meistens aus drei 4 mm dicken Glasscheiben, die voneinander durch zwei 18 mm dicke Gaszwischenräume getrennt werden. Anhand einer theoretischen Untersuchung dieses Phänomens haben wir nachweisen können, dass der Innendruck in einer Dreifachverglasung praktisch mit der in einer Doppelverglasung identisch ist, deren Gaszwischenraum eine Dicke aufweist, die gleich der Summe der Gaszwischenräume der Dreifachverglasung ist.



3 | Konkave Verformung der Verglasung beim Vorliegen eines hohen Drucks.

> Dieser Bruchtyp tritt bei kleinen Isolierverglasungen mit einer Breite von weniger als 600 mm auf.

Abmessungen der Verglasung

Jede Verglasung muss nach der Normenreihe NBN S 23-002 dimensioniert werden. Es wird empfohlen, dabei den Anhang A der Norm NBN S 23-002-2 zu berücksichtigen. Obwohl dieser gegenwärtig nur einen informativen Charakter hat, gestattet er, die Temperaturänderungen der Gaszwischenräume der Isolierverglasungen zu berücksichtigen.

Die Breite der Verglasung ist ein entscheidender Parameter. Bei Verglasungen, deren Breite kleiner als 600 mm ist, liegt in Bezug auf diesen Bruchtyp das größte Risiko vor. Dieses Risiko steigt außerdem noch, in dem Maße, wie das in dieser Verglasung mit kleinen Abmessungen enthaltene Gasvolumen zunimmt. Der Umstand, dass die Verglasung einen Schlankheitsfaktor von etwa 2 aufweist (also die Länge gleich doppelt so groß wie die Breite ist), kann ein erschwerender Faktor sein. Auch der Wärmedurchgangskoeffizient (Ug) kann dabei eine Rolle spielen ([2]). Falls die Verglasung breiter als 600 mm ist, liegt in der Praxis diese Problemstellung für Verglasungen mit einer gängigen Dicke nicht mehr vor.

Dieser Bruchtyp bei winterlichen antizyklonalen Gegebenheiten ist somit typisch für äußerst steife und wenig verformbare Verglasungen, die im Allgemeinen auch kleine Abmessungen aufweisen.

Wir weisen darauf hin, dass die vorstehend angegebenen Dimensionseigenschaften nur für die Verglasungen und die klimatischen Bedingungen gelten, die in Belgien gängig sind bzw. üblicherweise vorliegen. Kugel- und explosionssichere Verglasungen sind ebenso wenig Gegenstand dieses Artikels.

Zu beachtende Punkte

Wenn die verschiedenen in diesem Artikel angeführten Parameter gleichzeitig vorhanden sind, nimmt das Bruchrisiko folglich zu.

Wenn die Architektur des Gebäudes die Anwendung einer Verglasung mit einer Breite von weniger als 600 mm erfordert, muss man darauf achten, dass:

- die Verglasung auf einer Höhe zusammengebaut wird, die fast gleich der – oder niedriger als die – des Ortes ist, an dem die Verglasung später eingebaut wird
- die Breite des Gaszwischenraums nicht größer wird als 24 mm für eine Doppelverglasung oder 12 mm für eine Dreifachverglasung (die Summe der beiden Gaszwischenräume muss kleiner als 24 mm sein)
- die Dicke der mittleren Glasscheibe im Falle einer Dreifachverglasung möglichst klein ist (und nicht größer ist als die der äußeren Glasscheiben), und zwar um einen besseren Druckausgleich über die zwei Gaszwischenräume zuzulassen.

Eine Alternativlösung besteht darin, ein gehärtetes Glas zu verwenden.

Wenn diese Parameter nicht eingehalten werden können oder die Verglasung sehr steif oder sehr dick ist, empfehlen wir, die Isolierverglasung unter Berücksichtigung des Anhangs A der Norm NBN S 23-002-2 (Temperaturänderungen der Gaszwischenräume) zu dimensionieren.

G. De Raed, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB
E. Dupont, Ir., stellvertretender Leiter des Dienstes Spezifikationen, WTB

([2]) Dieses Risiko wird in dem Maße größer, wie der Glasaufbau besser isoliert.

Die Abteilung Technische Gutachten des WTB erhält regelmäßig Fragen in Bezug auf das Auftreten von schwarzen Ablagerungen in Wohngebäuden. Diese sind in den Räumen als schwarze Verfärbungen sichtbar und erscheinen im Allgemeinen während oder direkt nach der Winterzeit und hauptsächlich in Neubauten oder kürzlich renovierten Gebäuden. Allerdings wird dieses Phänomen in einigen Fällen auch längere Zeit nach dem Errichten des Gebäudes festgestellt. Ziel dieses Artikels ist es, die Merkmale und die Ursachen der oben erwähnten Ablagerungen zu erläutern und außerdem einige Maßnahmen vorzuschlagen, mit denen sich das Risiko, dass dieses Phänomen auftritt, reduzieren lässt.

Schwarze Ablagerungen in Wohngebäuden

Merkmale

Häufig denkt man beim Auftreten der schwarzen Verfärbungen an Schimmelbildung. Diese Verwechslung ist verständlich, da die Schimmelbildung ebenfalls in kälteren Zeiten und in wenig gelüfteten Räumen auftritt. **Schimmelsporen lassen sich im Allgemeinen jedoch mit verdünntem Bleichwasser entfernen (Dossier du CSTC 2015/2.9), während diese Reinigungsmethode nicht bei den schwarzen Ablagerungen, die Gegenstand dieses Artikels sind, angewendet werden kann.** Eine wirksame Behandlung zur Entfernung dieser Verfärbungen zu finden, die von ihrer Beschaffenheit eher fettig sind, ist nicht so leicht.

Außerdem bildet sich der Schimmel meistens an anderen Stellen als die schwarzen Ablagerungen. Denn zur Schimmelbildung kommt es vor allem in den Zimmerecken, in Höhe der Wärmebrücken oder hinter Möbeln, die an Wände mit einer niedrigen Oberflächentemperatur gestellt wurden. **Die schwarzen Ablagerungen werden dagegen im Allgemeinen an Wandflächen und Zimmerdecken oberhalb der Heizelemente festgestellt.** Man trifft das Phänomen ebenfalls an porösen Materialien an, die eine etwas niedrigere Oberflächentemperatur aufweisen (siehe Abbildungen 1 und 2). Die Ablagerungen werden manchmal auch an Vorhängen, Kunststoffleuchten und Möbeln festgestellt.

1 | Sichtbare schwarze Ablagerungen oberhalb eines Heizelements.

Art der schwarzen Ablagerungen

Das Phänomen, das den in diesem Artikel betrachteten dunkelfarbigen Ablagerungen zugrunde liegt, wird auch ‚*Fogging*', ‚*Black Magic Dust*', ‚*Black Soot Phenomenon*' oder ‚*Black Dwellings Phenomenon*' genannt. Diese Erscheinung ist sehr komplex und bis jetzt gibt es keine universelle Theorie, die alle Beobachtungen erklären kann. **Es ist dennoch offensichtlich, dass die Ablagerungen durch Schmutzpartikel verursacht werden, die sich mit schwerflüchtigen organischen Verbindungen (*Semi Volatile Organic Compounds*, SVOC) verbinden.** Entweder diese Elemente verbinden sich in der Luft und lagern sich dann auf der Oberfläche ab oder die Schmutzpartikel bleiben auf einem auf der Oberfläche vorhandenen SVOC-Film ‚kleben'. Die Bildung der Ablagerungen wird noch durch turbulente Luftströmungen unterstützt, die

2 | Schwarze Ablagerungen auf dem Innenputz einer Außenwand, die durch das Entfernen eines Gemäldes deutlicher sichtbar werden.

die gegebenenfalls schon gebundenen Partikel in Bewegung versetzen. Dies erklärt, warum die Ablagerungen typischerweise oberhalb von Heizelementen festgestellt werden können.

Die Schmutzpartikel können von vielfältiger Art sein. Häufig betrifft es Staubpartikel, die unvermeidlich im Gebäude vorhanden sind, und zwar sicher kurz nach den Neubau- oder Renovierungsarbeiten. Es können jedoch auch andere Schmutzpartikel in den schwarzen Ablagerungen enthalten sein. So wurden bei einer Prüfung von einigen Proben unter anderem Rußpartikel nachgewiesen.

Diese Rußpartikel können in der Außenluft vorkommen und sich über die Luftzufuhröffnungen einen Weg zur Innenumgebung bahnen. Dies kann unter anderem der Fall sein, wenn sich das Gebäude in der Nähe einer Industrietätigkeit oder längs einer stark befahrenen Straße befindet. In dem Fall werden die Verschmutzungen hauptsächlich in Höhe der Luftzufuhröffnungen sichtbar sein. Falls dies nicht der Fall ist, sind die Rußpartikel in der Innenumgebung selbst entstanden. Diese können nicht nur durch die Heizungsanlage oder durch ein offenes Kaminfeuer, sondern beispielsweise auch durch Rauchen oder das Brennen von Kerzen erzeugt werden.

SVOC wie Weichmacher und Flammschutzmittel sind in zahlreichen (Bau-) Materialien vorhanden. Sie können unter anderem in Anstrichfarben, Klebstoffen, synthetischen Bodenbelägen, neuen Möbeln, Konsumgütern aus Kunststoff wie Spielzeug usw. als Inhaltsstoffe vorkommen. Diese SVOC werden langsam an die Oberfläche der Materialien wandern und können dann in die Innenluft ausgestoßen werden (Emission). Das Ausmaß, in dem die SVOC von diesen Materialien freigesetzt werden, nimmt in der Regel über die Zeit ab. Dies erklärt, warum man das Phänomen der schwarzen Ablagerungen häufig in neuen oder kürzlich renovierten Wohnungen vorfindet.

Zu ergreifende Maßnahmen

Man muss sich darüber bewusst sein, dass das Auftreten von schwarzen Ablagerungen nicht immer ganz zu vermeiden ist. Denn das Vorhandensein von feinen Staubpartikeln und SVOC in der Innenluft kann nie ganz ausgeschlossen werden. **Man kann jedoch durchaus Maßnahmen ergreifen, um das Risiko des Auftretens dieser Erscheinung etwas zu reduzieren**:

- indem man Baumaterialien mit einer niedrigen SVOC-Emission verwendet, insbesondere für die Innenverkleidung der (Außen-)Wände und Zimmerdecken. In der Praxis ist es für den betreffenden Bauunternehmer jedoch nicht immer leicht, die SVOC-Emission der anzuwendenden Produkte einzuschätzen
- indem man eine geeignete Lüftungsstrategie anwendet (siehe TI 258). Die ausreichende Erneuerung der Innenluft ist nicht nur von äußerster Wichtigkeit für die Gewährleistung eines gesunden Raumklimas, sondern sorgt auch dafür, dass die etwaigen Verschmutzungen, die für die schwarzen Ablagerungen mitverantwortlich sind, schnell nach draußen abgeleitet werden. Zusätzlich sorgt das Lüften des Raums dafür, dass die relative Feuchtigkeit der Innenluft innerhalb der normalen Grenzen (d.h. im Bereich zwischen 30 % und 60 %) bleibt
- indem man die Anzahl der Verbrennungsquellen im Haus begrenzt (das Rauchen von Tabak, das Brennen von Kerzen ...)
- indem man einen leistungsfähigen Filter in das Lüftungssystem einbaut, falls es hauptsächlich die Außenluft ist, die die Ursache für das Vorhandensein der Schmutzpartikel in der Innenumgebung darstellt. Ferner ist auch eine regelmäßige Reinigung der Lüftungskanäle vorzusehen
- indem man vermeidet, dass es in der Wohnung Zonen (Wandflächen, Zimmerdecken ...) mit einer besonders niedrigen Oberflächentemperatur gibt.

Wenn man nach dem Ergreifen all dieser Maßnahmen doch noch mit schwarzen Ablagerungen konfrontiert sein sollte, kann man versuchen, diese Verfärbungen mit Wasser und einem fettlösenden Reinigungsmittel zu entfernen. Wie bereits früher in diesem Artikel erwähnt wurde, kann es manchmal sehr schwierig sein, mit den besprochenen Ablagerungen fertig zu werden. Es wird nicht immer gelingen, die schwarzen Verfärbungen, ohne das Anbringen eines neuen Deckputzes, vollständig zu entfernen. ▮

J. Goovaerts, Ing., Berater, Abteilung Technische Gutachten, WTB

Eine Bauplatte lässt sich definieren als eine Platte mit einem Kern aus Hartschaum, der an beiden Seiten mit einer armierten Zementierung oder einem Klebefilm so versehen ist, dass sie für das Fliesen gebrauchsfertig ist. Für solche verfliesbaren Platten gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten: beim Neubau, bei der Renovierung, für Böden, für Decken, für Wände, und zwar sowohl in Trocken- als auch Feuchträumen. Dieser Artikel ist ihrer Anwendung an Wänden gewidmet und liefert dem als Fliesenleger tätigen Bauunternehmer für deren Verlegung spezifische Informationen.

Bauplatten: vielseitige Untergründe für Fliesen

1 Kenngrößen der Platten

Es existiert auf dem belgischen Markt ein breites Sortiment an verfliesbaren Platten, das von Platten auf Gips-, Faserzement- oder Holzbasis bis hin zu Platten mit einem Kern aus geschäumtem (EPS) oder extrudiertem (XPS) Polystyrol reicht. Für diese gibt es sehr zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten.

Für die Verlegung in Feuchträumen, bei denen die Wasserdichtheit ein wichtiger, zu beachtender Punkt ist, verweisen wir auf Les Dossiers du CSTC 2010/2.11, in denen die verschiedenen Materialwahlmöglichkeiten für das Erzielen eines wasserdichten Ergebnisses besprochen werden, sowie auf Les Dossiers du CSTC 2017/2.9, in denen auf die Wasserfestigkeit von Bauplatten und die Ausführung von bodengleichen Duschen unter anderem mit Plattenmaterial eingegangen wird.

In diesem Artikel liegt die Aufmerksamkeit jedoch auf nicht wasserdichten Bauplatten mit einem EPS- oder XPS-Kern für Wandanwendungen. Solche Bauplatten sind druckfest (› 180 kPa für EPS und › 300 kPa für XPS), wärmedämmend, wenig empfindlich für Schimmelbildung, leicht und einfach verarbeitbar. Sie sind in verschiedenen Dicken verfügbar, und zwar von einigen mm bis einigen cm. Häufig sind neben den großen Platten von ungefähr 2,5 m auf 60 cm auch breitere und/oder kürzere Platten erhältlich.

Die Bauplatten lassen sich mithilfe eines Cutters oder einer Hand- oder Stichsäge schneiden bzw. sägen. Sie sind vorzugsweise, um das Durchbiegen zu vermeiden, trocken und flach liegend auf einer ebenen Fläche zu lagern.

Die meisten Hersteller bieten auch die dazugehörigen Systemkomponenten so an, dass die Platten leicht verlegt werden können: Dicht- und Armierband, Winkelelemente, Dübel, Schrauben, Rosetten, Kleber, Kitte ...

1 | Bauplatten für eine Wandanwendung.

2 Anwendungen

Abhängig von ihrer Dicke können Bauplatten benutzt werden zum Egalisieren von Wänden, als Untergrund für Fliesen oder Putz, für das Realisieren von Trennwänden auf Ständerwerk oder Zwischenwänden, für das Verkleiden von Badewannen, für das Verbergen von Leitungen, für das Verkleiden von Hängetoiletten, für das Gestalten von Nischen und Ablageflächen im Badezimmer, für das Realisieren von Regalen und Schränken usw. Sie können auch zum Ausführen von gewölbten Flächen eingesetzt werden. In dem Fall muss man die Bauplatten so einschneiden,

2 | Bauplatten auf Ständerwerk.

dass sie eine gekrümmte Form annehmen können. Durch diese Arbeitsweise ist unter anderem die Formgebung von Säulen, gewölbten Wänden und Sitzbänken möglich.

2.1 Egalisieren von Wänden

Niveauunterschiede an der Wandfläche – die beispielsweise auf eine Teilverputzung oder eine halbhohe Verfliesung zurückzuführen sind – können durch das Anbringen dünner Bauplatten ausgeglichen werden.

Die Dicke der Bauplatten muss auf die Dicke des bestehenden Belags abgestimmt werden, um dafür zu sorgen, dass der Anschluss zwischen beiden Wandteilen eben sein wird. Die Bauplatten werden auf dem Untergrund vollflächig verklebt, auf den vorher ein geeignetes Vorstreichprodukt (für saugende oder nicht saugende Untergründe) aufgetragen wurde. Die Fugen werden im Allgemeinen mit einem Armierband versehen, um das Rissbildungsrisiko im Ausbaumaterial zu reduzieren.

Falls der Untergrund zwar eben genug ist – d.h. wenn die vorhandenen Niveauunterschiede unter dem Lineal von 2 m kleiner als 5 mm sind –, aber nicht über eine ausreichende Tragfähigkeit verfügt (was bei Wänden mit abblätterndem Anstrich oder bei Vorhandensein von hohl klingenden Putzstellen der Fall sein kann), müssen die Bauplatten mit Dübeln mechanisch verankert werden. Die Dübel müssen ausreichend tief (im Allgemeinen 35 mm) in den Untergrund getrieben werden, um der Bauplatte die erforderliche Stabilität zu verleihen. Es sind mindestens 5 Dübel pro m² vorzusehen, was bei einer Bauplatte mit Standardabmessungen 8 Dübeln pro Platte entspricht.

Bei Zweifeln über die Oberflächenkohäsion des existierenden Untergrunds wird empfohlen, eine mechanische Befestigung der Platten vorzunehmen.

2.2 Ausgleichen von unebenen Untergründen

Bauplatten können auch zum Egalisieren von unebenen Untergründen benutzt werden. Bevor die Bauplatte an der unebenen Wand angebracht wird, muss man die Position der Kleberauftragsstellen beispielsweise durch Durchstechen der Platte kennzeichnen. Nach dem Anbringen des Klebers an den so gekennzeichneten Orten wird die Platte korrekt positioniert und fest angedrückt. Sobald der Kleber in ausreichendem Maße ausgehärtet ist (am nächsten Tag oder schneller, falls mit einem schnell abbindenden Kleber gearbeitet wird), werden durch diese Kleberauftragsstellen hindurch Dübel eingeschlagen, um die Bauplatte zu fixieren. Auch dabei wird die Verwendung von mindestens 5 Auftragsstellen und Dübeln pro m² empfohlen.

Bei dieser Verlegemethode ist es wichtig, dass die Bauplatte eine ausreichende Dicke aufweist (im Allgemeinen mindestens 20 mm). Andernfalls könnte sich die Platte zwischen den Dübeln bewegen, was das Risiko, dass sich diese verzieht, sehr wahrscheinlich macht.

Die Fugen der Bauplatten können mit einem Kleb- und Dichtstoff und/oder einem Armierband versehen werden.

2.3 Realisieren von Trennwänden auf Ständerwerk

Bauplatten können auch auf ein Holz- oder Metallständerwerk geschraubt werden. In dem Fall werden sie als leichte Innenwände betrachtet und müssen somit den Anforderungen der TI 233 genügen. Dieser TI zufolge müssen leichte Innenwände (sowohl Vorsatzwände als auch Trennwände) allen zufälligen statischen oder dynamischen Belastungen standhalten können, die von Personen oder Gegenständen verursacht werden, und zwar ohne, dass dies den vollständigen oder teilweisen Einsturz zur Folge hat. Bei ihrer Leistungsbewertung muss demzufolge sowohl ihre Festigkeit gegen den Stoß eines harten Körpers (z.B. Aufprall der Ecke eines Möbels) oder eines weichen Körpers (z.B. Sturz einer Person gegen die Wand), als auch ihre Festigkeit gegen Belastungen (z.B. Bilder, Lampen, kleine aufgehängte Möbel) berücksichtigt werden.

Wenn die Bauplatten auf ein Holz- oder ein Metallständerwerk geschraubt werden, muss die Mindestplattendicke auf den Höchstabstand der Ständer abgestimmt werden. Die meisten Hersteller schreiben, wenn das Ständerwerk einen Mittenabstand von 60 cm aufweist, Platten mit einer Mindestdicke von 2 cm vor. Falls der Mittenabstand auf 30 cm verringert wird, kann man gegebenenfalls auf dünnere Bauplatten (mit einer Dicke von ca. 1 cm) zurückgreifen. Das technische Merkblatt der Platten muss darüber Auskunft geben.

3 Ausbaumaterialien

Bauplatten können mit den unterschiedlichsten Ausbaumaterialien verkleidet werden, die u.a. von Fliesen aus Keramik oder Naturstein (auch Mosaik) bis zu Putzen reichen. Der Ausführungsgrad der Bauplatten muss auf den Typ des Ausbaumaterials abgestimmt werden.

Einrichtungsgegenstände (z.B. Bücherregale) müssen in der Tragkonstruktion (Metall- oder Holzständerwerk) oder dem tragenden Untergrund befestigt werden. I

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

Seit 2014 müssen die vom Maler angebrachten Spachtelmassen der Norm NBN EN 16566 entsprechen. Dieses Dokument definiert die wichtigsten Kenngrößen von Maler-Spachtelmassen und ermöglicht deren Klassifizierung, und zwar sowohl was das Aussehen als auch die Leistungen betrifft. Es liefert mit anderen Worten einen Austauschrahmen zwischen dem Hersteller und dem Bauunternehmer, ermöglicht, die Produktspezifikationen besser in Abhängigkeit der in Erwägung gezogenen Anwendung zu beschreiben und bietet bestimmte Garantien.

Eine neue europäische Normierung für **Maler-Spachtelmassen**

Trotz ihrer Bedeutung für die Arbeiten des Malers gab es bis vor Kurzem überhaupt keine europäische Norm für Maler-Spachtelmassen. In den Referenzdokumenten für Mauerwerk und für von Innenputzern aufgebrachte Putze wurden diese Produkte ausgeschlossen und auch in den Normen über Anstrichfarben wurde nicht auf sie eingegangen. Sie waren nur Gegenstand einer kleinen Anzahl von nationalen Normen (z.B. der französischen Norm NF T 30-608). Dank der Norm NBN EN 16566 ist diese Lücke auf europäischer Ebene jetzt geschlossen.

Anwendungsgebiet

Die Norm definiert die wichtigsten Kenngrößen und Spezifikationen für die vom Maler verwendeten Spachtelmassen. Sie gilt sowohl für Spachtelmassen für die Innen- als auch für die Außenanwendung, und zwar unabhängig davon, ob es sich z.B. um ein Produkt in Pulver- oder Pastenform, ein Produkt auf Lösungsmittel- oder Wasserbasis, ein Ein- oder Mehrkomponentenprodukt, ein glattes oder strukturiertes Produkt handelt, das manuell oder maschinell aufgebracht wird.

Die Norm gilt für alle Spachtelarten, die bei der Vorbereitung von Malerarbeiten oder der Anbringung von Tapeten verwendet werden: Füllspachtel, Rohbearbeitungsspachtel, Glättspachtel ... Sie deckt auch Dekorspachtelmassen ab, die vom Maler aufgebracht werden. Diese Letzteren werden im Allgemeinen mit der Bürste oder der Rolle oder mithilfe von spezifischen Hilfsmitteln aufgebracht, deren Ziel es ist, einen besonderen Effekt zu erzeugen.

Die Norm deckt dagegen nicht die Spachtelmassen für Holz und für Metalle, die von Innenputzern aufgebrachte Putze, die für das Verfugen von Gipsplatten eingesetzten Materialien, die Bindemittel (Kleber) für Gipsfliesen, die Kitte usw. ab.

Technische Spezifikationen

Die Norm definiert eine Anzahl von Kenngrößen und Klassen, die eine schnelle Bewertung der wichtigsten Eigenschaften der Spachtelmassen und einen Vergleich der verschiedenen Produkte untereinander ermöglichen. Diese Kenngrößen beziehen sich auf die allgemeine Beschreibung der Spachtelmasse, ihr Aussehen und ihre technischen Leistungen. Das Ganze ist kodifiziert: Jede Kenngröße ist mit einem Großbuchstaben assoziiert und die Leistungsklasse, die im Index angegeben wird, wird durch eine Ziffer oder einen Buchstaben ausgedruckt. Die Norm erlegt eine minimale Haftfestigkeit auf und für bestimmte Produkte wie z.B. Außenspachtelmassen wurden spezifische Anforderungen bezüglich des hydrophoben (wasserabweisenden) Verhaltens formuliert.

Die Tabelle auf S. 21 beschreibt kurz die wichtigsten Kenngrößen, die in der Norm vorgesehen sind, sowie die zugeordneten Codes. Für eine vollständige Beschreibung der Werteintervalle, die mit jedem Klassencode verknüpft sind, verweisen wir auf die Norm.

Dieses System wird häufig von den Herstellern angewendet. So können die Eigenschaften einer Spachtelmasse im technischen Merkblatt beispielsweise

Shutterstock

Aufbringen eines Vorbereitungsspachtels.

Wichtigste Aussehenskenngrößen und Leistungskriterien, die in der Norm definiert sind.

Wichtigste Kenngrößen		Code	Klasse	Bemerkungen
Aussehen	Glanz	G	1 bis 3	Für Dekorspachtelmassen.
	Kornverteilung	S	1 bis 4	Macht eine Angabe über die Feinheit und die Textur der Spachtelmasse. Glättspachtel entsprechen der Klasse S_1 und weisen eine feinere Textur als Füllspachtel oder Rohbearbeitungsspachtel auf (in der Regel S_2).
Technische Leistungen	Wasserdampfdurchlässigkeit	V	0 bis 3	Für Außenspachtelmassen. Diese Eigenschaft charakterisiert die (Wasserdampf-)Austauschvorgänge zwischen dem Untergrund und der Atmosphäre. Außenspachtel entsprechen gewöhnlich der Klasse V_1 (große Durchlässigkeit) oder V_2 (mittlere Durchlässigkeit).
	Wasserdurchlässigkeit	W	0 bis 3	Für Außenspachtelmassen. Diese Eigenschaft charakterisiert die Möglichkeit des Eindringens von Wasser. Außenspachtel entsprechen gewöhnlich der Klasse W_1 (große Durchlässigkeit) oder W_2 (mittlere Durchlässigkeit). Hydrophobe Spachtelmassen entsprechen der Klasse W_3 (geringe Durchlässigkeit).
	Rissüberbrückungsfähigkeit	A	0 bis 5	Für Spachtelmassen, die gegen eine mögliche Rissbildung im Untergrund beständig sein müssen.
	CO_2-Durchlässigkeit	C	0 bis 1	Für Spachtelmassen, die mit dem Ziel auf Beton aufgebracht werden, dessen Karbonatisierungsgeschwindigkeit zu verringern. Solche Spachtelmassen müssen der Klasse C_1 entsprechen.
	Beständigkeit gegen Nassscheuern	R	A bis D	Diese Eigenschaft gestattet es hauptsächlich, die Beständigkeit von Dekor-Innenspachteln gegen eine wiederholte Reinigung (Abwaschbarkeit) zu bewerten. Die leistungsfähigsten Produkte entsprechen der Klasse R_A.

> Diese Norm definiert die wichtigsten Kenngrößen der vom Maler verwendeten Spachtelmassen.

folgendermaßen angegeben werden: $G_1S_1V_2W_2A_0C_0R_A$.

In dem Fall handelt es sich um eine glänzende, feinkörnige Spachtelmasse mit einer Wasserdampfdurchlässigkeit im Bereich zwischen 15 und 150 g/(m².d), einer Wasserdurchlässigkeit im Bereich zwischen 0,1 und 0,5 kg/(m².$h^{0,5}$), ohne Anforderung bezüglich der Rissüberbrückungsfähigkeit und der CO_2-Durchlässigkeit, und mit einer Beständigkeit gegen Nassscheuern von Klasse A.

Je nach Verwendung der Spachtelmasse werden bestimmte Kenngrößen nicht anwendbar sein (siehe Tabelle). So hat die Anforderung bezüglich der Wasserdampfdurchlässigkeit für einen Vorbereitungsspachtel für die Innenanwendung überhaupt keine Bedeutung. Dies gilt gleichermaßen für einen Füllspachtel für die Außenanwendung, da dieser nur an lokalen Stellen angebracht wird.

Vorteile und Grenzen der Norm

Die Norm NBN EN 16566 ermöglicht es, einen Austauschrahmen zwischen dem Hersteller und dem Maler zu definieren. Ferner versetzt sie den Architekten und den Bauherrn in die Lage, die wichtigsten Leistungskriterien des Produkts in Abhängigkeit der beabsichtigten Anwendung zu beschreiben. So gestattet sie, die Wasserdampfdurchlässigkeit der Spachtelmasse sowie die Kenngrößen der Anstrichfarbe auf bestimmten empfindlichen Untergründen zu berücksichtigen. Schließlich werden Anforderungen an die Mindesthaftfestigkeit formuliert, was einige Garantien bietet.

Manche Vorschläge der Norm könnten selbstverständlich noch verschärft werden. Denken wir hierbei nur einmal an einem Außenspachtel, bei dem sich die Dauerhaftigkeit bei Vorhandensein von Gips verringern kann, und zwar trotz des Umstandes, dass in der Norm Alterungszyklen vorgesehen sind.

Ferner ist die Norm NBN EN 16566, ebenso wenig wie die Normen NBN EN 13300 und NBN EN 1062 für Dekoranstrichfarben, nicht harmonisiert. Ihre Verwendung ist somit nur vom Wohlwollen des Herstellers abhängig. Ebenso wie es für Anstrichfarben der Fall ist, möchten wir dennoch unterstreichen, dass die Spezifikation der Kriterien der Norm durch die Maler oder die Bauherren (z.B. in den Lastenheften) deren allgemeinen Anwendung in den technischen Merkblättern nur fördern kann, wodurch man schnell eine klare Vorstellung von den wichtigsten Leistungen einer Maler-Spachtelmasse erhalten kann.

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

Manche Appartementhäuser sind mit individuellen Heizkesseln ausgestattet, die an einem kollektiven Rauchgaskanal angeschlossen sind. Wenn ein oder mehrere dieser Geräte ersetzt werden müssen, ist es nicht immer einfach, eine Lösung zu finden, die alle Miteigentümer zufriedenstellt. Ziel dieses Artikels ist es, Antworten auf einige Fragen zu geben, die bei Interventionen dieser Art auftreten.

Austausch von **individuellen**, an einem **kollektiven Rauchgaskanal** angeschlossenen **Gaskesseln**

Kann man in einem Appartementhaus, das mit einem kollektiven Rauchgaskanal vom *Shunt*-Typ (1) ausgestattet ist, ganz einfach einen Heizkessel vom Typ B_{11} oder B_{11BS} durch einen Brennwertkessel ersetzen?
Nein, ein Kanal vom *Shunt*-Typ ist nicht für Brennwertkessel geeignet. Solche Kessel könnten den Zug des Kanals ändern, ein Risiko in Bezug auf Rauchrückschlag durch den Zugunterbrecher von anderen Geräten hervorrufen, deren Übergang in einen sicheren Betriebszustand zur Folge haben oder die Ursache für Kondensatbildung sein, wodurch Schäden am Kanal selbst oder an den angrenzenden Wänden auftreten können.

Ein Kessel vom Typ B_{11} oder B_{11BS} lässt sich jedoch durchaus durch einen anderen Kessel vom Typ B_{11BS} ersetzen. In dem Fall werden die angeschlossenen Geräte in energetischer Hinsicht weniger leistungsfähig sein.

Es gibt gegenwärtig Lösungen auf dem Markt, die den Übergang zur Installation von Brennwertkesseln zulassen, und zwar indem man entweder den *Shunt*-Kanal renoviert oder einen neuen Kanal installiert. Bei diesen Lösungen kann man die existierenden Geräte individuell und allmählich austauschen.

(1) Siehe Definition im Kasten auf der nächsten Seite.

> Weder die Ökodesign-Richtlinie noch die regionalen PEB-Verordnungen enthalten die Verpflichtung, einen Brennwertkessel zu installieren.

Besteht nach der Ökodesign-Richtlinie nicht die Pflicht, ausschließlich Brennwertkessel zu installieren?
Nein. Es wird häufig – zu unrecht – auf die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG verwiesen, um die obligatorische Installation eines Brennwertkessels zu rechtfertigen. In diese Richtlinie wurde allerdings keine solche Verpflichtung aufgenommen. Dies gilt ebenso wenig für die regionalen Energieleistungsverordnungen für Gebäude (PEB).

Die Verordnung Nr. 813/2013 der Europäischen Kommission, zur Durchführung der oben erwähnten Richtlinie, gestattet das Auf-den-Markt-Bringen von Kesseln, die keine Brennwertkessel sind und die für die existierenden *Shunt*-Kanäle spezifisch bestimmt sind. Diese Kessel müssen eine saisongebundene Energieeffizienz von mindestens 75 % aufweisen (seit dem 26. September 2015) sowie einen begrenzten Stickoxid-Ausstoß (ab dem 26. September 2018).

Ratschläge für die Miteigentümer

Ein kollektiver Kanal gehört zum Miteigentum. Für jede Intervention an diesem Kanal muss daher das vorherige Einverständnis der Miteigentümer vorliegen.

In technischer Hinsicht sind leistungsfähige Lösungen für die Renovierung von *Shunt*-Kanälen vorhanden. Das hauptsächliche Problem liegt darin, zu einem Einverständnis unter den Miteigentümern zu kommen. Deshalb könnte es nützlich sein, die Gebäudeverwalter von der Wichtigkeit zu überzeugen, den Austausch von alten Heizkesseln vom Typ B_{11} oder B_{11BS} einzuplanen und zu budgetieren.

Manche Hersteller und Importeure haben sich entschieden, die Produktion und den Verkauf von Heizkesseln vom Typ B_{11BS}, die für existierende *Shunt*-Kanäle bestimmt sind, fortzusetzen. Andere haben beschlossen, diese Art der Tätigkeiten einzustellen, um sich auf die Brennwerttechnik zu konzentrieren.

Kann man einen Nicht-Brennwertkessel, der an einem kollektiven Kanal vom CLV-Typ ([2]) angeschlossen ist, durch einen Brennwertkessel ersetzen?

Ja, aber nur wenn der Kanal an die neue Konfiguration, die somit sowohl Brennwertkessel als auch Nicht-Brennwertkessel umfassen würde, angepasst ist. Um dies zu überprüfen, muss man:

- **zuallererst eine Inspektion des Kanals** (z.B. mithilfe eines Endoskops) **vornehmen**, um den allgemeinen Zustand zu kontrollieren (Korrosion, Durchbrüche, Dichtungsmängel, Verstopfungen an bestimmten Stellen ...) und um die Art der angewendeten Materialien zu identifizieren
- **eine Berechnung gemäß der Norm NBN EN 13384-2 durchführen**, um zu gewährleisten, dass der – gegebenenfalls allmähliche – Austausch aller Heizkessel während des Prozesses zu keinem Stadium mit den Kenngrößen des Kanals (Zug, Rückschlag, Kondensation, Frost) unvereinbar wäre.

Wenn der Kanal nicht an den Anschluss von Brennwertkesseln angepasst ist, muss man sich für eine der folgenden Lösungen entscheiden:

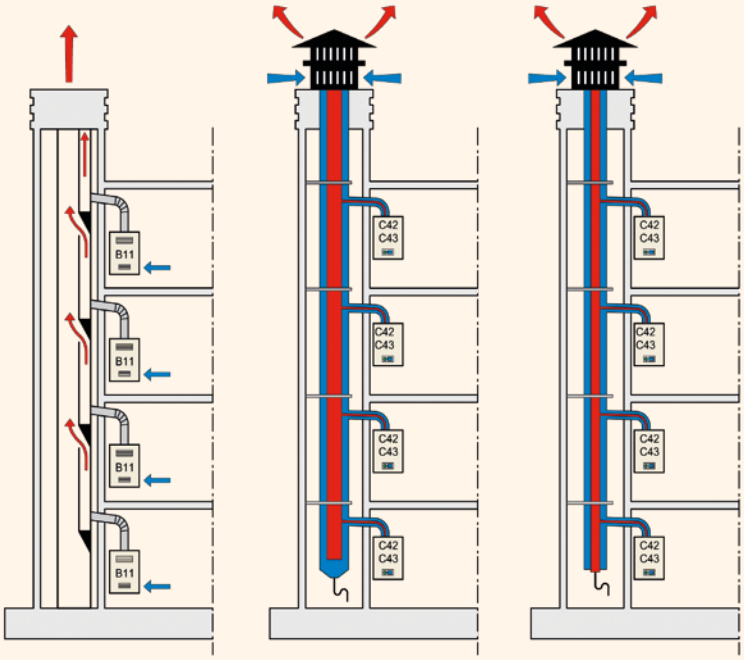
- den Austausch der Nicht-Brennwertkessel durch identische Geräte
- die Renovierung oder den Austausch des kollektiven Rauchgaskanals
- die Anwendung einer anderen Lösung, wie z.B. einer zentralisierten Produktion mithilfe eines Brennwertkessels, eines Wärme-Kraft-Kopplungssystems oder einer Wärmepumpe.

Beispiele für kollektive Kanäle

Kollektive Kanäle gestatten es, mehrere Verbrennungsgeräte wie z.B. Zentralheizungskessel mit oder ohne Sanitärwarmwasser-Erzeugung anzuschließen.

Die nachstehende Abbildung veranschaulicht die folgenden Beispiele für kollektive Kanäle:

- ein ***Shunt*-Kanal** ist ein gemauerter Kanal, an den atmosphärische Kessel mit natürlichem Zug angeschlossen sind, die mit einem Zugunterbrecher (Geräte vom Typ B_{11} oder B_{11BS}) ausgestattet sind. Aus technischer Sicht ist dieser Kanaltyp heutzutage veraltet, weil er weder für häufig vorliegende Kondensationsbedingungen, noch für die Ableitung von Rauchgasen im Überdruckbetrieb entworfen wurde (Fall der Brennwertkessel)
- ein **CLV-Kanal** oder ein vergleichbarer Kanal (LAS, 3CE) ermöglicht über zwei koaxiale oder parallele Kanäle gleichzeitig die Zufuhr von Verbrennungsluft und die Ableitung der Rauchgase. Die ältesten CLV-Kanäle arbeiten mit natürlichem Zug (im Unterdruckbetrieb) und sind nicht immer für die Kondensation geeignet. Die modernen CLV-Kanäle arbeiten im Überdruckbetrieb, damit ihr Durchmesser und der Platz, den sie einnehmen, reduziert wird und sind durchaus für die Kondensation geeignet. Die Geräte, die an einem CLV-Kanal angeschlossen sind, sind vom Typ C_{42} oder C_{43} (geschlossene Geräte) ([3]).



***SHUNT*-KANAL** | **CLV-KANAL FÜR UNTERDRUCK-BETRIEB** | **CLV-KANAL FÜR ÜBERDRUCK-BETRIEB**

V. Jadinon, Ir., Senior-Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten, WTB
X. Kuborn, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB

([2]) Siehe Definition im obigen Kasten.
([3]) Die Definitionen der verschiedenen Kesseltypen (B, C) und der verwendeten Indizes (11BS, 42 ...) wurden in die Norm CEN/TR 1749 aufgenommen (wovon einige Auszüge in die belgische Norm NBN D 51-003 übernommen wurden).

Erneuerbare Energiequellen wie z.B. Solar- oder Windenergie haben Erzeugungsspitzen zur Folge und unterliegen Spitzenbedarfen, die man versucht durch Überdimensionierung des Verteilnetzes (für Elektrizität, Fernwärme, Gas) zu umgehen. Eine Lösung für dieses Problem könnte darin bestehen, die Gebäude nach dem Prinzip der energetischen Flexibilität so zu entwerfen und zu betreiben, dass zum Zeitpunkt, an dem die Energie erzeugt wird, mehr Energie verbraucht wird. Vorläufig gibt es jedoch noch keine Anreize, um die Anwendung dieses Prinzips zu fördern.

Die **energetische Flexibilität** von Gebäuden

Was versteht man unter energetischer Flexibilität von Gebäuden?
Es geht dabei um die Fähigkeit eines Gebäudes, seine Energiebedarfe und seine Energieerzeugung entsprechend den örtlichen Klimabedingungen, den Bedarfen der Nutzer und den Anforderungen des Verteilnetzes anzupassen.

Regelungssysteme, die den Komfort der Nutzer in Gebäuden bei variablen Klimabedingungen und einer sich ändernden Nutzung gewährleisten können, sind sicher nicht neu. Beispiele dafür sind die von der Sonneneinstrahlung abhängige Regelung einer Zentralheizung oder die automatische Steuerung der Sonnenschutzeinrichtungen. Heute geht es jedoch auch zunehmend um eine Interaktion zwischen dem Gebäude und dem Energienetz, dank der Entwicklung von intelligenten Netzen (*Smart Grids*) und intelligenten Gebäuden (*Smart Buildings*).

Damit diese Interaktion möglich ist, muss das Verteilnetz (für Elektrizität, Fernwärme, Gas) ein Signal (z.B. über das Internet) übermitteln, zu dessen Interpretation das Gebäude imstande sein muss und das gegebenenfalls von einer Aktion begleitet sein kann. Dieses Signal entspricht häufig dem Energiepreis. In dem Fall **wird das Gebäude reagieren können, indem es Energie zu dem Zeitpunkt verbraucht, an dem sie am billigsten ist**. Das auf die Heizung eines Gebäudes angewandte Prinzip der energetischen Flexibilität wird in der nebenstehenden Tabelle veranschaulicht.

Was ist der Nutzen der energetischen Flexibilität?
Dank der energetischen Flexibilität lässt sich die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen maximieren, während die Auswirkung auf das Verteilnetz minimal bleibt.

So kann, um dafür ein konkretes Beispiel zu geben, das gleichzeitige Auftreten einer hohen Elektrizitätserzeugung durch Photovoltaikanlagen und eines niedrigen Stromverbrauchs für die Heizung während eines sonnigen Tags zu einer Überlastung des Elektrizitätsnetzes führen. Bei einer Erzeugungsspitze besteht daher die Gefahr, dass manche Photovoltaikanlagen vom Netz getrennt werden, was für die Gesamterzeugung der erneuerbaren Energie nachteilig ist. Es ist möglich diese Spitzen zu reduzieren, indem man die Energie dann verbraucht, wenn sie im Überfluss vorhanden ist. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die üblichen Verbrauchszeiträume in Richtung der zeitlichen Erzeugungsspitzen verschoben werden.

Es ist gleichermaßen möglich, die Betriebszeiten von bestimmten Heizgeräten so zu verschieben, dass diese nicht mit den Zeiten der allgemeinen Bedarfsspitzen des Netzes (typischerweise morgens und abends) zusammenfallen. Dank ihrer Flexibilität können diese Geräte somit dann eingeschaltet werden, wenn die Energie von erneuerbaren Quellen erzeugt wird.

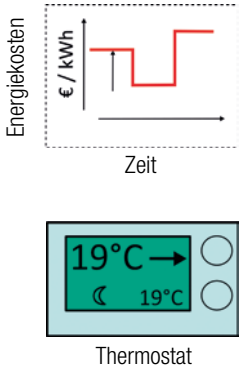
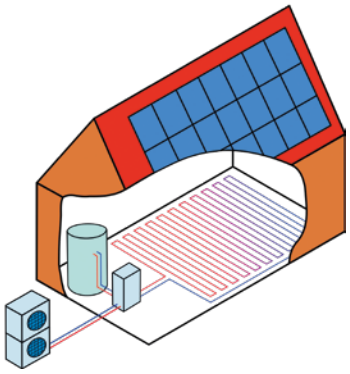
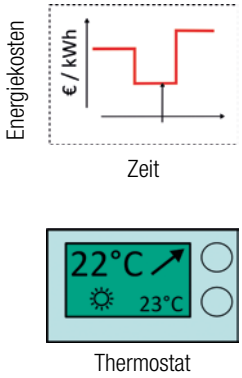
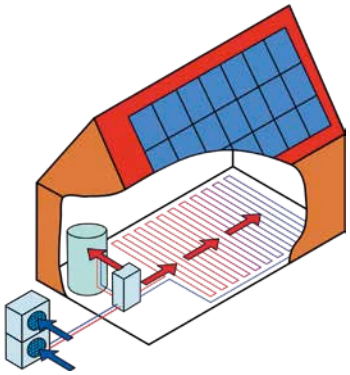
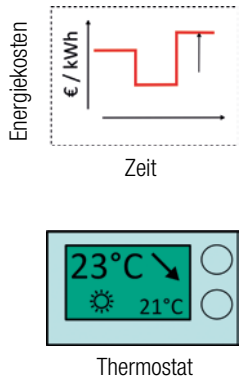
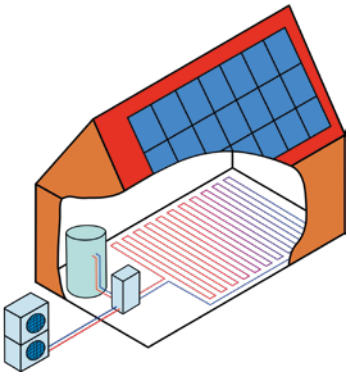
Ist die energetische Flexibilität mit der Energieeffizienz vereinbar?
Die Aktivierung der Flexibilität in einem Gebäude führt meistens zu einer Verringerung der Energieeffizienz. Denn die Speicherung von Energie, sei es in der thermischen Masse eines Gebäudes (Wände, Decken ...), in einem Warmwasserspeicher oder in einer anderen Vorrichtung, geht unvermeidlich mit Verlusten und folglich für den Erhalt eines identischen Komforts mit einem größeren Energieverbrauch einher. Wenn sie thermischer Natur sind, können diese Verluste jedoch durch eine bessere Isolation reduziert werden.

Obwohl die Energieeffizienz auf der Ebene des betreffenden Gebäudes sich etwas verringern kann, **würde es die energetische Flexibilität auf regionaler oder nationaler Ebene ermöglichen, den Verbrauch der fossilen Brennstoffe zu senken und die Nutzung erneuerbarer Energie zu fördern**.

Gibt es derzeit Anreize für die energetische Flexibilität?
Da die energetische Flexibilität zu einer gewissen Verringerung der Energieeffizienz führt, wird sie von Verbrauchern und Herstellern nur eingeführt werden,

> Die energetische Flexibilität auf regionaler oder nationaler Ebene würde es ermöglichen, den Verbrauch der fossilen Brennstoffe zu senken.

Prinzip der energetischen Flexibilität, angewandt auf die Heizung eines Gebäudes mit einer Wärmepumpe.

Die Bewohner sind nicht anwesend: • Die Einstelltemperatur wurde auf 19 °C festgelegt. Solange die Innentemperatur nicht diesen Vorgabewert unterschreitet, bleibt die Heizungsanlage ausgeschaltet • Das Wasser im Warmwasserspeicher wurde noch nicht im Laufe des Tages erwärmt.		
Etwas später übermittelt das Verteilnetz das Signal, dass der Strompreis sinkt: • Obwohl die Bewohner nicht anwesend sind und die Temperatur nicht niedriger als 19 °C ist, wird die Heizung, unter Berücksichtigung des günstigen Tarifs, eingeschaltet, um das Gebäude vor dem Nach-Hause-Kommen zu heizen. Wenn ein Warmwasserspeicher vorhanden ist, kann dieser auch durch Heizen geladen werden • Die Heizung schaltet sich aus, wenn die Einstelltemperatur (z.B. 23 °C) erreicht wird, und zwar um eine unbehaglich hohe Innentemperatur zu vermeiden.		
Im späteren Verlauf des Tages steigt der Strompreis wieder: • Die Heizungsanlage wird ausgeschaltet, aber der Komfort der Bewohner kann doch dank der Energie, die im Warmwasserspeicher und in der thermischen Masse des Gebäudes (Wände, Decken ...) gepuffert wurde, gewährleistet werden.		

wenn Anreize zur Verfügung gestellt werden, um die Kosten für diesen Mehrverbrauch zu kompensieren. Dies ist in unserem Land vorerst nicht der Fall.

Das Vorantreiben des Flexibilitätskonzepts kann somit nicht nur auf Basis von Umweltbelangen (Verringerung des CO_2-Ausstoßes), sondern auch durch die Einführung von finanziellen Anreizen erfolgen, wie dies schon in einigen Nachbarländern der Fall ist. Denken wir hierbei nur einmal an das Anwenden variabler Preise, sowohl für den Ankauf als auch für den Verkauf an das Elektrizitätsnetz.

Damit eine solche Funktionsweise möglich ist, ist jedoch ein intelligenter Zähler erforderlich, der den Verbrauch und die Erzeugung von Energie über die Zeit kontrollieren und registrieren kann. Ferner müssten auch die heutige Kostenstruktur und der juristische Rahmen der Verteilnetzverwalter in Belgien angepasst werden, wenn man die Implementierung des Flexibilitätsprinzips fördern möchte.

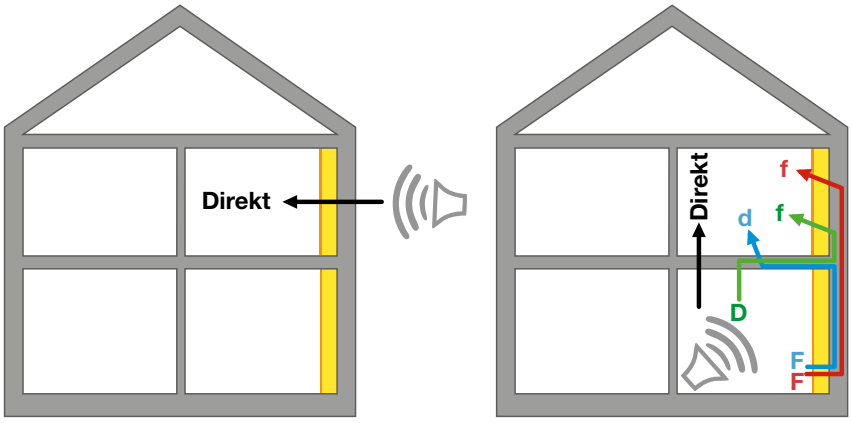
X. Kuborn, Ir., und J. Van der Veken, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB

Bei einer energetischen Renovierung kann das Anbringen einer Wärme-Innendämmung an Außenwänden die Schallschutzleistungen der Außenwand in Bezug auf den Umgebungslärm – sowohl positiv als auch negativ – beeinflussen. Was weniger offensichtlich ist und in der Praxis manchmal zu unangenehmen Überraschungen führen kann, ist der Umstand, dass dieselbe Innendämmung auch die Schalldämmung zwischen zwei angrenzenden, längs der Fassade liegenden Räumen beeinflussen kann. Die Vorsatzwand muss folglich sachkundig gewählt werden.

Akustische Auswirkung von **Innendämmsystemen**

Auswirkung auf die Fassadenschalldämmung

Das Anbringen einer Wärme-Innendämmung an Außenwänden kann den Schallschutz in Bezug auf den Umgebungslärm manchmal verringern. Die Verringerung ist im Allgemeinen jedoch vernachlässigbar, da die Übertragung hauptsächlich über die schwächeren Fassadenelemente (Fenster, Rollläden und Lüftungsgitter) erfolgt. Bei Vorhandensein einer Blindfassade (Fassade ohne Öffnungen) in einer stark lärmbelasteten Umgebung wird man dennoch dem etwaigen Einfluss des Innendämmsystems Beachtung schenken müssen.

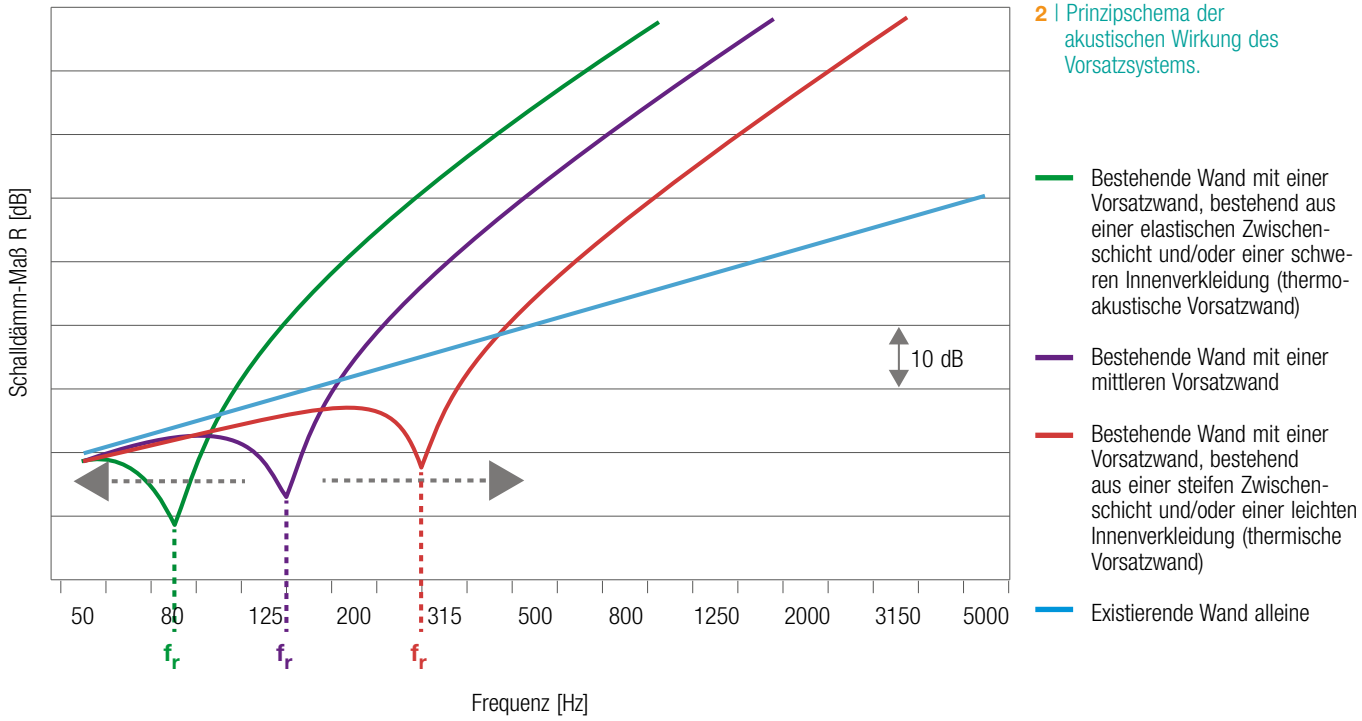


1 | Möglicher Einfluss der angebrachten Innendämmung auf den Fassadenschallschutz (links) und auf die Schalldämmung zwischen Räumen (rechts).

Ein Innendämmsystem (siehe auch Les Dossiers du CSTC 2013/4.14) besteht aus einer **Innenverkleidung** aus Plattenmaterial oder Putz auf einer wärmedämmenden **Schicht** (in der Regel mit einer Dampfsperre und unterbrochen durch eine Unterkonstruktion, die zur Befestigung des Plattenmaterials dient). Falls ein solches Innendämmsystem an Massivwänden zur Anwendung kommt, entsteht ein Masse-Feder-System. Setzt man dieses System einer sehr niederfrequenten Schallbelastung aus, werden die Innenverkleidung und die bestehende Wand als eine Einheit zu Schwingungen angeregt. Wenn die Frequenz jedoch steigt, wird die Innenverkleidung beginnen immer stärker zu vibrieren. Bei einer bestimmten Frequenz, die als **Resonanzfrequenz f_r** [Hz] angegeben wird, gerät die Vorsatzwand in Resonanz und es tritt eine sehr starke Schallübertragung durch die ganze Wand hindurch auf.

In Abbildung 2 sehen wir jedoch, dass die Schalldämmung der gesamten Wand im Frequenzbereich oberhalb der Resonanzfrequenz eine beträchtliche Steigung aufweist. Es ist demzufolge klar, dass man beim Entwurf des Innendämmsystems dafür sorgen muss, dass man eine möglichst niedrige Resonanzfrequenz so erhält, dass die Steigung der Schalldämmung in einem möglichst breiten Frequenzbereich erfolgen kann. **Um dieses Ziel zu erreichen, muss man einen möglichst elastischen Dämmstoff und eine möglichst schwere Innenverkleidung wählen.** Die besten Ergebnisse erhält man allerdings, wenn die Innenverkleidung ganz unabhängig von der bestehenden Wand ist und auf einer entkoppelten Tragkonstruktion befestigt wird.

Wenn man eine akustische Verbesserung in Bezug auf den Umgebungslärm bezweckt, muss man eine sogenannte **thermoakustische Vorsatzwand** vorsehen.



2 | Prinzipschema der akustischen Wirkung des Vorsatzsystems.

Diese kann bestehen aus (in aufsteigender Reihenfolge der akustischen Leistung):

- einem geklebten System auf Basis von elastischen porösen Zwischenschichten mit einer Mindestdicke von 50 mm (Mineralwolle, E-EPS (*), Zelluloseflocken, Holzfaserflocken, PU-Flockenschaum …). Die akustischen Leistungen nehmen dabei in dem Maße zu, wie die Dämmdicke und Elastizität des Dämmstoffs steigen
- einer Innenverkleidung auf einer unabhängigen Tragkonstruktion, wobei der Zwischenraum zwischen den Ständern mit einem faserartigen oder offenzelligen Material verfüllt ist. In dem Maße, wie der Abstand dieses Zwischenraums größer (mindestens 70 mm) und der Dämmstoff dicker wird, wird auch die akustische Verbesserung einen Anstieg verzeichnen. Falls man sich in dem Fall für einen steifen Dämmstoff entscheidet, darf nirgends ein struktureller Kontakt zwischen der bestehenden Wand und der Innenverkleidung gebildet werden. Wenn eine mechanische Befestigung an der Wand erforderlich ist, muss diese mit ‚akustischen' Ankern ausgeführt werden.

(*) Elastifiziertes EPS (E-EPS) ist ein Standard-EPS, das für eine kurze Zeit einem hohen Druck ausgesetzt wurde, um dessen Steifigkeit zu verringern. Bei dessen Verwendung in einem Vorsatzwandsystem bietet dieses Material eine bessere Schalldämmung als ein Standard-EPS.

Wenn eine gewisse Verringerung des Schallschutzes der bestehenden Wand zulässig ist (z.B. geringer Umgebungslärm, weniger strenge Normanforderung oder Fassaden mit deutlich schwächeren Fassadenelementen wie z.B. Fenstern, Rollläden oder Lüftungsgittern), kann man sich mit einer einfachen **thermischen Vorsatzwand** begnügen.

Diese kann bestehen aus (in aufsteigender Reihenfolge der akustischen Leistung):

- einem geklebten System auf Basis von steifen Schäumen (PU, EPS, XPS …) oder steifen Dämmstoffen (Holzwolle-zement, Schaumglas, Mineraldämmplatten …)
- einem geklebten System auf Basis von elastischen Zwischenschichten mit einer Dicke von weniger als 50 mm.

Auswirkung auf die Schalldämmung zwischen Räumen

Die in diesem Artikel vorgeschlagenen Lösungen sind größtenteils auch auf die Verwendung von Innendämmsystemen zur **Verbesserung des Schallschutzes zwischen zwei** (sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung) **angrenzenden, längs der Fassade liegenden Räume** anwendbar, sofern es Massivkonstruktionen betrifft.

Wenn man sich in dem Fall für eine thermische Vorsatzwand (aus steifen Dämmstoffen) entscheidet, dann ist das Risiko groß, dass die Gesamtschalldämmung plötzlich dadurch empfindlich abnimmt, dass der flankierende Weg längs der Fassade (**F-f**, roter Pfeil auf Abbildung 1) zum dominanten Übertragungsweg wird. Eine gute Einschätzung des Beitrags jedes möglichen direkten und flankierenden Übertragungswegs ist daher in dem Fall wesentlich und ist bei der letztlichen Wahl des Innendämmsystems zu berücksichtigen. I

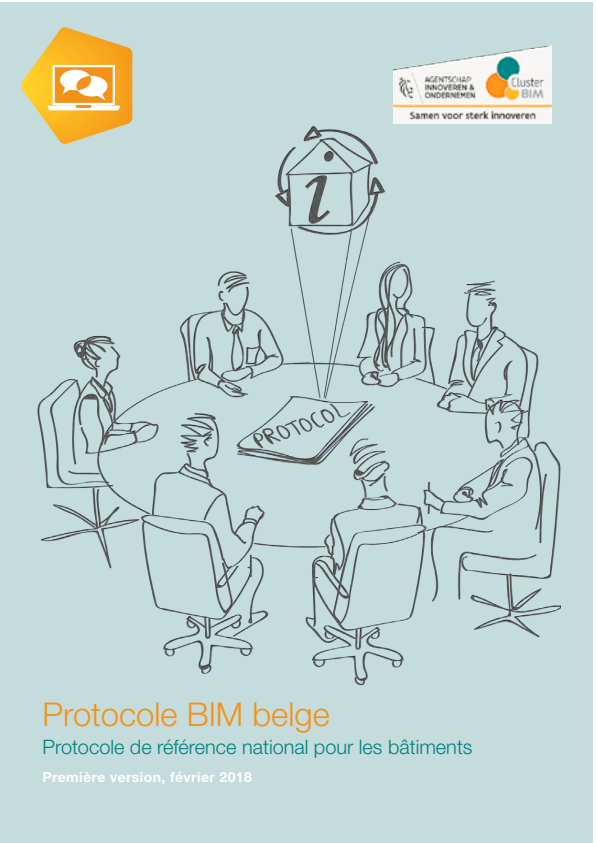
L. De Geetere, Dr. Ir., Leiter der Abteilung Akustik, WTB

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

Die allgemeinen Merkmale, Vorteile und Möglichkeiten von BIM wurden bereits ausführlich besprochen in den vorherigen Ausgaben des Magazins WTB-Kontakt und auf der Website bimportal.be. In diesem Artikel gehen wir näher darauf ein, wie ein BIM-Prozess in der Praxis innerhalb eines Bauprojekts abläuft. Wer liefert welche Informationen und wann genau hat dies zu erfolgen? Welche Aufgaben verschieben oder verändern sich gegenüber einem klassischen Ansatz? Im Folgenden erfahren Sie darüber mehr.

Der **BIM-Prozess** unter der Lupe

Wer organisatorische und praktische Fragen zum Thema BIM-Prozess hat, bekommt nur selten eine klare Antwort. Denn **jeder BIM-Prozess ist anders**, und zwar entsprechend der Art des Projekts, den BIM-Zielen des Auftraggebers und der Projektpartner, den BIM-Möglichkeiten und den BIM-Kenntnissen der Projektpartner, dem Vertragstyp, der Größe des Projekts, den auferlegten Meilensteinen … Die BIM-bezogenen Vereinbarungen zwischen allen beteiligten Parteien sind somit stets projektspezifisch. **Dies hat zur Folge, dass der BIM-Prozess des Projekts immer frühzeitig beschrieben und spezifiziert werden muss**.



Ablauf eines BIM-Prozesses

Wir möchten darauf hinweisen, dass das Anwenden von BIM innerhalb eines Bauprojekts keinesfalls mit einer Änderung der traditionellen Verantwortungsbereiche jedes einzelnen einhergeht. **So verantworten die verschiedenen Mitglieder des Entwurfsteams** (Architekten, Beratungs- und Ingenieursbüros …) **noch stets ihren eigenen Teil der Arbeit**, auch wenn die Pläne der beteiligten Planer jetzt **anhand von Gebäudedatenmodellen** (Architekturmodell, Stabilitätsmodell, HVAC-Modell …) ausgearbeitet werden und sie dabei mehr Zusatzinformationen von den anderen Projektpartnern erhalten.

Diese einzelnen Teilmodelle können mithilfe spezifischer Software **virtuell vereinigt werden**, wodurch sie besser aufeinander abgestimmt sind und Fehler (z.B. eine Lüftungsleitung, die durch einen Deckenbalken verläuft) schnell ausfindig gemacht und vermieden werden können. **Danach können diese Modelle dem Ausführungsteam übermittelt werden, das diese bei der Ausführung** (Arbeitsvorbereitung und Bau) **des Projekts nutzen kann**. Das Bauwerk wird mit anderen Worten zuerst in Absprache mit allen Projektpartnern virtuell gebaut, woraufhin diese virtuelle Version als Datenbestand beim tatsächlichen Bau des Projekts genutzt werden wird.

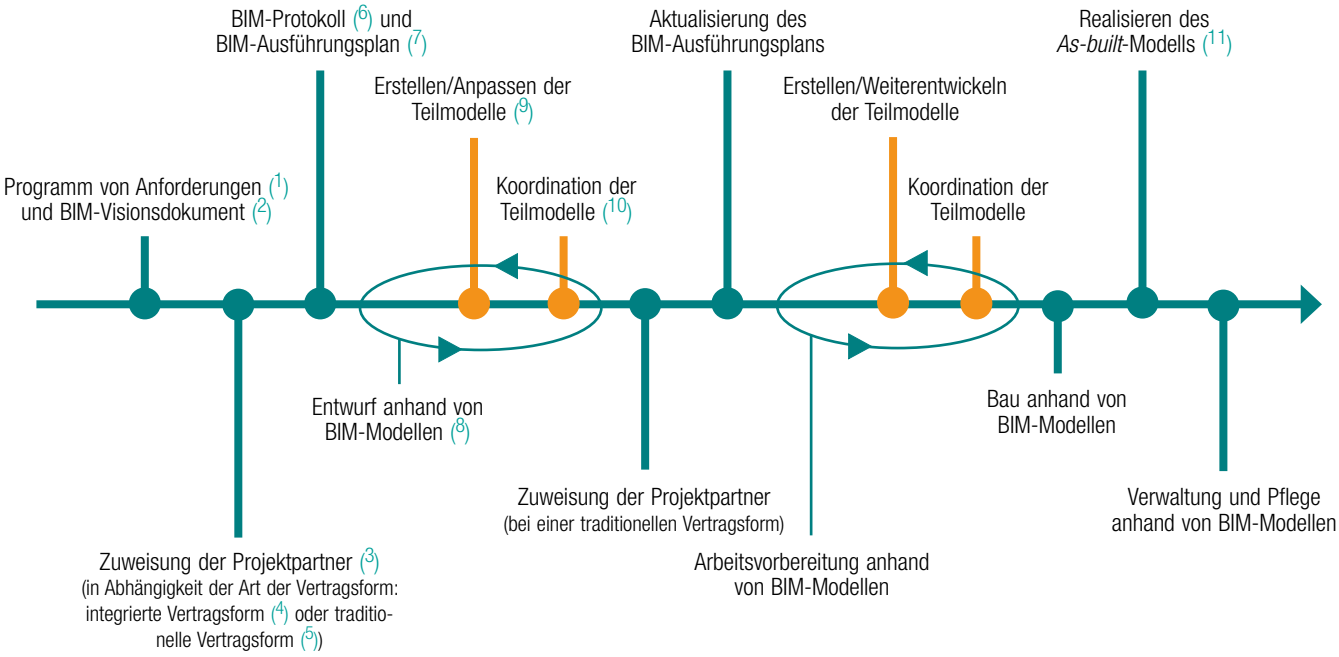
Diese BIM-bezogenen Prozesse (das Erstellen, Teilen, Koordinieren und Nutzen von BIM-Modellen …) **müssen für jedes Projekt beschrieben und spezifiziert werden** (z.B.: Wer führt welchen Prozess aus? Wann muss dies erfolgen und wie?). Eine schematische Darstellung des Ablaufs des globalen BIM-Prozesses mit den verschiedenen Teilprozessen (siehe Abbildung auf der nächsten Seite) kann dabei als praktische Leitlinie dienen.

Die Dateien, die zu den diversen BIM-Teilprozessen gehören (Dokumente, BIM-Modelle, Bemerkungen …) und die zwischen den verschiedenen Beteiligten ausgetauscht werden müssen, müssen gut und effizient verwaltet werden. Hierfür kann eine zentrale Austauschplattform (*Common Data Environment*) genutzt werden, auf der die Informationen zusammengetragen, aktualisiert und verwaltet werden und von wo aus sie an alle Parteien verbreitet werden. Auch dazu sind entsprechende Vereinbarungen zu treffen (z.B: Wer verwaltet diese Plattform? Wer erhält zu was Zugang? Was darf man dort teilen?).

Das belgische BIM-Protokoll

Um mit BIM ein optimales qualitatives Ergebnis bei einem Projekt erzielen zu können, ist es folglich wichtig, klare Vereinbarungen zu treffen. Diese Vereinbarungen müssen im **BIM-Protokoll** und dem dazugehörigen **BIM-Ausführungsplan** gebündelt werden.

Um die Baufachleute beim Verfassen dieser Dokumente zu unterstützen, hat das WTB das belgische BIM-Referenz-



(1) Programm von Anforderungen (PDE): Vom Auftraggeber verfasstes Dokument, das eine Beschreibung der bautechnischen und funktionellen Anforderungen für das Bauwerk enthält.

(2) BIM-Visionsdokument: Projektspezifisches Dokument, in dem die Erwartungen (z.B. das Ausführen einer Budgetkontrolle anhand von BIM) und die Anforderungen (z.B. erforderliche Informationen im *As-built*-Modell für die spätere Gebäudeverwaltung) bezüglich BIM vom Auftraggeber aufgeführt werden.

(3) Projektpartner: Organisation (oder Einzelperson), die den Auftrag des Auftraggebers vertraglich annimmt und demzufolge am Projekt beteiligt ist (Planer, Beratungs- und Ingenieurbüro, Berater, Auftragnehmer, technische Prüfgesellschaft …).

(4) Integrierte Vertragsform: Vertragsform, bei der die Planung und Ausführung zusammen und zum gleichen Zeitpunkt, vollständig oder teilweise, an das Projektteam vergeben werden.

(5) Traditionelle Vertragsform: Vertragsform, bei der die Planung und Ausführung getrennt an unterschiedliche Akteure und zu verschiedenen Zeitpunkten vergeben werden.

(6) BIM-Protokoll: Vertragliches Dokument, das die Vereinbarungen und Erwartungen zum Thema BIM enthält und im Idealfall beim Start des Projekts von den bereits bekannten Projektpartnern unterzeichnet wird. Innerhalb eines bestimmten Projekts legt dieses Dokument unter anderem mithilfe einer Übersicht fest, wer für welche Informationen (z.B. die Modelle und Analysen) verantwortlich ist und wann diese geliefert werden müssen.

(7) BIM-Ausführungsplan: Vertragliches Dokument zur Ergänzung des BIM-Protokolls, das beschreibt wie die Vereinbarungen des BIM-Protokolls in der Praxis ausgeführt werden. Der BIM-Ausführungsplan regelt die Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern und ist ein sich fortlaufend entwickelndes Dokument, das in regelmäßigen Abständen (mindestens bei jedem größeren Meilenstein) bewertet und, falls erforderlich, angepasst werden kann. So wird die Übersicht der gewünschten Modelle und Analysen darin beispielsweise weiter detailliert mit der Aufzählung der verschiedenen Teilmodelle und der dazugehörigen Namensgebung, der verwendeten Software, der Häufigkeit des Austausches …

(8) BIM-Modell (Gebäudedatenmodell): Digitales Modell oder virtuelle Version eines Bauwerks. Das Modell besteht aus grafischen und nichtgrafischen Informationen.

(9) Teilmodell: Gebäudedatenmodell eines bestimmten Teils des Projekts (z.B. Architekturmodell, Stabilitätsmodell …).

(10) Koordination der Teilmodelle: Das Vereinigen und das Aufeinander-Abstimmen verschiedener Teilmodelle. Dies beinhaltet unter anderem das Ausfindigmachen von Konflikten (*clash detection*), aber auch das Abstimmen der Niveaus, das Kontrollieren des Nullpunkts …

(11) *As-built*-Modell: BIM-Modell, das wiedergibt, wie das Bauwerk tatsächlich realisiert wurde und das demzufolge (nach allen Überarbeitungen) eine vollständige und genaue Repräsentation des realen Zustands bei der Abnahme liefert.

Schematische Darstellung eines allgemeinen, vereinfachten BIM-Prozesses.

protokoll ausgearbeitet. Dadurch, dass man beim Verfassen eines projektspezifischen BIM-Protokolls diese allgemeine Dokumentvorlage (*Template*) mit dazugehöriger Anleitung nutzt, kann jedes Projekt ausgehend von derselben Basis starten. Außerdem kann damit – trotz der erforderlichen projektspezifischen Anpassungen – doch eine gewisse Einheitlichkeit in den Ablauf des BIM-Prozesses gebracht werden.

Das belgische BIM-Protokoll für Gebäude ist das Ergebnis der Zusammenarbeit von vielen erfahrenen Baufachleuten aus verschiedenen Gebieten sowie den Berufsverbänden und -organisationen. Auf dieser Basis wurde bereits ein erster Konsens rund um den BIM-Zusammenarbeitsprozess gefunden.

Die Entwurfsversion des belgischen BIM-Protokolls kann heruntergeladen werden auf der Website bimportal.be.

Ch. Euben, Ir.-Arch., Hauptberater, Abteilung Construction 4.0, WTB.

Die Verwaltung von Material, Materialien und Abfall auf einer Baustelle ist eine absolute Notwendigkeit, kann aber – wenn sie auf eine nicht durchdachte Weise erfolgt – beachtliche Verschwendungen (Zeit, Material, Materialien ...) und unsichere Situationen zur Folge haben. Die 5S-Methode ist aus dem *Lean Construction*-Bereich (siehe Les Dossiers du CSTC 2016/3.16) und den *Lean*-Methoden hervorgegangen, die ursprünglich im japanischen Automobilsektor verwendet wurden. Sie soll den Bauunternehmen eine Arbeitsstruktur anbieten, damit eine besser organisierte, aufgeräumte und übersichtliche Arbeitsumgebung geschaffen und eine leistungsfähige Baustellenverwaltung erreicht wird.

Eine Baustelle mit der 5S-Methode verwalten

Problematik

Auf Baustellen werden häufig Verschwendungen festgestellt, die bedingt sind durch:

- **unnötige Ortswechsel** (Suche nach Plänen, Materialien oder Material ...). Aus Messungen hat sich ergeben, dass Arbeiter auf der Baustelle manchmal 10 bis 15 km pro Tag zurücklegen
- **Behelfsmittel** (z.B. Herstellung einer improvisierten Werkbank für das Sägen von Platten)
- **eine nicht leistungsfähige Verwaltung der Lagerbestände** (Material und Materialien, die unnötigerweise gelagert werden).

Solche Verschwendungen führen selbstverständlich zu einer Verringerung der Rentabilität auf der Baustelle. Ferner muss man wissen, dass eine Häufung von ungewünschten Ortswechseln oder die nutzlose Handhabung der Lagerbestände beim Suchen des richtigen Materials einen negativen Einfluss auf die Arbeiter und somit auch auf deren Rentabilität hat. Darüber hinaus kann auch ihre Sicherheit dadurch beeinträchtigt werden.

Das Ziel der 5S-Methode umfasst somit zwei Aspekte:

- **die Verbesserung der Baustellenrentabilität**
- **die Verbesserung der Arbeitsumgebung**.

Die 5S-Methode bietet Unternehmen eine Arbeitsstruktur an, die sie auf systematische Weise in die Lage versetzen muss, auf all ihren Baustellen eine qualitativ hochwertige Arbeitsumgebung zu schaffen. Diese muss funktionell, sauber, leicht zu unterhalten und sicher sein und muss sich von den Arbeitern selbst sowie vom Führungspersonal ständig verbessern lassen. Somit wird das Unternehmen auch zur Außenwelt hin ein positives Image (Qualitätsservice) erhalten.

Arbeitsmethode

Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Methode nicht nur auf der Baustelle, sondern auch in einem Lager, einem Lieferwagen oder den Büros des Unternehmens (unabhängig von deren Größe) angewendet werden kann. Außerdem ist sie sehr einfach durchzuführen und erfordert nur wenige finanzielle Investitionen.

Die 5S-Methode steht für fünf japanische Begriffe, die den folgenden Schritten entsprechen:

- ***Seiri* (Sortieren/Nur das Nötige behalten)**: Alle kaputten, beschädigten oder nutzlosen Gegenstände müssen beseitigt werden. Denn sie behindern das Arbeitsumfeld. Dazu muss man die zu verwendenden Methoden (z.B. die Sortierweise) und Mittel (Container ...) festlegen
- ***Seiton* (Ordnen)**: Einen Platz für jeden Gegenstand, jeder Gegenstand auf seinen Platz. Ziel ist es, eine praktische Ablage zu organisieren, unter anderem dadurch, dass man für jeden Gegenstand einen festen Platz definiert und visuelle Hilfsmittel anwendet. Man denke dabei an einen Mechaniker, der die Konturen seiner Werkzeuge auf seine Aufhängewand zeichnet (Hängetafel mit Schattenriss)
- ***Seiso* (Saubermachen)**: Das Sauberhalten des Arbeitsbereichs wird auch der Qualität der Leistungen und der Sicherheit des Personals zugutekommen. Diese Reinigung fällt umso leichter, je besser die zwei vorhergehenden Schritte durchgeführt wurden. Die Häufigkeit der Pflege und die dabei zu verwendenden Hilfsmittel müssen klar festgelegt werden
- ***Seiketsu* (Standardisieren)**: Die praktische Einführung der drei vorherigen S-Schritte kann durch das Standardisieren der festgestellten Methoden und Hilfsmittel (Verkehrsschilder, Baustellenplanen, visuelle Hilfsmittel ...) und durch deren systematische Anwendung auf allen Baustellen erleichtert werden. Auf das Systematisieren von guten Ausführungen kommt es an
- ***Shitsuke* (Stand aufrechterhalten)**: Der letzte Schritt besteht darin, für eine regelmäßige Verfolgung des Arbeitsbereichs durch eine Person zu sorgen, die nicht unmittelbar mit dem Arbeitsprozess beschäftigt ist, aber die spezifische Besonderheiten der betreffenden Baustelle kennt (z.B. Baustellenleiter). Ziel einer solchen Verfolgung ist es, den Stand des Systems aufrechtzuerhalten und ständig zu verfeinern, um die Leistungen und die Arbeitsumgebung zu verbessern. Denn eine gewisse Aufrechterhaltung der Ordnung ist wesentlich, um zu vermeiden, dass schlechte Gewohnheiten wieder Raum gewinnen.

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

WTB-Veröffentlichungen

Technische Informationen

TI 263 ‚Montage des capteurs solaires sur les toitures à versants'

TI 264 ‚Détails de référence pour les murs creux'

Les Dossiers du CSTC

2017/2.9 ‚Douches à l'italienne: étanchéité à l'eau et choix du revêtement'

2017/2.15 ‚Le scan 3D au service de l'entrepreneur: les opportunités de la numérisation haute définition'

2017/3.2 ‚Maçonneries de parement en briques: choisir l'épaisseur des joints en fonction des tolérances sur les matériaux'

2017/4.3 ‚Traitement de l'humidité ascensionnelle: étude comparative'

2017/4.12 ‚Les traitements antitartre: évaluation de leurs performances'

2017/4.17 ‚Valoriser les terres excavées des chantiers de construction en Wallonie. Exigences environnementales et évolutions attendues'

Monographien

Nr. 25 ‚Normes et règlements, des leviers pour l'innovation: quelques études de cas réalisées par le CSTC'

Nr. 26 ‚Guide de la propriété intellectuelle'

Jahresbericht 2017

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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

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

Verantwortlicher Herausgeber: 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

wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Wissenschaftliches und Technisches Bauzentrum

Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als 55 Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit den Beiträgen der 85.000 angeschlossenen belgischen Bauunternehmen finanziert. Dank dieser heterogenen Mitgliedergruppe sind fast alle Gewerke vertreten und kann das WTB zur Qualitäts- und Produktverbesserung beitragen.

Forschung und Innovation

Eine 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 18.000 geleisteten Stellungnahmen jährlich deutlich wird.

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

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

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

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

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

Demonstrations- und Informationszentrum
Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
Tel.: 011/79 95 11
Fax: 02/725 32 12

- ICT-Wissenszentrum für Bauprofis (ViBo)
- Digitales Dokumentations- und Informationszentrum für den Bau- und Betonsektor (Betonica)

Brussels Meeting Centre
Boulevard Poincaré 79, B-1060 Brüssel
Tel.: 02/529 81 29

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