

WTB | Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2020/4

Verbundwerkstoffe im Bausektor

S. 4-5

Windwirkung auf Flachdächern

S. 10-11

Ebenheit von Estrichen

S. 16-17

Shutterstock



Inhalt 2020/4

| | | |
|---|---|----|
| | Wie sehen Sie das WTB? | 3 |
|  | Die Verbreitung von Verbundwerkstoffen im Bausektor..... | 4 |
|  | Ausführung eines Dachs mithilfe von selbsttragenden Sandwichplatten..... | 6 |
|  | Verklebung der Verglasung in Holz-Schreinerarbeitsprofilen..... | 8 |
|  | Hin zu einer vereinfachten Studie der Windwirkung auf Flachdächern | 10 |
|  | Welche Toleranzen gelten für Glas-Innenwände?..... | 12 |
|  | Welche Vorbehandlung für einen Gipsputz auf Mauerziegeln?..... | 14 |
|  | Ein korrekt ausgeführter Estrich: eine Voraussetzung für eine gelungene Fliesenarbeit | 16 |
|  | Alterung von Deckanstrichen für Holz-Außenschreinerarbeiten | 18 |
|  | Innovative Lüftungssysteme für Renovierungen | 20 |
|  | Ist eine SWW-Erzeugungstemperatur von 60 °C notwendig, um ein Legionellenwachstum zu vermeiden? | 22 |
|  | COVID-19: Wie die räumliche Distanzierung auf der Baustelle einhalten?..... | 24 |
| | FAQ..... | 26 |



Wie sehen Sie das WTB?

Um den Bekanntheitsgrad des WTB bei unseren Mitgliedern zu messen und ihre Zufriedenheit über unsere Dienstleistungen zu überprüfen, haben wir eine **Befragung bei 700 willkürlich ausgewählten Bauunternehmen** unterschiedlicher Größe durchgeführt. Diese Befragung fand im Februar 2020 statt, d.h. kurze Zeit vor der Corona-Krise. Die Befragung wird jedes Jahr erneut erfolgen, um die Entwicklung der Ergebnisse untersuchen und – falls erforderlich – unsere Dienstleistungen anpassen zu können. Nachstehend

geben wir Ihnen eine Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse.

In Bezug auf die Frage, welche Organisationen im Bausektor aktiv sind, wird das WTB in mehr als 45 % der Fälle spontan genannt und 91 % der Bauunternehmer geben an, das WTB zu kennen. In der Regel sind wir bekannt für unsere **traditionellen Aktivitäten** (wie z.B. Forschung, Prüfungen, Auslegung von Normen und technische Unterstützung), aber für die Ratschläge, die wir auf dem Gebiet der **Betriebsführung** (wie z.B. Selbstkostenberechnung, Organisation und Planung) geben und für die Rolle, die wir bei der **Integration neuer Technologien** spielen, sind wir dagegen weniger bekannt.

Das WTB wird als eine innovative und offene Organisation betrachtet, die technische Fragen auf eine klare und präzise Weise beantwortet. Die meisten Personen, die 2019 mit einem unserer Mitarbeiter Kontakt hatten, waren im Allgemeinen sehr zufrieden.

Bei mehr als 70 % von Ihnen haben wir ein gutes bis sogar hervorragendes Image. Dieser Ruf beruht hauptsächlich auf unserer **Zuverlässigkeit, unserer Effizienz und unserer Kenntnis der normativen Dokumente**. Etwa 30 % der befragten Bauunternehmer nehmen jedoch den einzigartigen Mehrwert des WTB noch nicht deutlich wahr. Um genau diesen Aspekt klarer hervorzuheben, haben wir unseren Aktionsplan **Give Me Five** initiiert, der darauf abzielt, unsere Aktionen mehr als je zuvor auf die wirklichen Bedürfnisse der Bauunternehmen abzustimmen.

Wir freuen uns festzustellen, dass unsere Mitglieder im Allgemeinen mit unserer Dienstleistung sehr zufrieden sind. Die meisten Indikatoren sind positiv und bestätigen, dass wir auf dem richtigen Weg sind. Aber wir müssen noch weitergehen und dafür sorgen, dass unsere Dienstleistungen von all unseren Mitgliedern geschätzt werden. Jeder unserer 260 Mitarbeiter bringt zum Erreichen dieses Ziels seinen Einsatz.





Die Verbreitung von Verbundwerkstoffen im Bausektor

Als faserverstärkte Kunststoffe bieten Verbundwerkstoffe viele Möglichkeiten für den Bausektor. Denn sie stellen dank ihrer Vorteile eine interessante Alternative für klassische Baumaterialien, wie z.B. Beton und Stahl, dar. So können sie unter anderem bei Fassadenverkleidungen und Brücken zur Anwendung kommen.

*P. Van Itterbeeck, Dr. Ir.-Arch., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Strukturen und Bausysteme, WTB
N. Huybrechts, Ir., Leiter der Abteilung Geotechnik, Strukturen und Beton, WTB
G. Van Lysebetten, Ir., Projektleiter, Laboratorium Geotechnik und Monitoring, WTB*

Eigenschaften des Materials

Verbundwerkstoffe haben viele Vorteile zu bieten, z.B.:

- eine hohe spezifische Festigkeit
- ein geringes spezifisches Gewicht
- eine gute Ermüdungsfestigkeit
- eine gute Beständigkeit im Falle aggressiver Umgebungsbedingungen

- eine hohe Dauerhaftigkeit
- geringe Verwaltungs- und Instandhaltungskosten.

Es muss jedoch bei diesem Materialtyp dem Brandverhalten eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Verbundwerkstoffe im Brückenbau

Vor allem für den Brückenbau eröffnen Verbundwerkstoffe zahlreiche Perspektiven, unter anderem für den Ersatz bestehender Brücken. Denn das geringe Gewicht der Strukturen aus Verbundwerkstoffen lässt die Wiederverwendung der vorhandenen Fundamente zu.

Andere Vorteile von Verbundwerkstoffen im Brückenbau sind:

- eine kürzere Installationsdauer
- eine begrenzte Auswirkung auf die Umgebung während der Bauphase
- ein geringerer Instandhaltungsaufwand.

Hindernisse für den Einsatz von Verbundwerkstoffen

Trotz der vielen Vorteile, die das Material zu bieten hat, gibt es in unserem Land nur einige Verbundwerkstoff-Brücken. Dies ist größtenteils auf den **Mangel an Kenntnissen und Erfahrung** bezüglich dieses neuen Baumaterials zurückzuführen. So kennen viele Auftraggeber, Planer und Ausführende das Material nicht oder haben diesbezüglich Vorurteile. Dies ist häufig die Folge von früheren (weniger guten) Erfahrungen mit u.a. Thermoplasten. Dies sind Materialien, die bei Erwärmung weich werden und dadurch leicht verformbar sind. Die Verbundwerkstoffe, die gegenwärtig im Bauwesen zur Anwendung kommen, sind jedoch aus **wärmehärtbaren Materialien** aufgebaut, die bei Erwärmung nicht schmelzen oder erweichen und ihre Form behalten.





Außerdem sind diese deutlich weniger kriechnfällig als Thermoplaste. Ihre UV-Beständigkeit lässt sich erhöhen und ihr Brandverhalten kann durch Anbringen einer Beschichtung oder Hinzufügen von Additiven verbessert werden.

Ein anderes wichtiges Hindernis für den Einsatz von Verbundwerkstoffen ist das **Fehlen von Normen** für die Berechnung von Konstruktionen, die aus solchen Materialien aufgebaut sind. Im Ausland sind in den vergangenen Jahren schon einige Richtlinien für den Entwurf und die Berechnung von Tragkonstruktionen aus Verbundwerkstoffen erschienen, wie z.B. die CUR-Empfehlung 96 und das CIRIA C779-Dokument. In diesen Richtlinien wird unter anderem der Bestimmung der Eigenschaften und den Versagensmechanismen des Grundmaterials Aufmerksamkeit geschenkt.

Durch das geringe Gewicht der Verbundwerkstoff-Brücken ist der **Brauchbarkeits-Grenzzustand** (also die Durchbiegung und das Schwingungsverhalten) häufig maßgebender als die mechanische Festigkeit. Der Entwurf dieses Brückentyps erfordert somit einen ganz anderen Ansatz, der in diesen Richtlinien erläutert wird.

Verbundwerkstoffe lassen sich auf unterschiedliche Weise herstellen und es können große Elemente vorgefertigt werden. Man muss sich dabei jedoch bewusst sein über die **Herstellungstoleranzen**, insbesondere bei Anschlüssen mit anderen Elementen oder Strukturen und sonstigen Nutzungs- und Ausführungsdetails (z.B. Befestigung von Geländern, Auflage auf Zwischenstützen und Mindestniveau zur Wasserabführung). Damit ein gutes Ergebnis erreicht wird, ist es unabdingbar diesbezügliche Einzelheiten mit dem Hersteller zu besprechen.

Erfahrung im Ausland

Das Land, das über die meiste Erfahrung auf dem Gebiet des Einsatzes von Verbundwerkstoffen im Brückenbau verfügt, sind die Niederlande. Dort wurden schon hunderte von Brücken errichtet, die teilweise oder vollständig aus Verbundwerkstoffen bestehen. Während dieses Material in den Niederlanden anfangs vor allem relativ einfachen Fußgänger- und Fahrradbrücken mit einer begrenzten Spannweite vorbehalten war, wird es in den letzten Jahren immer häufiger bei anderen Anwendungen angewendet. So wurde die Provinz-Verkehrsbrücke über die A27 bei Lunetten (Utrecht) im Jahr 2012 teilweise aus Verbundwerkstoffen realisiert. Ferner wurden auch einige bewegliche Verkehrsbrücken aus diesem Material errichtet. Denken wir in diesem Zusammenhang nur einmal an die Nelson-Mandela-Brücke

in Alkmaar, die 2016 dem Verkehr übergeben wurde und von der der 22,5 m lange bewegliche Teil aus Verbundwerkstoffen realisiert wurde. Dadurch wiegt sie nur 90 Tonnen. Dies ist ungefähr die Hälfte ihres Pendantes aus Stahl. Auch der Bewegungsmechanismus, die Gegengewichte und die Fundamente konnten dadurch beträchtlich leichter ausgeführt werden. Außerdem war nicht länger ein unterirdischer Raum erforderlich, in dem sich das Gegengewicht dreht, und das Öffnen der Brücke erfordert viel weniger Energie.

Entwicklung auf dem belgischen Markt

In den vergangenen Jahren stellten wir auch in Belgien eine stetige Zunahme der aus Verbundwerkstoffen realisierten Brücken fest. So wurden 2017 und 2019 jeweils in **Puurs und Mortsel** zwei Verbundwerkstoff-Brücken in die neu angelegten Radschnellwege integriert.

In **Brügge** wurden zwei Fußgänger- und Fahrradbrücken aus Holz vollständig durch Verbundwerkstoff-Exemplare ersetzt. Mit ihrer jeweiligen Länge von 42 m handelt es sich hierbei um die längsten Verbundwerkstoff-Brücken der Welt, die aus einem Stück gebaut wurden. Die zwei Brücken wiegen jeweils nur etwa 22 Tonnen und konnten in sehr kurzer Zeit mithilfe von Kränen vor Ort hochgezogen werden. SECO, das Büro für Kontrolle und Sicherheit, hat Ende 2018 den Entwurf der Brücken validiert und das WTB hat in einer dieser Brücken verschiedene hochtechnologische Faseroptikkabel installiert. Durch diese Messtechnik lassen sich die *In-situ*-Verformungen der Brücke bewerten, und zwar unter verschiedenen statischen und dynamischen Belastungen (z.B. durch Gruppen von Fußgängern oder Joggern). Das Ziel dieses Projekts besteht nicht nur darin, mehr über dieses Material zu erfahren, sondern auch die erworbenen Kenntnisse mit anderen Baupartnern zu teilen, so dass zukünftig Verbundwerkstoffe mit mehr Vertrauen und ausreichender Sachkenntnis zum Einsatz kommen können.

Im Rahmen des von der VLAIO bezuschussten **Tetra-Projekts C-Bridge** arbeitet das WTB außerdem mit der UGent zusammen, um mehr über den Einsatz von Verbundwerkstoffen im Brückenbau in Erfahrung zu bringen, indem alle Kenntnisse aus dem In- und Ausland gebündelt und den Baufachleuten zur Verfügung gestellt werden.

Für weitere Informationen zu der Faseroptiktechnologie und den Möglichkeiten, die diese Technologie für die *In-situ*-Überwachung von allerlei Strukturen bietet, verweisen wir auf die **Projektseite** des von der VLAIO bezuschussten COOCK-Projekts. ◆

Ausführung eines Dachs mithilfe von selbsttragenden Sandwichplatten

Die Vorfertigung von geneigten Dächern mithilfe selbsttragender Platten ist ein Prinzip, das schon häufig im Industriebau zur Anwendung kam, aber auch immer mehr bei Neubau und Renovierung zum Zug kommt. Denn diese Dachsysteme haben den Vorteil, dass sie schneller ausgeführt werden können und dass mehr Funktionalitäten hinzugefügt werden können.

B. Michaux, Ir., Leiter der Abteilung Materialien, Dächer und Umweltleistung, WTB

Es sind auf dem Markt zwei Arten selbsttragender Platten erhältlich:

- **Platten, die sowohl die Wärmedämmung, das Unterdach als auch die Lattung umfassen.** Nachdem die Dachdeckung auf der Baustelle angebracht wurde, erhält man in dem Fall – wie bei den traditionellen Dachdeckungen – zwei Dichtungslagen
- **die sogenannten All-in-One-Platten bzw. Sandwichplatten,** die eine einzige Dichtungslage bilden (Dämmkern und eine Metall- oder Holzverkleidung). Dank der kürzlichen innovativen Entwicklungen in diesem Bereich können diese Platten außerdem mit zusätzlichen Leistungsmerkmalen in Bezug auf akustische und ästhetische Eigenschaften und Energieleistungen versehen sein.

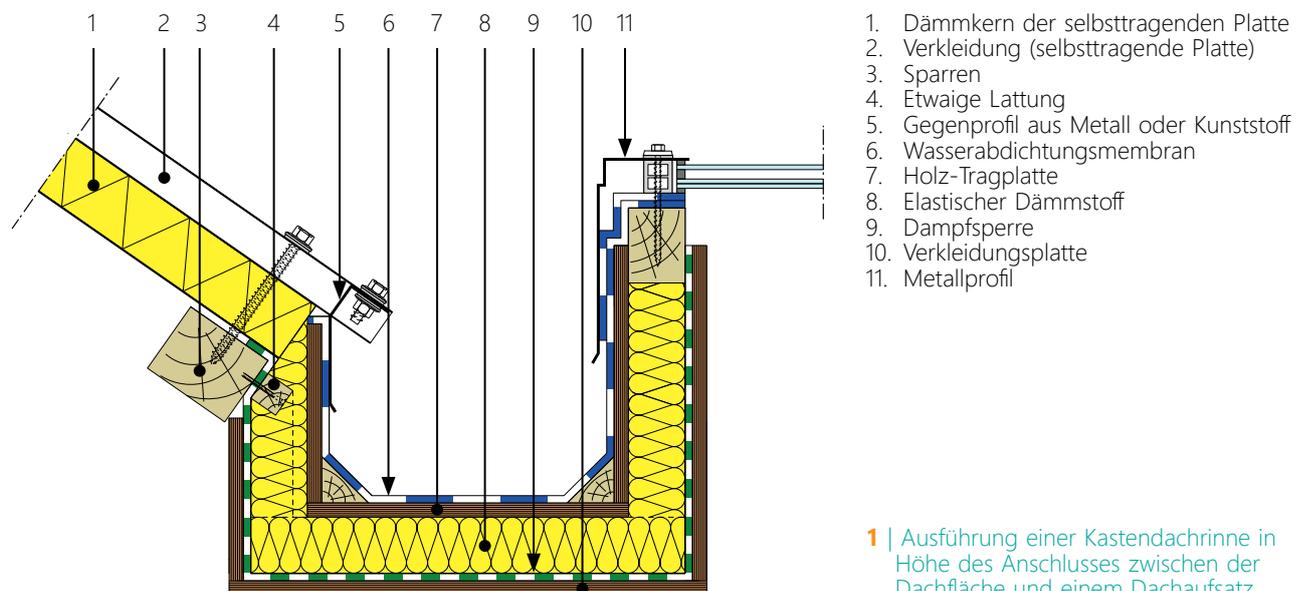
Diese selbsttragenden Platten sind Gegenstand verschiedener normativer Dokumente. Wenn die Verkleidung aus Metall besteht, müssen die Sandwichplatten der Norm NBN EN 14509 entsprechen. Wenn sie aus einem anderen Material hergestellt ist, muss man die ETAG 016 zu Rate ziehen.

Haftfestigkeit der Verkleidungen

Da die meisten Sandwichplatten, die an ihnen angreifenden Kräfte über ihren Dämmkern übertragen, spielt die **Haftfestigkeit der darauf verklebten Verkleidungen** eine äußerst wichtige Rolle. Gemäß den in der Norm NBN EN 14509 angegebenen Grundspezifikationen muss die Haftfestigkeit der Dämmung auf den Verkleidungen größer sein als 0,018 MPa, um Windlasten einen ausreichenden Widerstand bieten zu können.

Man muss jedoch auch der **letztendlichen Konfiguration des Dachs** eine besondere Aufmerksamkeit schenken, da diese eine Auswirkung auf die Stabilität seiner Bestandteile haben kann. So können bestimmte spätere Arbeiten die Haftfestigkeit der Verklebung zwischen dem Dämmkern und den Verkleidungen auf unterschiedliche Weise beeinflussen. Wir möchten beispielsweise darauf hinweisen, dass:

- das Festschrauben einer Lattung im oberen Teil der Rippen der oberen Verkleidung, wie es z.B. für die Anbringung



1 | Ausführung einer Kastendachrinne in Höhe des Anschlusses zwischen der Dachfläche und einem Dachaufsatz.

traditioneller Dachdeckungselemente (Ziegel, Schieferplatten ...) erfolgt, die Verklebung nicht zu sehr belastet. Man muss dabei allerdings stets auf die Stabilität des gesamten Systems achten

- die Befestigung einer Lattung zur Anbringung von Solarplatten die Verklebung erheblich belastet. In dem Fall muss die Ausführung der Befestigungen daher diesbezüglich im Detail analysiert werden
- die Verklebung einer Membran auf der Außenverkleidung unter Verwendung eines Kontaktklebers die Wasserdichtheit verbessern kann (siehe Ausführungsregeln in der TI 215)
- es bei Sandwichplatten mit einer Metall-Außenverkleidung nicht empfohlen wird, darauf eine bituminöse Abdichtung warm zu schweißen. Denn dies hat eine negative Auswirkung auf die Verklebung der Verkleidung, sorgt für eine starke Abnahme von deren mechanischen Leistungen und erhöht das Kriechen der Platten
- davon abgesehen wird, die selbsttragenden Platten an der Tragkonstruktion durch Befestigungen zu befestigen, die nur in der Innenverkleidung verankert sind. Denn angesichts der beträchtlichen Spannweiten, die diese Platten erreichen können (bis 6 m), kann der Wind bedeutende Zugkräfte auf die Befestigungen ausüben, die nicht durch die Haftfestigkeit der Innenverkleidung aufgebracht werden können.

Kriechanfälligkeit

Platten mit einem Dämmkern weisen eine **größere Kriechanfälligkeit** (d.h. eine verzögerte oder Langzeitverformung) auf, die bei der Dimensionierung berücksichtigt werden muss. In den oben erwähnten harmonisierten Dokumenten wird die Kriechzahl in Abhängigkeit der Spannweiten und der lang anhaltenden oder permanenten Belastungen spezifiziert. Bevor die Anbringung zusätzlicher dauerhafter Belastungen (z.B. zusätzliche Verkleidung aus akustischen Gründen, Solarplatten und Innenverkleidung) erfolgt, muss man die Kriechgrenzen kontrollieren.

Wasserdichtheit

Auf die Wasserdichtheit wird teilweise in der Norm NBN EN 12865 eingegangen. In dieser Norm wird eine Methode zur Bewertung des Widerstands von Wänden gegen Schlagregen definiert, indem deren Wasserdichtheit unter Luftdruck bestimmt wird. Diese Prüfmethode berücksichtigt weder die **Belastungen, die durch den Schlagregen ausgeübt werden** auf die Anschlüsse mit anderen Dachelementen (z.B. Wanddurchführungen, Kuppeln und Dachaufsätze), noch die, die aus den Überlappungen zwischen den Platten resultieren.

Wir möchten auch darauf hinweisen, dass die **Ausdehnung von Elementen mit einer beträchtlichen Länge** die Wasserdichtheit der Anschlüsse beeinträchtigen kann. Obwohl es die handelsüblichen Längen – die bis 12 m erreichen können – ermöglichen, die meisten Dachflächen mit einer einzigen Platte auszuführen, kann es manchmal erforderlich sein, eine zweite Platte vorzusehen und somit die Durchgängigkeit zwischen diesen zwei Elementen zu gewährleisten. Bei geringen Neigungen reicht die Überlappung zwischen

den Außenverkleidungen und den Koppelfugen (die die Ausdehnung zulassen) allerdings nicht, um die Wasserdichtheit des Dachaufbaus zu gewährleisten.

Da Sandwichplatten nur über eine einzige Dichtungslage verfügen, können die **Baudetails** nicht auf die gleiche Weise ausgeführt werden wie bei einem traditionellen Dach, bei dem die Dämmung sowohl durch die Dachdeckung als auch durch das Unterdach geschützt wird. So werden die Dachaufsätze und die Durchbohrungen in den meisten Fällen im Dachfirst angeordnet. Die Abdichtung zwischen den Dachdurchbrechungen und den Platten kann realisiert werden, indem ein vorgeformtes Profil, eine spezifische Membran oder eine beliebig andere, durch Dichtigkeitsprüfungen validierte Einrichtung zum Einsatz kommt.

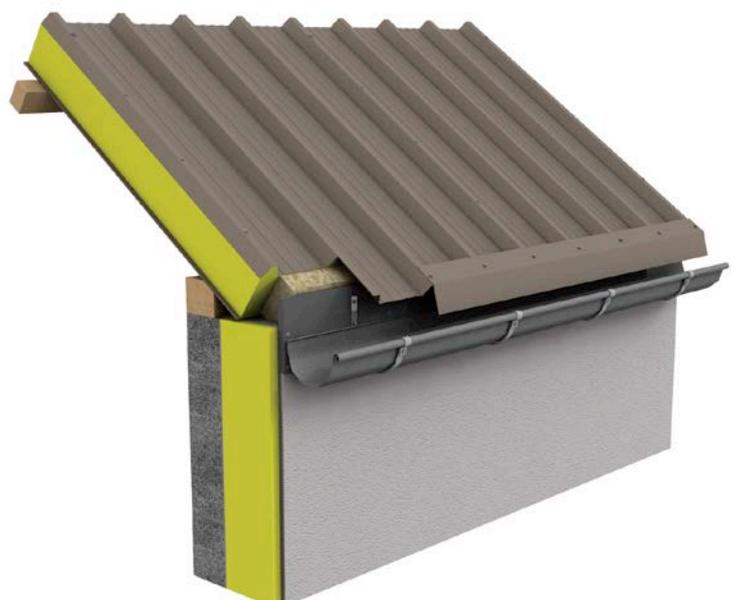
Falls in der Dachfläche recht große Unterbrechungen ausgeführt werden, kann es empfehlenswert sein, die Abdichtung mithilfe einer Kastendachrinne zu realisieren (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite).

Die Sandwichplatten können manchmal sehr dick sein. Folglich muss der **Lage** und der **Befestigung der Dachrinnen** eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Um die Dachrinne oder die Kastendachrinnen anbringen zu können, muss einerseits die Platte asymmetrisch abgeschnitten werden (Vorsprung der Außenverkleidung) und andererseits auf der Seite der Platte ein Schutz angebracht werden. Es wird darüber hinaus empfohlen, die Rinne nicht an der oberen Verkleidung zu befestigen, sondern eher an einem Randsparren (siehe Abbildung 2).

Da es die glatte Oberfläche der Platten mit großen Abmessungen nicht zulässt, die Geschwindigkeit des abfließenden Wassers zu begrenzen, muss am Fuß der Dachfläche ein Leitblech angebracht werden, um das Überfließen und Aufspritzen zu vermeiden.

In Höhe der Kehlen gestattet es die Verklebung der Membranen nicht, die Wasserdichtheit der gesamten Einheit sicherzustellen. Folglich wird empfohlen, eine separate isolierte Wasserabführung vorzusehen. 

2 | Befestigung der Dachrinne an einem Randsparren und nicht an der oberen Verkleidung.



Verklebung der Verglasung in Holz-Schreinerarbeitsprofilen

Das Verkleben der Verglasung im Schreinerarbeitsprofil bietet bestimmte Vorteile, wie z.B. eine bessere Winkelhaltigkeit und die Möglichkeit, verborgene Flügel zu realisieren. Aber sorgt diese Methode auch für eine Festigkeitserhöhung der Ecken?

*V. Detremmerie, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Akustik, Fassaden und Schreinerarbeit, WTB
B. Michaux, Ir., Leiter der Abteilung Materialien, Dächer und Umwelleistung, WTB*

Problematik aufgrund der Entwicklung der Anforderungen

Die Entwicklung der Anforderungen in Bezug auf Transparenz, Helligkeit und Wärmeleistungen der Verglasung hat eine Auswirkung auf die **Festigkeit der Außenschreinerarbeitsprofile**. Denn um diesen Anforderungen genügen zu können, muss der sichtbare Teil (d.h. der Nutzquerschnitt) der Profile verkleinert werden. Dadurch, dass die Profile darüber hinaus häufig aufgebaut sind aus Holzarten mit einer niedrigen Dichte, durchbrochen sein können oder aus einer Kombination von Materialien bestehen können (z.B. Holz-Aluminium oder Holz-Dämmstoff), besteht das Risiko, dass sie in den Ecken zerbrechlicher sind. Es ist demzufolge möglich, dass die traditionellen Eckverbindungen (z.B. Zapfenverbindungen oder Keilzinkverbindungen) nicht den geltenden Anforderungen entsprechen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2009/4.9](#)).

Mögliche Lösung

In Abhängigkeit der verwendeten Verbindungstechnik, der Konfiguration der Schreinerarbeit und der verarbeiteten Materialien gibt es verschiedene Techniken, die mechanische Festigkeit der Ecken zu erhöhen.

Eine dieser Techniken besteht darin, die Verglasung in dem Flügel zu verkleben. Durch diese Arbeitsweise kann man unter anderem **der oben erwähnten Festigkeitsverringerung der Profile entgegenwirken** und zudem **verborgene Flügel realisieren**. Diese Technik gestattet es auch, **die Verglasung zu verklotzen** und **den Flügel in der Werkstatt zu justieren**, wodurch man bei der Ausführung auf der Baustelle Zeit spart. Es ist jedoch entscheidend, die Regeln bezüglich des Einbaus der Verglasung und der Wasserabführung für den Glasfalz einzuhalten (siehe [TI 221](#)).

Vom WTB durchgeführte Prüfungen

Das WTB hat einige Vergleichsprüfungen durchgeführt, bei denen die Festigkeit der Ecken in Abhängigkeit der

verwendeten Verglasung bewertet wurde. Diese Prüfungen wurden nach dem in den Technischen Spezifikationen STS 52.1 beschriebenen Verfahren und an Ecken mit damit übereinstimmenden Abmessungen ausgeführt. Dazu wurde eine quadratische Verglasung eingebaut, die die gesamte Innenfläche der Ecke bedeckte.

Diese Prüfungen wurden mithilfe eines neuen Versuchsaufbaus durchgeführt und ergaben, dass die Verklebung eine beträchtliche Festigkeitsverbesserung für die Ecken zur Folge hat, denn dadurch wurde die Festigkeit auf das Drei- bis Vierfache des Werts ohne Verglasung erhöht.

Vor- und Nachteile

Die Verklebung der Verglasung kommt ergänzend zu einer Eckverbindung hinzu und:

- verstärkt diese wesentlich
- ermöglicht verschiedene Designs (z.B. verborgene Flügel und sehr dünne Profile)
- erleichtert die Winkelhaltigkeit bei der Herstellung
- vermeidet das Bruchrisiko (hauptsächlich in Höhe der Ecken) während des Einbaus auf der Baustelle.

Diese Technik ist jedoch auch mit einigen Nachteilen verbunden. So:

- erschwert sie den Einbau einer Schreinerarbeit mit relativ großen Abmessungen
- behindert sie die Demontage und den Austausch der Verglasung, weil der Fensterrahmen und dessen Schutz dadurch beschädigt werden könnten
- verhindert sie die Ausführung von Anpassungen an der Verklotzung der Verglasung, um etwaige Abweichungen bezüglich der Ausführung bei einem komplexeren Einbau zu kompensieren (Montage des Flügels im festen Rahmen).

Vorfertigung im Werk

Die Verklebung erfolgt im Werk, so dass sie ununterbrochen ausgeführt und die Haftung an jeder Stelle sichergestellt wird. Man muss auch darauf achten, dass die Entwässerungs-



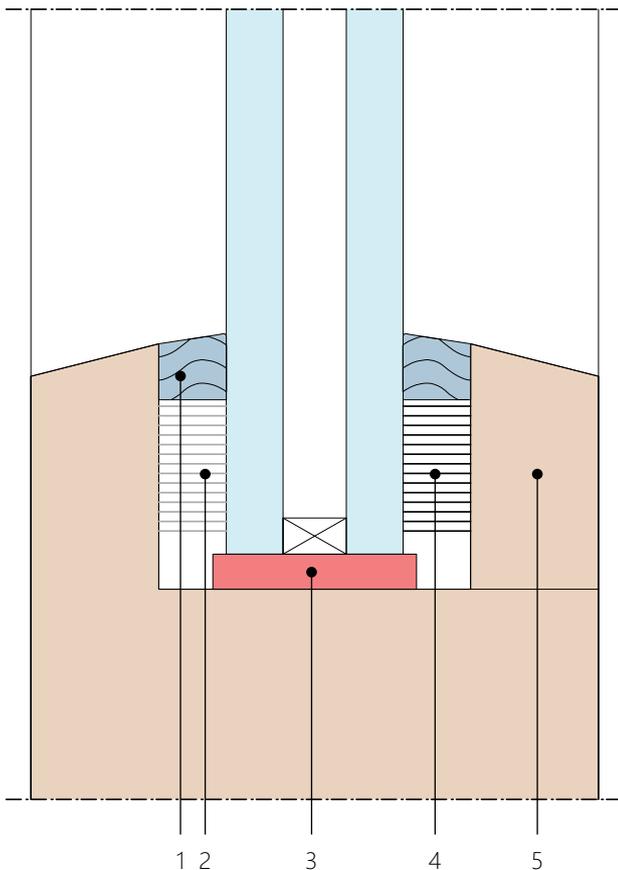
und Lüftungsöffnungen in dem Falz nicht abgedichtet werden und dass deren Wirksamkeit gewährleistet ist. Wenn die Verglasung auf den Glasleisten verklebt wird, müssen diese Letzteren geschraubt werden und der Abstand zwischen den Schrauben muss den (durch Prüfungen validierten) Spezifikationen des Herstellers entsprechen.

Um die Dauerhaftigkeit der Verklebung zu garantieren, muss man eine Anzahl zu beachtender Punkte berücksichtigen, darunter:

- **die Wahl des Klebertyps:** Man muss sich für Kleber entscheiden, die sich für festgeklemmte Außenfassadenverglasungen (Typ VEP) (dies sind Fassadensysteme, bei denen die Verglasung nach den geltenden Vorschriften in einen Falz eingebaut wird) oder für geklebte Außenverglasungen (Typ VEC) verwenden lassen. Der Modul des Klebers muss in der Lage sein, die differenziellen Bewegungen aufzunehmen. Um diese Anforderung erfüllen zu können, müsste der Modul in der Größenordnung von 1 bis 2 MPa liegen. Bei diesen spezifischen Ausführungstechniken für Fassaden erfolgt jedoch die Verklebung der Verglasung auf Metallprofilen. Man muss somit überprüfen, ob diese Verklebung ebenfalls auf Holz durchführbar ist
- **die Wahl des Verklebungsbereichs:** Um die Effektivität der Verklebung zu gewährleisten, muss diese über eine ausreichend große Fläche ausgeführt werden. Ungeachtet

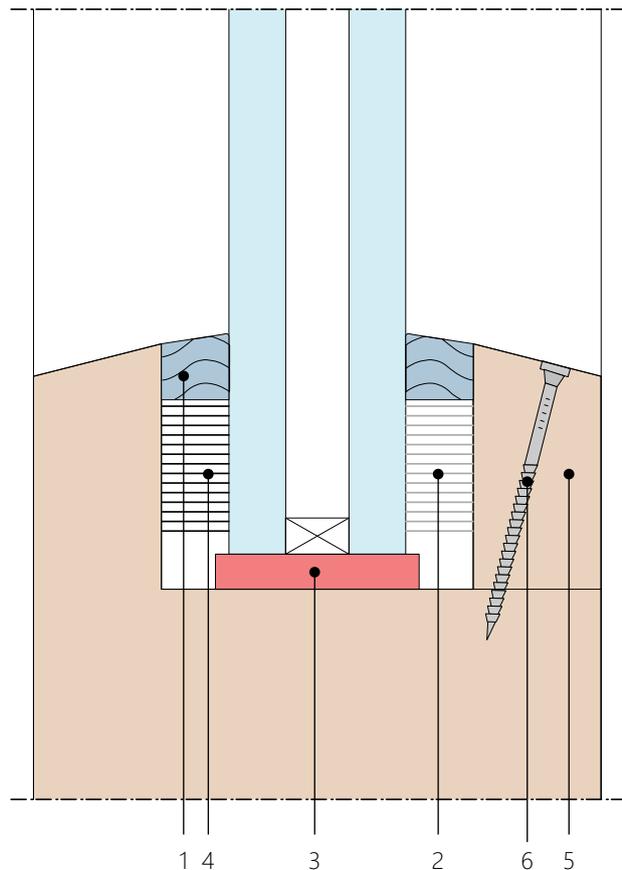
des gewählten Bereichs, also unabhängig davon, ob die Verklebung nun in Höhe der Außenverglasung auf dem Gegenanschlag (siehe Abbildung 1) ausgeführt wird oder in Höhe der Innenverglasung auf der Glasleiste (siehe Abbildung 2), muss die Dauerhaftigkeit der Verklebung stets sichergestellt werden, und zwar in Abhängigkeit der mechanischen und/oder klimatischen Belastungen, denen sie unterworfen sein wird. Im Wesentlichen kommt es dabei darauf an, – je nach der Lage des Verklebungsbereichs – die Beständigkeit der Verklebung gegen Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen und UV-Strahlung zu kontrollieren. Die Verklebung darf auf keinen Fall die Wasserabführung des Glasfalzes behindern

- **die Verträglichkeit zwischen den gewählten Klebern und der Verglasung einerseits und zwischen den Klebern und dem Holz andererseits,** das gegebenenfalls, je nach dem Tanningehalt und den Feuchtigkeitsänderungen des Holzes während der Lebensdauer des Fensters, mit einem speziellen Schutzanstrich versehen ist. Um das Risiko bezüglich Feuchtigkeitsänderungen in der Außenschreinerarbeit zu verringern, müssen die Entwässerungs- und Lüftungsöffnungen instandgehalten und gereinigt werden (siehe [Guide de l'entretien pour des bâtiments durables](#)). Die Dichtungssperre der Doppelverglasungen dürfte außerdem nicht mehr belastet werden, sofern die Verglasungen korrekt verklotzt sind (siehe [TI 221](#)). ●



- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Dichtstoff | 3. Verklotzung |
| 2. Klebemasse | 4. Vorlegeband |

1 | Verklebung auf dem Gegenanschlag.



- | |
|---------------|
| 5. Glasleiste |
| 6. Schraube |

2 | Verklebung auf der Glasleiste.

Hin zu einer vereinfachten Studie der Windwirkung auf Flachdächern

Die Berechnung von Windlasten ist eine komplexe Aufgabe, die am besten einem Spezialisten überlassen wird. Für kleinere Baustellen, wo kein Planungsbüro oder Projektleiter benötigt wird, kann der in diesem Artikel vorgestellte vereinfachte und sichere Ansatz verwendet werden, um einen bestimmten Dachaufbau schnell zu validieren und zu kontrollieren. In anderen Fällen ist es empfehlenswert, eine detaillierte Berechnung auszuführen.

E. Noirfalisse, Ir., Leiter des Laboratoriums Dämmung, Abdichtung und Dächer, WTB

Windwirkung auf Flachdächern

Die Windlasten (Unterdrücke), die an einem Flachdach angreifen, sind von verschiedenen Parametern, wie z.B. der Lage und der Höhe des Gebäudes abhängig, sowie davon, ob die Dachkonstruktion ggf. luftdurchlässig ist. Diese Lasten sind außerdem in Höhe der Dachränder größer und an den Dachecken am größten.

Studie über das Windverhalten eines Flachdachs

Das Windverhalten eines Flachdachs zu untersuchen kann sehr kompliziert sein und eine solche Studie muss ab der Entwurfsphase berücksichtigt werden. Sie umfasst die folgenden drei Schritte:

- die Festlegung der Unterdrücke in den mittleren, Rand- und Eckzonen
- die Bestimmung der Abmessungen in den mittleren, Rand- und Eckzonen
- die Kontrolle, ob der Windwiderstand des gewählten

Zonen, die mit den verschiedenen Referenzwindgeschwindigkeiten in Belgien übereinstimmen.



IGN (angepasst vom WTB)

Dachaufbaus ausreichend ist, also dass dieser mindestens so groß ist wie die berechnete Kraftwirkung (andernfalls muss man sich für einen anderen Dachaufbau entscheiden, von dem das zutrifft).

Die ersten zwei Punkte werden im Detail im Anhang 5 der TI 239 beschrieben. Was den dritten Punkt betrifft, muss man sich dagegen basieren auf:

- Prüfergebnisse, auf die die geeigneten Sicherheitsfaktoren angewendet werden müssen (die man unter anderem in der technischen Dokumentation oder in der Einsatztauglichkeitsbescheinigung findet) oder
- die in der Tabelle 6 der TI 215 vorgeschlagenen Pauschalwerte.

Ein (noch) einfacherer Ansatz?

Es lässt sich ein vereinfachter Ansatz anwenden, der eine schnelle Bewertung von (kleinen) Dächern durch Nutzung der verfügbaren Elemente ermöglicht.

In dem Fall einer vollflächig verklebten bituminösen Abdichtung beläuft sich der pauschale Windwiderstandswert auf 3.000 Pa. Bei einer partiellen Verklebung (z.B. in Bahnen) beträgt dieser Wert 2.000 Pa (*). In die folgende Überarbeitung der TI 215 wird ebenfalls ein Pauschalwert von 2.000 Pa für vollflächig verklebte kaschierte Kunststoffabdichtungen aufgenommen.

Unter der Bedingung, dass man die Regeln für die fachmännische Ausführung und die Empfehlungen aus der technischen Dokumentation der Produkte einhält und dass man geeignete Materialien und/oder Klebmittel einsetzt, ist es daher möglich, diesen Wert von 2.000 Pa zu verwenden

(*) Begrenzung auf 1.500 Pa im Falle einer Dämmung aus Schaumperlite (wenig gebräuchlich).

A | Geländerauheitskategorien.

| Rauheitskategorien | Beschreibung der Zone | Beispiele |
|--------------------|---|---|
| 0 | Meer oder Küstengegend, die dem Seewind ausgesetzt ist |  |
| I | Meer oder Zone mit äußerst wenig Vegetation, die keine Hindernisse aufweist |  |
| II | Zone mit niedriger Vegetation (wie z.B. Gras), mit oder ohne einzeln stehende Hindernisse (Bäume, Gebäude) in einem Abstand zueinander von mindestens dem 20-Fachen ihrer Höhe |  |
| III | Zone mit einem regelmäßigen Bewuchs, mit einzeln stehenden Gebäuden oder Hindernissen in einem Abstand zueinander von höchstens dem 20-Fachen ihrer Höhe (z.B. Dörfer, Vorstädte und dauerhafte Wälder) |  |
| IV | Städtische Zone, wo mindestens 15 % der Fläche von Gebäuden mit einer mittleren Höhe von mehr als 15 m eingenommen wird |  |

als pauschalen Windwiderstand für vollflächig verklebte Abdichtungen (oder teilweise verklebte bituminöse Abdichtungen) und die darunterliegenden Lagen (z.B. Dämmung und Dampfsperre).

Auf Basis dieses Pauschalwerts gibt die nachstehende Tabelle für die gängigsten Fälle eine Übersicht von den maximalen Höhen, bei denen die Dachabdichtung eines Flachdachs verklebt werden darf. Dabei muss angemerkt werden, dass:

- in allen Fällen eine Dachaufkantung von mindestens 15 cm (für eine fachmännische Ausführung) vorgesehen werden muss
- die angegebenen maximalen Höhen auf den Eckzonen basieren, wo die Windlasten am größten sind. Wenn die

Tabelle eine maximale Höhe von null angibt, muss eine detaillierte Berechnung von dem Hersteller oder einem Planungsbüro ausgeführt werden.

Schlussfolgerung

Dank dieser sicheren Werte ist für die meisten einfachen Fälle die Ausführung einer detaillierten Berechnung nicht länger erforderlich. Falls man dagegen doch auf eine detaillierte Berechnung oder die Nutzung der Tabellen aus der TI 239 und/oder die Prüfergebnisse, die höhere Widerstandswerte liefern, zurückgreifen möchte, wird man in den meisten Fällen die maximale Höhe noch erhöhen können. ●

B | Maximale Höhen, bei denen die Dachabdichtung eines Flachdachs verklebt werden darf, in Abhängigkeit der Windzone, in der sich das Gebäude befindet, und der Geländerauheitskategorie.

| Windzonen (siehe Karte von Belgien) | Maximal zulässige Höhe [m] | | | | | | | |
|--|--|-----|------|------|--|-------|------|------|
| | Luftdichte Dachunterkonstruktion (durchgehende Betonplatte, vorgefertigte Elemente mit einem Beton der zweiten Phase) | | | | Nicht luftdichte Dachunterkonstruktion (Holz, vorgefertigte Elemente) | | | |
| | Geländerauheitskategorien (siehe Tabelle A) (1) | | | | | | | |
| | 0-I | II | III | IV | 0-I | II | III | IV |
| 1 | 5,2 | 6,7 | 17,8 | 36,9 | 0 (2) | 6,0 | 14,3 | 30,1 |
| 2 | 0 (2) | 6,0 | 13,9 | 29,5 | 0 (2) | 5,8 | 11,3 | 24,4 |
| 3 | 0 (2) | 5,9 | 11,2 | 24,2 | 0 (2) | 4,4 | 9,1 | 20,1 |
| 4 | 0 (2) | 4,5 | 9,0 | 20,0 | 0 (2) | 0 (2) | 7,5 | 16,8 |

(1) Die Geländerauheitskategorie kann berechnet werden mithilfe des Rechentools [CInt](#), das auf der CSTC-Website verfügbar ist.

(2) Wenn die Tabelle eine maximale Höhe von null angibt, muss eine detaillierte Berechnung von dem Hersteller oder einem Planungsbüro ausgeführt werden.

Welche Toleranzen gelten für Glas-Innenwände?

In Erwartung der Veröffentlichung der dritten Technischen Information, die den Glas-Innenwänden und Glasaufbauten aus gehärtetem Glas gewidmet ist, wird im vorliegenden Artikel näher auf die Herstellungs- und Einbautoleranzen eingegangen, die für Glas-Innenwände gelten.

R. Durvaux, Ir., Berater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB
 V. Detremmerie, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Akustik, Fassaden und Schreinerarbeit, WTB

Bei Glas-Innenwänden muss im Allgemeinen unterschieden werden zwischen:

- den **Dimensionstoleranzen**, die sich hauptsächlich auf Abweichungen beziehen, die durch die Herstellung und den Einbau der Glasprodukte bedingt sind
- den **Kriterien hinsichtlich des Aussehens**, auf die in diesem Artikel allerdings nicht eingegangen wird.

1 Herstellungstoleranzen

Es gibt sowohl Toleranzen für die Basisprodukte (Floatglas, poliertes Drahtglas, gezogenes Glas, Ornamentglas, Drahtornamentglas, Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage) als auch für die verarbeiteten Produkte. Man findet diese Herstellungstoleranzen in den betreffenden Produktnormen.

2 Einbautoleranzen

2.1 Toleranzen bezüglich des Untergrunds

Wenn der Auftraggeber für die Abnahme des Untergrunds verantwortlich ist, obliegt es dem Glaser darauf zu achten, dass dieser dazu geeignet ist, die Glaswand nach den Regeln für die fachgemäße Ausführung einzubauen. So dürfte die allgemeine Abweichung unter dem Lineal von 2 m nicht mehr als ± 5 mm betragen. Der Glaser muss somit überprüfen, ob die in den Referenzdokumenten angegebenen Ebenheitstoleranzen (siehe die entsprechenden TIs) eingehalten werden. Falls – in Abhängigkeit des Untergrundtyps – die oben angegebenen allgemeinen Toleranzen (z.B. bei Industriefußböden) nicht erfüllt sind, sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, um den ordnungsgemäßen Einbau der Glaswand sicherzustellen.

2.2 Vertikalität der Wände

Für eine gängige Geschosshöhe (ca. 2,50 m) beträgt der maximale Schiefstand einer Glaswand oder einer ihrer Ränder ± 6 mm für die normale Toleranzklasse (Standardvorgabeklasse) und ± 4 mm für die spezielle Toleranzklasse

(eine im Lastenheft vorzuschreibende Klasse). Bei größeren Höhen ist eine zusätzliche Abweichung von ± 2 mm/m zulässig (bei einem Höchstwert von ± 20 mm). Für eine 4,50 m hohe Wand ist somit beispielsweise eine Abweichung von ± 10 mm gestattet. Wenn sich in der Wand eine Tür befindet, muss man darauf achten, dass das gute Funktionieren von ihr dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Die Tabelle A gibt eine Übersicht über die zulässigen Abweichungen bezüglich der Vertikalität der Wände für verschiedene Geschosshöhen.

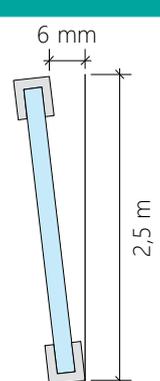
2.3 Geradheit der Profile

Hinsichtlich der Profile muss man die zulässigen Herstellungsabweichungen (siehe Norm NBN EN 12020-2 für Elemente aus Aluminium) mit den zulässigen Einbauabweichungen kombinieren. Diese Letzteren betragen ± 2 mm/m.

Die Tabelle B auf der nächsten Seite gibt eine Übersicht über die Kombination dieser Abweichungen für verschiedene, üblicherweise verwendete Profillängen.

A | Zulässige Abweichungen bezüglich der Vertikalität der Glaswände.

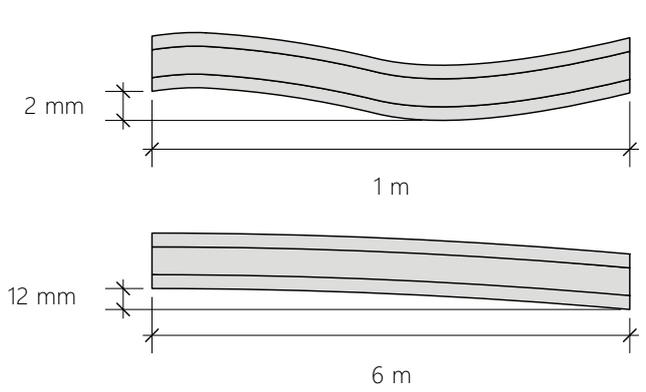
| Höhe | Zulässige Abweichung |
|-------|----------------------|
| 2,5 m | ± 6 mm |
| 3 m | ± 7 mm |
| 3,5 m | ± 8 mm |
| 4 m | ± 9 mm |
| 4,5 m | ± 10 mm |



Das Diagramm zeigt eine vertikale Glaswand mit einer Gesamthöhe von 2,5 m. An der Spitze ist eine horizontale Abweichung von 6 mm eingezeichnet, die die zulässige Vertikalitätsabweichung darstellt.

B | Zulässige Abweichungen bezüglich der Geradheit der Profile.

| Länge | Zulässige Abweichung |
|-------|----------------------|
| 1 m | ± 2 mm |
| 2 m | ± 4 mm |
| 3 m | ± 6 mm |
| 4 m | ± 8 mm |
| 5 m | ± 10 mm |
| 6 m | ± 12 mm |



2.4 Niveauunterschied zwischen verglasten Elementen

Was die Flucht der Verglasungen betrifft, müssen die Herstellungstoleranzen bezüglich der Dicke und der Ebenheit des Glases normalerweise mit einer Ausführungsabweichung von ± 3 mm kombiniert werden.

Da diese Herstellungstoleranzen in der Praxis im Allgemeinen sehr klein sind, kommt eine Gesamtabweichung von ± 3 mm zur Anwendung.

2.5 Spielraum zwischen verglasten Elementen

Es ist empfehlenswert, zwischen den festen Teilen einen Spielraum von mindestens 2 mm zu lassen. In der Praxis

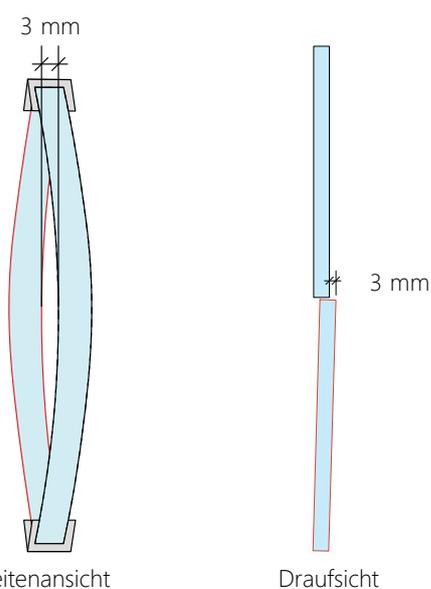
wird dieser durch den verwendeten Abdichtungstyp festgelegt (z.B. elastische Dichtung, vorgeformte Dichtung oder Strangpressprofil).

Bei Wänden mit vollverglasten Türen werden die folgenden Spielräume um die Türen herum empfohlen:

- **senkrechte Fugen:** ≥ 3 mm
- **waagrechte Fugen:** insgesamt 10 mm (vorzugsweise wie folgt verteilt: 7 mm im unteren Teil und 3 mm im oberen Teil).

Für diese Spielräume sind Gesamt-Einbauabweichungen von ± 1 mm/m zulässig.

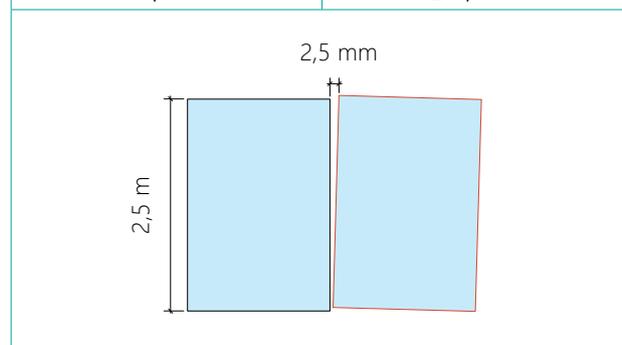
Die Tabelle C gibt für verschiedene, üblicherweise verwendete Profilhöhen eine Übersicht über die zulässigen Abweichungen bezüglich des Spielraums zwischen den verglasten Elementen. 



Verschiedene Arten des Niveauunterschieds zwischen verglasten Elementen.

C | Zulässige Abweichungen bezüglich des Spielraums zwischen verglasten Elementen

| Höhe | Zulässige Abweichung |
|-------|----------------------|
| 2,5 m | ± 2,5 mm |
| 3 m | ± 3 mm |
| 3,5 m | ± 3,5 mm |
| 4 m | ± 4 mm |
| 4,5 m | ± 4,5 mm |





Welche Vorbehandlung für einen Gipsputz auf Mauerziegeln?

Die Referenzdokumente für die Ausführung von Innenputzen – insbesondere die Norm NBN EN 13914-2 und die TIs 199 und 201 – empfehlen die Anwendung einer Vorbehandlung in Abhängigkeit der Wasseraufnahme des Untergrunds. Diese Information wird jedoch nicht im technischen Merkblatt der Mauerwerkselemente vom Mauerziegeltyp angegeben, da dies nicht verpflichtend ist. Dennoch kann eine Vorbehandlung auch in diesem Zusammenhang erforderlich sein.

S. Korte, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Y. Grégoire, Ir.-Arch, Verantwortlicher für Sektorpublikationen, Abteilung Veröffentlichungen und Dokumentation, WTB

Empfehlungen

Für eine dauerhafte Haftung des Putzes ist es notwendig, die spezifischen Eigenschaften des zu verputzenden Untergrunds zu untersuchen und die etwaige Vorbehandlung darauf abzustimmen. So muss man bei Mauerwerk aus Mauerziegeln **die Wasseraufnahme prüfen**. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die empfohlene Vorbehandlung in Abhängigkeit des Ergebnisses der Bespritzungsprüfung.

Auch die Sauberkeit des Untergrunds, seine physikalischen Kennwerte und die Ausführungstoleranzen müssen kontrolliert werden (siehe TI 201). Ferner müssen die Ausführungs-

bedingungen günstig sein (z.B. passende Temperatur und Nichtvorhandensein von Wind und direkter Sonneneinstrahlung). Schließlich muss die etwaige Vorbehandlung sowohl mit dem Untergrund als auch mit dem Putz verträglich sein (siehe hierzu das technische Merkblatt des Herstellers).

Besonderheiten der Mauerziegel

Mauerziegel gehören zu den perforierten Ziegelsteinen, von denen die Vorschriften aufgenommen sind in der harmonisierten Norm NBN EN 771-1 und den Technischen Vorschriften PTV 23-003 (siehe auch Teil 1 der STS 22). Deren Ausführung wird beschrieben in der TI 271.

Empfohlene Vorbehandlung in Abhängigkeit des Ergebnisses der Bespritzungsprüfung.

| Bespritzungsprüfung | | Häufigkeit des betreffenden Falls | Empfohlene Vorbehandlung (1) (2) |
|---|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| Beobachtungen | Schlussfolgerung | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Die Tröpfchen werden innerhalb von 5 Sekunden absorbiert Dunkle Verfärbung | Der Untergrund ist (stark) absorbierend (und möglicherweise heterogen) | Häufig | Imprägniermittel |
| <ul style="list-style-type: none"> Die Tröpfchen werden innerhalb von 5 bis 15 Sekunden absorbiert Dunkle Verfärbung | Der Untergrund ist mäßig absorbierend (und möglicherweise heterogen) | Häufig | |
| <ul style="list-style-type: none"> Die Tröpfchen werden nicht absorbiert, sondern laufen in Perlenform auf der Oberfläche herunter Geringe Farbtonveränderung | Der Untergrund ist wenig oder nicht absorbierend | Selten | Haftgrundmittel |

(1) Wenn nichts anderes vom Putzhersteller vorgeschrieben wird.

(2) Die Vorbehandlung muss nach den Richtlinien des Herstellers des Vorbehandlungsprodukts ausgeführt werden.



Die Art und Weise, in der Mauerziegel hergestellt werden, beeinflusst die Wasseraufnahme der verschiedenen Flächen. So kann an den Seitenflächen (die den Untergrund für den Putz bilden) eine Strangpresshaut entstehen, die eine geschlosseneren Struktur als die Legefläche aufweist. Dadurch sind diese Oberflächen weniger porös und wirken eher wasserabweisend. In Extremfällen kann sogar ein Effekt zur Perlenbildung auftreten, bei dem die Wassertröpfchen auf der Oberfläche abperlen. Es ist ebenfalls möglich, dass die Mauerziegel innerhalb ein und derselben Wand eine unterschiedliche Saugkraft aufweisen. Auch das Vorhandensein von Mörtelfugen trägt zu dieser Heterogenität bei.

Bewertung der Wasseraufnahme

Wegen des Fehlens von allgemeinen Informationen über die Wasseraufnahme der Sichtfläche von Mauerwerk aus Mauerziegeln muss der als Verputzer tätige Bauunternehmer diese Eigenschaft vor Ort kontrollieren, und zwar vor Beginn der Putzarbeiten. Eine einfache diesbezügliche Methode besteht darin, das Mauerwerk mithilfe eines nassen Borstenpinsels oder eventuell von Hand **mit Wasser zu bespritzen**. Diese Prüfung wird am besten an mehreren Stellen ausgeführt.

Vorbehandlung des Untergrunds

Um eine gute Anfangshaftung des Putzes sicherzustellen (und mögliche Schäden zu begrenzen) und zudem eine gleichmäßige Absorption des Untergrunds zu gewährleisten, kann eine vorherige Behandlung des Untergrunds notwendig sein. Es sind verschiedene Vorbehandlungsprodukte auf dem Markt erhältlich. Wir unterscheiden zwei Typen:

- **Grundier- bzw. Imprägniermittel** (ggf. verdünnt), die für mäßig bis stark absorbierende Untergründe oder Untergründe mit einem heterogenen Absorptionsvermögen empfohlen werden. Mit diesen Produkten lässt sich eine zu starke Wasseraufnahme (somit das Risiko des Verbrennens des Putzes) reduzieren und eine gleichmäßigere Saugkraft erreichen
- **Haftgrundmittel**, die angezeigt sind für wenig bis nicht absorbierende Untergründe sowie für glatte Untergründe. Diese sorgen dafür, dass sich zwischen dem anzubringenden Putz und dem Untergrund eine Haftbrücke bildet.

Es ist wichtig anzumerken, dass die Anweisungen des Herstellers hinsichtlich des Anwendungsgebiets des Vorbehandlungsmittels, der Ausführungstechnik, der Dosierung, der eventuellen Verdünnung und der zu ergreifenden Vorsichtsmaßnahmen befolgt werden müssen.

Wichtigkeit der Haftung

Neben den hygrothermischen Effekten sorgen die Schwind- und Kriechwirkung der verschiedenen Materialien unweigerlich für Spannungen im Inneren der Mauer. Wenn die Anfangshaftung eines Gipsputzes auf Mauerwerk aus Mauerziegeln zu wünschen übrig lässt, kann der Putz, wenn man darauf klopft, hohl klingen (Anzeichen dafür, dass Risse

entstehen können) oder es können sich sogar ganze Zonen des Putzes ablösen. Diese Schäden kommen manchmal erst Jahre nach der Ausführung ans Licht. Für den Erhalt eines dauerhaften Resultats und zur größtmöglichen Vermeidung etwaiger Probleme **ist eine gute Anfangshaftung somit entscheidend**.

Üblicherweise verwendete Gipstrockenmörtel müssen den Spezifikationen der Norm NBN EN 13279-1 entsprechen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2014/2.8](#)). Die Haftung des Putzes an einem spezifischen Untergrund muss nach der Norm NBN EN 13279-2 geprüft werden. Die Ergebnisse müssen mindestens mit dem vom Hersteller deklarierten Wert identisch sein (bestimmt unter Laborgegebenheiten). Obwohl die Mindest-Haftfestigkeit $0,1 \text{ N/mm}^2$ beträgt, ist vor Ort ein Wert von $0,2 \text{ N/mm}^2$ vorzuziehen. Schließlich ist es empfehlenswert, Gipstrockenmörtel anzuwenden, die über eine technische Zulassung (ATG) verfügen, da deren Eigenschaften (z.B. die Haftung) zertifiziert sind und auf regelmäßiger Basis in einem externen Laboratorium kontrolliert werden. ◆

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Parachèvement‘ verfasst.





Ein korrekt ausgeführter Estrich: eine Voraussetzung für eine gelungene Fliesenarbeit

Um als Ergebnis einen Qualitäts-Bodenbelag zu erhalten, ist es wichtig, dass der Estrich korrekt ausgeführt wurde. Dabei spielen das Niveau, die Ebenheit und die Oberflächenkohäsion eine wesentliche Rolle.

J. Van Den Bossche, Ing., Senior-Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Niveau- und Ebenheitstoleranzen

Die Niveau- und Ebenheitstoleranzen für den fertiggestellten Fliesenbelag (siehe Tabelle 41 und 42 der [TI 237](#)) stimmen mit denen für den gehärteten Estrich überein (siehe Tabelle 6 und 7 der [TI 189](#)). Zu den Ebenheitstoleranzen für den fertiggestellten Fliesenbelag müssen jedoch noch die tatsächlichen Ebenheitsabweichungen der verwendeten Fliesen addiert werden.

Niveau des Estrichs

Das Niveau des Estrichs muss mithilfe eines ausreichend genauen Höhenmessers (z.B. automatische Wasserwaage, Laser-Wasserwaage oder Schlauchwaage) kontrolliert und stets bezogen auf die nächstgelegene **Bezugsniveau-Markierung** bestimmt werden, die in jedem Raum auf den Wänden angegeben werden muss. Je kleiner der Abstand zwischen dem betrachteten Punkt im Estrich und der Markierung ist, desto kleiner ist auch die Niveautoleranz des Estrichs (siehe Tabelle A).

Wenn nichts anderes in den vertraglichen Dokumenten angegeben ist, gilt die Toleranzklasse 2 (normale Toleranzen). Falls kein einziger Messpunkt des Estrichs sich außerhalb der zulässigen Abweichungen befindet, entspricht das Niveau des Estrichs der vorgeschriebenen Toleranzklasse. Wenn ein Anschluss des Bodenbelags an bestimmte feste Stellen (z.B. Schwellen oder Rinnen) erforderlich ist, ist das Niveau dieser Stellen maßgebend. Es ist daher sehr wichtig, dass sich diese festen Elemente auf dem richtigen Niveau befinden.

Ebenheit des Estrichs

Es gibt **drei Toleranzklassen** für die Ebenheit von Estrichen: streng, normal und groß (siehe Tabelle B). Auch in diesem Fall wird zunächst von der normalen Toleranz von 4 mm/2 m ausgegangen, es sei denn, dass in den vertraglichen Dokumenten anderslautende Anforderungen angegeben sind. Bei

Fliesen größer als 300 x 300 mm gilt die strenge Toleranz (3 mm/2 m). Für XL- (> 1 m²) und XXL-Fliesen (> 3 m²) gelten manchmal sogar noch strengere Ebenheitsanforderungen. In dem Fall müssen diese Anforderungen in den vertraglichen Dokumenten ausdrücklich angegeben und dem Estrichleger deutlich mitgeteilt werden.

Falls den Ebenheitsanforderungen nicht genügt werden kann, kann das **Egalisieren** des Estrichs oder das Auftragen eines geeigneten **Grundiermittels** notwendig sein (siehe [Les Dossiers du CSTC 2015/2.11](#)). Dies wird allerdings eine Auswirkung auf die Kosten der Fliesenarbeit haben.

Die Ebenheit des Estrichs muss mit einem Lineal von 2 m kontrolliert werden, an dessen beiden Enden ein Anschlagklötzchen angebracht ist, dessen Dicke der vorher festgelegten Toleranz entspricht. Eine Ebenheitsmessung gilt als in der

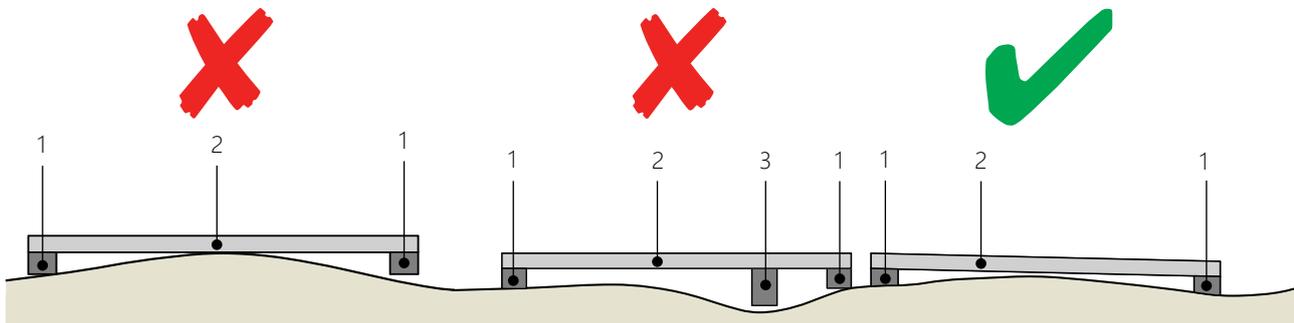
A | Niveautoleranzen für den fertiggestellten Estrich.

| Abstand d zwischen einem Punkt des Estrichs und der nächst- gelegenen Bezugs- niveau-Markierung | Zulässige Abweichungen | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Klasse 1: strenge Tole- ranzen | Klasse 2: normale Tole- ranzen |
| $d \leq 3 \text{ m}$ | ± 6 mm | ± 8 mm |
| $3 \text{ m} < d \leq 6 \text{ m}$ | ± 8 mm | ± 12 mm |
| $6 \text{ m} < d \leq 15 \text{ m}$ | ± 10 mm | ± 14 mm |

B | Ebenheitstoleranzen des Estrichs unter dem Lineal von 2 m.

| Ebenheitsklassen | Ebenheitstoleranzen des Estrichs |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Klasse 3: große Toleranzen | 6 mm |
| Klasse 2: normale Toleranzen | 4 mm |
| Klasse 1: strenge Toleranzen | 3 mm |

1. Anschlagklötzchen mit einer der zulässigen Abweichung entsprechenden Dicke
2. 2 m langes Lineal
3. Bewegliches Anschlagklötzchen mit einer Dicke, die doppelt so groß ist wie der Dicke des Anschlagklötzchens 1



1 | Kontrolle der Ebenheit des Estrichs.

jeweiligen Toleranz liegend, wenn die zwei Anschlagklötzchen gleichzeitig den Estrich berühren und kein Anschlagklötzchen mit einer Dicke, die gleich dem doppelten Wert der Toleranz ist, sich unter dem Lineal durchschieben lässt (siehe Abbildung 1).

Etwaige Unregelmäßigkeiten hinsichtlich des Niveaus oder der Ebenheit des Estrichs können beseitigt werden durch:

- Schleifen des Estrichs (z.B. um ein zu hohes Niveau zu korrigieren oder um Erhebungen zu beseitigen)
- Egalisieren des Estrichs
- Wählen von Klebern, die in größerer Dicke verarbeitet werden können (z.B. um ein zu niedriges Niveau zu korrigieren oder um Löcher zu beseitigen).

Diese Eingriffe werden jedoch auch mit Mehrkosten verbunden sein.

Oberflächenkohäsion des Estrichs

Der Einsatz von leistungsfähigen Klebern mit einer hohen Haftfestigkeit ergibt nur Sinn, wenn auch die Oberflächenkohäsion des Estrichs ausreichend groß ist. Denn Fliesenleger werden nach dem Entstauben des Estrichs noch häufig mit Estrichen konfrontiert, an denen sich Körner an der Oberfläche lösen.

Eine erste Prüfung zur Kontrolle der Oberflächenkohäsion des Estrichs ist die **Ritzprüfung**. Diese besteht darin, einen harten Gegenstand (z.B. eine Reißnadel oder einen Nagel) zum Ritzen über die Oberfläche des Estrichs zu ziehen. Wenn sich dabei viele Körner lösen (also wenn der Nagel in die Oberfläche eindringt und sich eine breitere Linie als die Nagelspitze zeichnen lässt), weist dies auf eine eher schlechte Oberflächenkohäsion hin.

Indem man mithilfe eines Estrichprüfers eine **Stempeleindruckprüfung** ausführt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2006/4.2](#)), erhält man eine Vorstellung von der mechanischen Festigkeit der Oberflächenschicht des Estrichs. Wenn diese Festigkeit nicht so hoch ist, kann dies auch ein Zeichen für eine weniger gute Oberflächenkohäsion des Estrichs sein.

Die Oberflächenkohäsion des Estrichs kann auch durch das Ausführen einer **Zugfestigkeitsprüfung** genau bestimmt werden (siehe Abbildung 2). Obwohl eine Oberflächenkohäsion von $0,8 \text{ N/mm}^2$ vorzuziehen ist, kann ein Wert von $0,5 \text{ N/mm}^2$ auch schon für einen Bodenbelag ausreichend sein.

Wenn die Oberfläche des Estrichs eine unzureichende Kohäsion aufweist, kann ein Oberflächenhärter oder eine geeignete Grundierung diesbezüglich Abhilfe schaffen. Auch dies wird jedoch mit Mehrkosten verbunden sein. Falls der Einsatz solcher Produkte noch immer nicht eine ausreichende Oberflächenkohäsion zur Folge hat (z.B. wenn die Kohäsion des Estrichs auch in der Masse nicht im notwendigen Maße gegeben ist), wird man sich genötigt sehen, den Estrich oder einen Teil davon zu ersetzen. Ansonsten kann man sich dafür entscheiden, einen alternativen nichthaftenden Bodenbelag zu verlegen. 

Dieser Artikel wurde im Rahmen der Normen-Außenstelle ‚Tolérances et aspect‘ verfasst.

2 | Ergebnis einer Zugfestigkeitsprüfung.





Alterung von Deckanstrichen für Holz-Außenschreinerarbeiten

Da es für Schreiner und Maler oft schwierig ist, das Alterungsverhalten von Deckanstrichen für Holz-Außenschreinerarbeiten einzuschätzen, haben das WTB und WOOD.BE eine Studie an mehr als zwanzig Anstrichsystemen durchgeführt, deren Ziel es ist, die zeitliche Entwicklung der Leistungen dieser Anstriche bei Alterung zu überprüfen.

*E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Bauchemie, WTB
V. Bams, M. Sc. Geol., Projektleiter, Laboratorium Bauchemie, WTB*

Es sind auf dem Markt viele Beschichtungsstoffe für Deckanstriche von Holz-Außenschreinerarbeiten erhältlich. Es bestehen Systeme sowohl auf Wasserbasis als auch auf Lösemittelbasis und es ist eine Vielfalt an Bindemitteln vorhanden (z.B. auf Alkyd- oder Acrylbasis). Während die Anfangsleistungen dieser Deckanstriche genau bestimmt und in den technischen Merkblättern angegeben werden können, ist deren Alterungsverhalten in der Regel weniger gut bekannt. Denn die Norm NBN EN 927, die den Beschichtungsstoffen für Deckanstriche von Holz-Außenschreinerarbeiten gewidmet ist, konzentriert sich auf die Aussehensunterschiede und das Auftreten von bedeutenden Mängeln, äußert sich aber nicht über die Entwicklung der Leistungen und die Festlegung der Instandhaltungshäufigkeit.

Das WTB und WOOD.BE haben die **Leistungen** von verschiedenen Lasuren und Lacken analysiert, die für die Anwendung bei Instandhaltungsarbeiten auf der Baustelle bestimmt sind. Die Deckanstrichprodukte wurden in den meisten Fällen in zwei oder drei Schichten mit dem Pinsel

aufgebracht, und zwar auf die von der Norm vorgeschriebenen Holzarten (Fichte und Kiefer) sowie auf Sapelli, Eiche, Lärche und Afzelia. Danach wurden sie einigen künstlichen und natürlichen Alterungszyklen unterzogen, die bei einer südwestlichen Orientierung, ohne Schutz und bei einer Neigung von 45° erfolgten.

Während dieser Studie wurde insbesondere die Wasserdurchlässigkeit der Deckanstriche überwacht (Messungen ausgeführt gemäß der Norm NBN EN 927-5). Der Anfangswert dieser Eigenschaft ist im großen Maße für das Anwendungsgebiet der Anstrichfarbe ausschlaggebend (siehe [Les Dossiers du CSTC 2018/4.8](#)). Denn nur wenn die Wasserdurchlässigkeit auf einem begrenzten Wert bleibt, können die Dichtheitsleistungen und die Dauerhaftigkeit der Schreinerarbeit sichergestellt werden.

Die Durchlässigkeitsunterschiede, die bei einer natürlichen und künstlichen Alterung erfasst wurden, liegen ziemlich dicht beieinander. In beiden Fällen stellt sich heraus, dass die **Art des Untergrunds** einen erheblichen Einfluss hat.

A | Übersicht über das Verhalten von Lasuren bei natürlicher Alterung.

| Bindemitteltyp | Dicke [µm] | Wasserdurchlässigkeit | Aussehen |
|---|------------|---|--|
| Alkyd auf Lösemittelbasis (halbmatt) | 75-105 | <ul style="list-style-type: none"> Deckanstriche für Außenschreinerarbeiten: geringe und stabile Wasserdurchlässigkeit Deckanstriche für andere Außenanwendungen: ggf. schnelle Zunahme der Wasserdurchlässigkeit in Abhängigkeit der Holzart | <ul style="list-style-type: none"> Im Allgemeinen stabiler Glanz Leichte Farbtonveränderung auf Afzelia und Sapelli. Keine Farbtonveränderung auf Eiche und Lärche |
| Alkyd-Acryl auf Wasserbasis (halbgläzend) | 115-125 | Geringe und stabile Wasserdurchlässigkeit | <ul style="list-style-type: none"> Im Allgemeinen stabiler Glanz Keine Farbtonveränderung, unabhängig von der verwendeten Holzart |
| Acryl auf Wasserbasis (matt und halbmatt) | 70-110 | Im Allgemeinen nimmt die Wasserdurchlässigkeit ab, um anschließend wieder zuzunehmen | <ul style="list-style-type: none"> Im Allgemeinen stabiler Glanz Im Allgemeinen eine leichte Farbtonveränderung auf Sapelli und keine Farbtonveränderung auf Eiche |



B | Übersicht über das Verhalten von Lacken bei natürlicher Alterung.

| Bindemitteltyp | Dicke [µm] | Wasserdurchlässigkeit | Aussehen |
|--|------------|--|--|
| PU-Alkyd auf Lösemittelbasis (halbmatt und hochglänzend) | 80-130 | Geringe und stabile Wasserdurchlässigkeit | <ul style="list-style-type: none"> • Gegebenenfalls große Verringerung des Glanzes • Farbtonveränderung von Grauweiß zu Weiß |
| Alkyd auf Lösemittelbasis (matt, halbmatt und halbgänzend) | 80-150 | <ul style="list-style-type: none"> • Größere Verhaltensunterschiede als bei PU-Alkydsystemen • Bei bestimmten Systemen stellen wir eine beträchtliche Zunahme der Wasserdurchlässigkeit fest. Die besten Systeme weisen ein Verhalten auf, das mit denen der PU-Alkyd-Anstriche vergleichbar ist | <ul style="list-style-type: none"> • Gegebenenfalls große Verringerung des Glanzes • Farbtonveränderung von Grauweiß zu Weiß |
| Acryl auf Wasserbasis (halbmatt und (halbgänzend) | 120-150 | Bedeutende Verhaltensänderungen: <ul style="list-style-type: none"> • langsame Zunahme der Wasserdurchlässigkeit (die Anfangswerte überschreiten das Kriterium der Norm) • allmähliche Zunahme der Wasserdurchlässigkeit | <ul style="list-style-type: none"> • Stabiler Glanz • Keine Farbtonveränderung |

So haben wir unter anderem festgestellt, dass die Wasserdurchlässigkeit bei Kiefer-Untergründen – im Gegensatz zum denen anderer Holzarten – sehr häufig schnell zunimmt. Bei diesen anderen Holzarten treten die Verhaltensunterschiede hauptsächlich in dem Maße auf (und vergrößern sich), wie sich die Leistungen des Anstrichs verschlechtern. Die Holzarten, bei denen die Wasseraufnahme am längsten auf einem begrenzten Wert bleibt, sind Afzelia und Sapelli.

Die in diesem Artikel enthaltenen Tabellen geben eine Übersicht über das beobachtete Verhalten von Deckanstrichen bei einer natürlichen Alterung über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr. Es wurden selbstverständlich eine Anzahl Leistungsunterschiede zwischen den Produkten verschiedener Hersteller und in Abhängigkeit der Zusammensetzung der Anstrichsysteme festgestellt.

Alterungsverhalten von Lasuren

Für die Lasuren wurde bis jetzt keine Verschlechterung festgestellt. Alkydsysteme auf Lösemittelbasis (stabile Anwendung, wie z.B. für Holz-Außenschreinerarbeiten) und Alkyd-Acryl-Systeme auf Wasserbasis weisen eine **Wasserdurchlässigkeit** auf, die mit den Anfangswerten vergleichbar ist. Bei Acryl auf Wasserbasis nimmt die Wasserdurchlässigkeit in der Regel gleichmäßig zu.

Bei allen Deckanstrichen blieb der **Glanz** im Allgemeinen stabil.

Die **Farbtonveränderungen** scheinen wiederum von der verwendeten Holzart abhängig zu sein. So wurden die bedeutendsten Veränderungen auf Afzelia und Sapelli beobachtet, während die Unterschiede auf Eiche und Lärche weniger stark ausgeprägt waren.

Alterungsverhalten von Lacken

Bei den Lacken blieb die **Wasserdurchlässigkeit** der PU-Alkydsysteme auf Lösemittelbasis während der natürlichen Alterung gering. Bei den Alkydsystemen wurden hingegen einige Verhaltensunterschiede zwischen den Produkten verschiedener Hersteller festgestellt. Bestimmte Formulierungen wiesen wiederum ein vergleichbares Verhalten wie die PU-Alkydsysteme auf. Die bei den Acryllacken beobachteten Entwicklungen waren dagegen sehr unterschiedlich. Bei diesen Systemen stellten wir entweder eine allmähliche Abnahme der Wasserdurchlässigkeit fest, oder eine stetige Zunahme, die zur Überschreitung des Kriteriums der Norm führte. Wie bei den Lasuren wurde bei den Lacken bis jetzt keine Verschlechterung bei einer natürlichen Alterung festgestellt.

Was den **Glanz** betrifft, weisen die Acryldeckanstriche auf Wasserbasis die größte Stabilität auf.

Die bedeutendsten **Farbtonveränderungen** treten bei den Alkyd- und PU-Alkyddeckanstrichen auf (Übergang von Grauweiß zu Weiß). Die Deckanstriche auf Basis von Acrylbindemitteln weisen keine ausgeprägten Farbtonveränderungen auf.

Diese ersten Schlussfolgerungen müssen noch mit einer gründlicheren Analyse der Ergebnisse und einer Verlängerung der natürlichen Alterungsprüfungen vervollständigt werden. Diese sind vor allem notwendig, um die Verhaltensunterschiede deutlicher identifizieren und in deren Abhängigkeit die geeigneten Instandhaltungshäufigkeiten bestimmen zu können. ◆

Dieser Artikel wurde im Rahmen einer vom WTB und von WOOD.BE durchgeführten Studie verfasst, die vom FÖD Wirtschaft bezuschusst wurde.



Innovative Lüftungssysteme für Renovierungen

Bei einer Renovierung ist es nicht immer einfach, ein Lüftungssystem zu installieren, das der Norm NBN D 50-001 entspricht. Da die meisten bestehenden Wohnungen nicht über ein solches Lüftungssystem verfügen, ist die Raumluftqualität häufig unzureichend. Im Rahmen des Prio-Climat-Projekts wurden einige innovative und leichter zu installierende Systeme ausfindig gemacht. Diese werden bald in einigen Sozialwohnungen getestet.

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

In den drei Regionen unseres Landes sind die Lüftungsanforderungen für Renovierungen vom Typ und Umfang der Arbeiten abhängig. Bei umfangreichen Renovierungen sind die Anforderungen mit denen vergleichbar, die für einen Neubau gelten. Obwohl für kleinere Renovierungen in der Regel keine Anforderungen auferlegt werden, bleibt die Norm NBN D 50-001 doch die Referenz für die gute fachliche Ausführung. Die Integration der in dieser Norm beschriebenen Systeme bei einer kleinen Renovierung erweist sich allerdings als schwierig.

Im Rahmen des **Prio-Climat-Projekts** wurden verschiedene innovative Lüftungssysteme im Hinblick auf ihren Einsatz bei Renovierungen untersucht. Ziel dieser Studie ist es einerseits, die Integration dieser Systeme zu erleichtern und deren Kosten zu senken und andererseits, eine sehr gute Luftqualität zu gewährleisten. Da die Anwendbarkeit dieser Systeme auch von der Konfiguration der Wohnung abhängt, werden sie in wahrer Größe in einigen Sozialwohnungen in der Region Brüssel-Hauptstadt getestet (*). In diesem Artikel werden zwei Varianten vorgestellt.

Variante Nr. 1, basiert auf einem System D

Eine erste Variante basiert auf dem Prinzip des Systems D mit mechanischer Zu- und Abfuhr sowie Wärmerückgewinnung (siehe Abbildung 1). Die Lüftung der Räume wird



(*) Streng genommen entsprechen diese Systeme nicht der derzeitigen Norm und dürfen somit nur zur Anwendung kommen, wenn keine Anforderungen gelten. Sie könnten jedoch in eine eventuelle Überarbeitung der Norm aufgenommen werden.

1 | Illustration der auf einem System D basierten Variante, ohne Zufuhrkanal zum Wohnzimmer.



dabei jedoch wie folgt realisiert:

- mechanische Zufuhr von Frischluft in jedes Schlafzimmer und freier Durchzug zur Nachtdiele
- freier Durchzug von der Nachtdiele zum Wohnzimmer, die nicht direkt mit Frischluft versorgt wird (anders als bei einem klassischen System D)
- mechanische Absaugung in der offenen Küche und in den sonstigen Feuchträumen (z.B. Badezimmer und Toiletten).

Diese Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass **das Wohnzimmer nicht über eine mechanische Zufuhr mit Frischluft versorgt wird**, sondern über einen freien Durchzug von den Schlafzimmern aus. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die so erhaltene Luftqualität mehr als ausreichend ist.

Denn in einer Wohnung werden die Räume selten alle gleichzeitig genutzt. So sind es nachts hauptsächlich die Schlafzimmer, die benutzt werden und tagsüber oder abends ist es meistens das Wohnzimmer. Sogar wenn beide Zonen gleichzeitig genutzt werden, erfolgt dies durch eine geringere Anzahl von Nutzern für jede von ihnen.

Achtung

Wir möchten daran erinnern, dass bei den Systemen mit mechanischer Absaugung entschieden davon abgeraten wird, Geräte mit offener Verbrennung zu nutzen.

Der erste Vorteil dieser Variante besteht darin, dass **keine mechanische Zufuhr im Wohnzimmer erforderlich ist**. Denn bei einem Renovierungsvorhaben ist es oft schwierig, den mechanischen Zufuhrkanal eines klassischen Systems D zum Wohnzimmer zu installieren, und zwar im Gegensatz zu den Zufuhrkanälen zu den Schlafzimmern, die beispielsweise von einem Dachboden aus installiert werden können. Außerdem erfordert diese Lösung weniger Bauteile (weniger Ventile und ein um mehrere Meter kürzeres Kanalnetz).

Der zweite Vorteil liegt in der **Verringerung des Gesamtvolumenstroms**, sowohl für den Entwurf (kleineres Lüftungsaggregat) als auch für den Betrieb (Energieeinsparung).

Variante Nr. 2, basiert auf einem System C

Eine zweite innovative Variante basiert auf dem Prinzip des Systems C mit einer natürlichen Zufuhr über Gitter und einer zentralen mechanischen Abfuhr (siehe Abbildung 2). Die Lüftung der Räume wird dabei jedoch wie folgt realisiert:

- natürliche Zufuhr von Frischluft in der Diele im Erdgeschoss und freier Durchzug zu allen Räumen
- mechanische Absaugung in der Küche, dem Badezimmer, den Toiletten und – anders als bei einem klassischen System C – in den Schlafzimmern.

Auch bei dieser Anlage weisen die Simulationsergebnisse auf eine sehr gute Luftqualität hin. Dank der mechanischen Absaugung in jedem Raum (einschließlich der Schlafzimmer) kann die Lüftung sogar besser kontrolliert werden als bei einem klassischen System C. **Diese Lösung ist so beispielsweise leistungsfähiger, wenn die Gebäudehülle eine mangelhafte Luftdichtheit aufweist.**

Neben einer besseren Kontrolle der Funktionsfähigkeit bietet diese Anlage **den Vorteil, dass sie weniger Bauteile erfordert**, zumindest für die Zufuhr. So ist bei diesem System für die gesamte Wohnung nur eine natürliche Zufuhröffnung erforderlich (ausgelegt für die Summe der Volumenströme der Schlafzimmer). Dies kann beispielsweise ein Pluspunkt sein, wenn die Schreinerarbeiten bei der Renovierung nicht ersetzt werden.

Wegen seines Arbeitsprinzips bringt diese Variante jedoch **einen höheren Gesamt-Entwurfsvolumenstrom** mit sich. Folglich ist es vorzuziehen, diese Variante mit einer bedarfs-gesteuerten Lüftung zu kombinieren (siehe TI 258). Denn hierdurch ist es möglich, den Volumenstrom während des Betriebs zu verringern, und zwar unter Verwendung von beispielsweise CO₂-Sensoren in den Schlafzimmern und Feuchtigkeitssensoren im Badezimmer und in der Küche. ◆



2 | Illustration der auf einem System C basierten Variante, mit natürlicher Zufuhr über die Eingangsdielen.

Ist eine SWW-Erzeugungstemperatur von 60 °C notwendig, um ein Legionellenwachstum zu vermeiden?

Durch eine kürzliche WTB-Studie wurde nachgewiesen, dass es nicht einfach ist, die Entwicklung von Legionellen in einer Sanitieranlage unter Kontrolle zu halten, wenn die Erzeugungstemperatur für das sanitäre Warmwasser (SWW) auf 45 °C verringert wird. Die gegenwärtigen, in Flandern geltenden Temperaturanforderungen aus den BBT (*Best Beschikbare Technieken*) Legionella (Erzeugung bei 60 °C und mindestens 55 °C in den Rückleitungen) erweisen sich dagegen als sicher für die Gewährleistung der hygienischen Wasserqualität.

B. Bleys, Ir., Leiter des Laboratoriums Wassertechniken, WTB

K. Dinne, Ing., Leiter des Laboratoriums Mikrobiologie und Mikropartikel, WTB

1 Legionellen: ein unterschätztes Problem

Den aktuellsten Zahlen zufolge wurden 2017 in Belgien 235 Fälle von Legionellose gemeldet. Diese Zahlenangabe entspricht einer Inzidenz von 1,9 Fällen pro 100.000 Einwohner und liegt gerade oberhalb des europäischen Mittelwerts von 1,8/100.000. Ungefähr eine von zehn infizierten Personen überlebt die Krankheit nicht. Die neun anderen können erhebliche Schäden erleiden.

Die Legionellose steht in unserem Land außerdem auf dem dritten Platz der Liste mit gebäudebezogenen Risiken (nach Brand und CO). Dennoch wird die Gefahr noch häufig unterschätzt.

2 Wie steht es um die Erzeugungstemperatur?

Angesicht der stets strenger werdenden Wärmedämmungsanforderungen und der wachsenden Energieeffizienz unserer Neubauten wird die hohe SWW-Erzeugungstemperatur immer mehr infrage gestellt. Denn diese hat eine immer größere Auswirkung auf unseren gesamten Energieverbrauch. Diese hohen Erzeugungstemperaturen gehen darüber hinaus mit größeren Stillstandsverlusten einher und sind nicht für alle modernen Heizgeräte optimal. Das WTB hat deshalb 2014 eine Studie gestartet, um energieeffizientere Möglichkeiten zur Beherrschung von Legionellen zu finden, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass **die hygienische Wasserqualität gegenüber der etwaigen Energieeinsparung immer den Vorrang haben muss.**

3 WTB-Studie

3.1 Versuchsaufbau

Im Rahmen des VIS-Projekts Instal2020 wurde ein Versuchsaufbau aufgebaut, der die SWW-Anlage einer Familie von 4 bis 5 Personen simulieren muss und unter anderem aus Folgendem besteht:

- einem Warmwasserspeicher von 200 Litern





- einer gedämmten, ca. 40 Meter langen Zirkulationsleitung
- zwei Entnahmestellen, auf die ein vorher festgelegtes Entnahmeprofil für eine Dusche und eine Küchenarmatur angewandt wurde.

Der Aufbau wurde ebenfalls mit verschiedenen Probeentnahmehähnen und Temperatur- und Durchflussmessern ausgestattet. In die Anlage wurden Legionellenbakterien eingebracht, die von einer kontaminierten Anlage stammten. Danach wurde die Anlage mit frischem Trinkwasser gespeist, um **die Reaktion der vorhandenen Legionellenbakterien auf diverse Temperaturregime zu überwachen**.

3.2 Erste Phase der Studie

In der ersten Phase der Studie wurde das SWW bei einer Temperatur von **45 °C** erzeugt, mit regelmäßigen **60 °C**-Wärmeschocks. Die Anlage wurde wöchentlich kontrolliert und das Heizregime nach und nach an die Ergebnisse angepasst. So begann man mit wöchentlichen Wärmeschocks von 30 Minuten, ggf. kombiniert mit einer thermischen Spülung der Entnahme- und Probeentnahmehähne, und endete man mit täglichen Schocks von 60 Minuten.

Im Laufe der ersten Phase wurden auch einige Anpassungen an der Anlage durchgeführt, um der Entwicklung von Legionellen entgegenzuwirken. So erwies es sich als **entscheidend, eine Destratifikationspumpe hinzuzufügen**, um eine homogenere Temperaturverteilung im Warmwasserspeicher zu erhalten und so zu niedrige Temperaturen an der Unterseite des Gefäßes zu vermeiden. Das Ausdehnungsgefäß an der kalten Seite des Warmwasserspeichers hat sich wiederum als **eine bedeutende Rekontaminationsquelle** erwiesen und musste daher entfernt werden.

Trotz der hohen Frequenz der Wärmeschocks und der oben erwähnten zusätzlichen Maßnahmen konnte die Legionellenkontamination in dieser Studienphase niemals wirklich unter Kontrolle gehalten werden. Denn die Legionellen-

konzentration nahm nur einige Male einen Wert unter den vom Hohen Gesundheitsrat empfohlenen 1.000 KBE/l an und stieg sofort nach einem Wärmeschock deutlich an.

3.3 Zweite Phase der Studie

In der zweiten Phase der Studie kam ein anderes Regime zur Anwendung. Dabei erfolgte die SWW-Erzeugung ebenfalls bei **45 °C**, es wurde jedoch für die Wärmeschocks eine Temperatur von **65 °C** verwendet. Auch hier wurde mit einem wöchentlichen Wärmeschock von 30 Minuten begonnen, der nach und nach intensiviert wurde.

Die ersten positiven Ergebnisse wurden bei einem wöchentlichen Schock erfasst, bei dem alle Entnahme- und Probeentnahmehähne ebenfalls 30 Minuten lang gespült wurden. Dies war jedoch mit einem hohen Wasserverbrauch und einigen praktischen Auswirkungen verbunden. Deshalb wurde die thermische Spülung der Entnahmestellen im Folgeprojekt in den normalen Betrieb der Anlage integriert. Dabei erwies sich die Küchenarmatur wegen der normalerweise sehr kurzzeitigen Entnahmezeiten als am problematischsten. Mit einem **wöchentlichen Schock von 24 Stunden und einer Mindestentnahme von 150 Sekunden an allen Entnahmestellen** konnte die Kontamination durch Legionellen im Versuchsaufbau unter dem vorgeschriebenen Wert von 1.000 KBE/l gehalten werden. Diese Schocks müssen selbstverständlich weiterhin wöchentlich angewandt werden.

Wir möchten außerdem darauf hinweisen, dass es sich hier um einen sehr einfachen Versuchsaufbau handelte und dass eine weitere Untersuchung erforderlich ist, um zu ermitteln, ob in komplexeren Anlagen nicht länger als 150 Sekunden heißes Wasser entnommen werden muss.

3.4 BBT Legionella

Zum Vergleich kam auch das in Flandern von den BBT Legionella vorgeschriebene Regime auf der Versuchsanlage zur Anwendung. Dabei erfolgte die SWW-Erzeugung bei **60 °C** und beträgt die Wassertemperatur in der Rückleitung mindestens **55 °C**. Bei diesen Temperaturen kann die Kontamination durch Legionellen schnell und dauerhaft unter Kontrolle gehalten werden. Es wird somit empfohlen, diese Vorschriften zu befolgen.

4 Weitergehende Studie

In den kommenden Jahren wird das WTB noch weitere Forschungsarbeiten hinsichtlich der Auswirkungen eines Temperaturregimes betreiben, bei dem die SWW-Erzeugung bei 50 °C erfolgt. Daneben wird im Rahmen des kürzlich genehmigten TETRA-Projekts *Kwalitatieve warmtenetten* ein neuer Versuchsaufbau gebaut werden, in dem ein Wärmetauscher anstelle eines Warmwasserspeichers genutzt wird. Ziel dieses Projekts wird es auch sein, den Einfluss diverser Temperaturregime auf eine Kontamination durch Legionellen zu untersuchen. ◆





COVID-19: Wie die räumliche Distanzierung auf der Baustelle einhalten?

Die COVID-19-Krise hat auf die Bauunternehmen eine beträchtliche Auswirkung. Während bestimmte Baustellen stillgelegt werden mussten, werden andere mit einer Reihe nie vorher gesehener Maßnahmen konfrontiert: Einhalten der räumlichen Distanzierung, Reorganisation bestimmter Aufgaben, angepasste Koordination von Subunternehmern auf der Baustelle, zusätzliche Aufgaben (z.B. Reinigung und Desinfektion von Werkzeugen) ... Die räumliche Distanzierung stellt dabei zweifellos die schwierigste Maßnahme dar, die nicht immer eingehalten werden kann.

Y. Martin, Ir., Koordinator Strategie und Innovation und Koordinator der Technischen Komitees, WTB

L. Lassoie, Ing., Redaktionskoordinator und stellvertretender Koordinator der Technischen Komitees, WTB

Maßnahmen gegen die Verbreitung des COVID-19-Virus bei Baustellenarbeiten

Die Regel der **räumlichen Distanzierung** ist die erste einzuhaltende Maßnahme. Sie schreibt vor, dass ein Abstand von mehr als 1,5 m zwischen den anwesenden Personen gehalten werden muss. Wenn diese Regel nicht eingehalten werden kann, kann das Tragen eines Mundschutzes eine zusätzliche Präventionsmaßnahme darstellen. Diese muss jedoch immer durch andere organisatorische Maßnahmen und die Verwendung kollektiver Schutzmittel ergänzt werden (unter Berücksichtigung ihrer Hierarchie). Für weitere diesbezügliche Informationen verweisen wir auf die Sektorleitfäden unter www.constructiv.be.

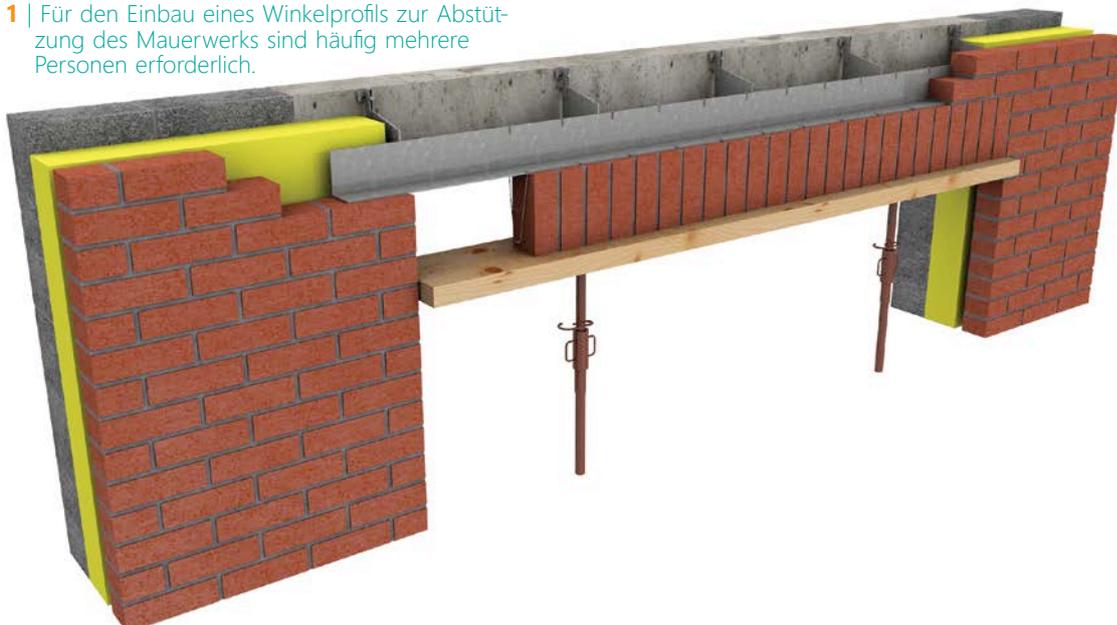
Arbeiten, die von einer einzigen Person oder unter Einhaltung der räumlichen Distanzierung ausgeführt werden können

Für eine ganze Reihe von Baugewerken und Aktivitäten auf der Baustelle (z.B. Parkettleger, Verputzer, Fliesenleger und Maler) lassen sich die meisten Arbeiten durch eine einzige Person oder unter Einhaltung der räumlichen Distanzierung ausführen, sofern die Baustelle ein wenig reorganisiert wird und/oder – falls möglich – mechanisierte Hilfsmittel zum Einsatz kommen.

Maurer müssen den folgenden Aspekten besondere Aufmerksamkeit schenken:

- Die Anbringung von Mauerwerkselementen mit kleinen Abmessungen oder der Einbau von größeren Elementen (z.B. vorgefertigten Stützen) mithilfe eines Krans kann

1 | Für den Einbau eines Winkelprofils zur Abstützung des Mauerwerks sind häufig mehrere Personen erforderlich.



gewöhnlich durch eine einzige Person erfolgen. Bestimmte Arbeiten lassen sich dagegen allein nur schwerer ausführen. Für den Einbau eines Winkelprofils zur Abstützung des Mauerwerks (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite) werden beispielsweise oft mehrere Personen gebraucht, sei es nur um das Element während seiner Befestigung an der tragenden Wand zu positionieren und dort festzuhalten

- Das Mauern des Mauerwerks muss allein erfolgen (und nicht so, dass ein Arbeiter den Mörtel anbringt und ein zweiter die Ziegelsteine darauf verlegt)
- Bei Gerüstarbeiten dürfte vorzugsweise nur ein Arbeiter pro Gerüsthöhe anwesend sein, um ein Aneinandervorbeigehen zu vermeiden.

Auch für **Betonierarbeiten** werden einige Anpassungen auf der Baustelle notwendig sein. Die Ausführung von Schalungen kann durch Verwendung von vorgefertigten Elementen mechanisiert werden. Dabei ist nicht außer Acht zu lassen, dass für ihre Anbringung und ihre Einstellung gewöhnlich mehrere Personen erforderlich sind. Auch für das Anbringen von maßgefertigten Schalungen (z.B. bei Renovierungen) werden üblicherweise mehrere Personen gleichzeitig anwesend sein müssen, und zwar hauptsächlich dafür, dass die Handhabung und die Befestigung der Bretter ordnungsgemäß erfolgt. Das Flechtwerk muss zonenweise ausgeführt werden, um einen ausreichenden Sicherheitsabstand zwischen den Arbeitern sicherzustellen. Das Pumpen und das Rütteln des Betons können bestimmte Anpassungen notwendig machen, um einen ausreichenden Abstand zwischen den Ausführenden zu gewährleisten. Es können Abbindeverzögerer verwendet werden, damit für die Ausführung unter Einhaltung der Maßnahmen zur Sicherstellung der räumlichen Distanzierung mehr Zeit zur Verfügung steht. Die Vorfertigung der Betonelemente und die Platzierung mithilfe eines Krans machen es in bestimmten Situationen auch leichter, den Sicherheitsabstand auf der Baustelle einzuhalten. All diese Maßnahmen haben unweigerlich einen Einfluss auf die Kosten des Materials (z.B. Zugabe von Abbindeverzögerern), aber auch auf die Rentabilität der Ausführung.

Arbeiten, die schwer oder unmöglich allein oder unter Einhaltung der räumlichen Distanzierung ausgeführt werden können

Für die meisten Baugewerke gibt es auch bestimmte Aufgaben (die meistens im Zusammenhang mit der Handhabung stehen), die allein nur schwer oder sogar überhaupt nicht ausgeführt werden können. Mechanische Hilfsmittel können, da wo es möglich ist, eine Lösung für einige solcher Situationen sein, aber sicher nicht für alle. Im Folgenden werden wir ein paar Beispiele geben, die konkreter die Schwierigkeiten illustrieren, mit denen man konfrontiert sein kann. Es können natürlich auch noch unzählige andere Situationen auftreten, vor allem was Arbeiten im kleinen Stil oder mit einem mittleren Umfang oder bestimmte Renovierungsarbeiten betrifft. Denn in diesen Fällen muss man sich oft an die bestehende Situation anpassen und es ist nicht immer möglich, Hebezeuge wie z.B. Kräne einzusetzen.

Der Einbau von vorgefertigten Treppen gehört zu den Arbeiten, die schwer allein auszuführen sind. Während des



Shutterstock

2 | Die Regeln der räumlichen Distanzierung können manchmal nur schwer eingehalten werden.

Einbaus werden die **Schreiner** unweigerlich nahe beieinanderstehen und können dadurch nicht immer den geforderten Mindestabstand zueinander einhalten (siehe Abbildung 2). Es werden daher alternative Maßnahmen zu ergreifen sein.

Dies gilt gleichermaßen für den Einbau von zu schweren und/oder zu großen Schreinerarbeitsselementen, wie z.B. Flügeln von Brandschutztüren, oder für den Einbau von Fensterrahmen mit großen Abmessungen (insbesondere falls diese mit Sicherheitsglas versehen sind). Eine erste Lösung besteht darin, den Fensterrahmen unverglast einzubauen und die Verglasung erst später hinzuzufügen (sofern die Fläche und das Gewicht der Verglasung klein genug sind, um einen Einbau allein zu ermöglichen). Der Einbau von Verglasungen mit relativ großen Abmessungen in einen Falz (d.h. in einen Fensterrahmen) erfordert eine Handhabung und eine Verarbeitung durch mehrere Personen. Dabei spielt nicht nur das Gewicht, sondern auch die Sicherheit eine wichtige Rolle. Denn durch das Arbeiten mit mehreren Personen kann man vermeiden, dass eine falsche Handhabung durch einen Arbeiter dessen körperliche Unversehrtheit beeinträchtigt. Eine zweite Lösung besteht darin, die Schreinerarbeit vor der Errichtung der Blendfassade (Mauerwerk, Putzsystem auf Wärmedämmung) auszuführen, so dass von außen nach innen und unter Verwendung von mehr mechanisierten Hilfsmitteln (z.B. Kran) gearbeitet werden kann. Die Anwendung dieser Ausführungstechnik kann nur selten bei Renovierungsarbeiten in Erwägung gezogen werden.

Heizungstechniker und Sanitärinstallateure werden häufig mit der Handhabung und der Installation von besonders schweren Ausrüstungen, die zudem viel Platz beanspruchen, konfrontiert. Denken wir in diesem Zusammenhang nur einmal an das Aufhängen von Schlauchrollen, das Anbringen von schweren und langen Leitungen und das Auf- und Umstellen von schweren Geräten (z.B. Radiatoren und Heizkessel), wofür mindestens zwei Personen zusammenarbeiten müssen. ◆

Dieser Artikel wurde in Zusammenarbeit mit der Confédération Construction, der Bouwunie und Constructiv verfasst.



FAQ

Auf einer Dachabdichtungsrolle steht die Angabe B_{ROOF} (t1). Aber was genau bedeutet das?

Die Klasse B_{ROOF} (t1) gibt die Leistung eines Dachs an, wenn es einem externen Brand ausgesetzt ist. Bei Neubauten, die den ‚Brandschutz‘-Grundnormen genügen müssen, müssen die Dachabdichtungen dieser Klasse entsprechen.

Für den Erhalt dieser Klasse muss eine normierte Prüfung im Laboratorium durchgeführt werden. Diese Klasse gilt nicht für die Dichtungsmembran allein, sondern für das Dachsystem als ganze Einheit, unter Berücksichtigung des Einflusses der darunterliegenden Schichten (Dämmung, Dampfsperre, Tragdecke ...) und deren Befestigungsweise.

Der Klassifizierungsbericht der Brandprüfung oder der Anhang A der Technischen Zulassung (ATG) gibt an, bei welchen Anwendungen die betreffende Dachabdichtung der Klasse B_{ROOF} (t1) entsprechen wird. Die Angabe B_{ROOF} (t1) auf einer Dachabdichtungsrolle bedeutet folglich nicht, dass diese Dachabdichtung für alle möglichen Dachaufbauten die Brandschutzgesetzgebung erfüllt.



Weitere Informationen: [Les Dossiers du CSTC 2014/4.6](#), [Les Dossiers du CSTC 2019/4.3](#) und [WTB-Video 62](#)

Darf ein auf einer Dämmung angebrachter Außenputz bis herunter auf die Geländeoberfläche oder die Höhe des Außenbelags verlaufen?

Nein. Grundsätzlich muss der Außenputz von einem Startprofil aus nach oben verlaufen, das mindestens 30 cm über der Höhe der Geländeoberfläche oder des Außenbelags angebracht ist.

Weitere Informationen: [TI 257](#)



WTB-Veröffentlichungen

Les Dossiers du CSTC

- 2020/2.10** ‚Calcul de la charge thermique des bâtiments: révision de la norme‘
2020/2.22 ‚Impact de la crise du COVID-19: respect de la distanciation sociale lors des travaux sur chantier‘
2020/3.4 ‚Sécurité incendie des façades: la nouvelle réglementation expliquée‘

Infomerklärungen

- Nr. 75.1** ‚Affaissement‘ d'un plancher isolé par cintrage de la chape'
Nr. 75.2 ‚Affaissement‘ d'un plancher isolé par écrasement de l'isolant'
Nr. 76 ‚Dégradation d'une étanchéité appliquée à l'état liquide sur une toiture plate'
Nr. 77 ‚Déformation d'un réservoir d'eau chaude'
Nr. 78 ‚Formation de petits cratères dans un sol en béton poli'
Nr. 80 ‚Usure de la surface d'une dalle en béton polie'
Nr. 81 ‚Corrosion interne de conduites d'incendie en acier galvanisé'
Nr. 83 ‚Décollement d'un revêtement carrelé sur une chape anhydrite'
Nr. 85 ‚Refoulement des eaux usées dans une douche'
Nr. 86 ‚Fissuration d'une maçonnerie de parement: mouvements thermiques'
Nr. 88 ‚Humidification d'un parement en briques de terre cuite‘

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

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

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

Schulungen

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



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

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

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

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

www.wtb.be

Übersetzung: Communicationwise
Layout: J. Beaulercq und J. D'Heygere
Illustrationen: G. Depret, R. Hermans und Q. van Grieken
Fotos WTB: M. Sohie et al.



Forscht • Entwickelt • Informiert

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

Forschung und Innovation

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

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

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

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

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

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

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

Firmensitz

Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel

Tel.: 02/502 66 90

Fax: 02/502 81 80

E-Mail: info@bbri.be

Website: www.wtb.be

Büros

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe

Tel.: 02/716 42 11

Fax: 02/725 32 12

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

Versuchsgelände

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette

Tel.: 02/655 77 11

Fax: 02/653 07 29

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

Brussels Greenbizz

Rue Dieudonné Lefèvre 17, B-1020 Brüssel

Tel.: 02/233 81 00