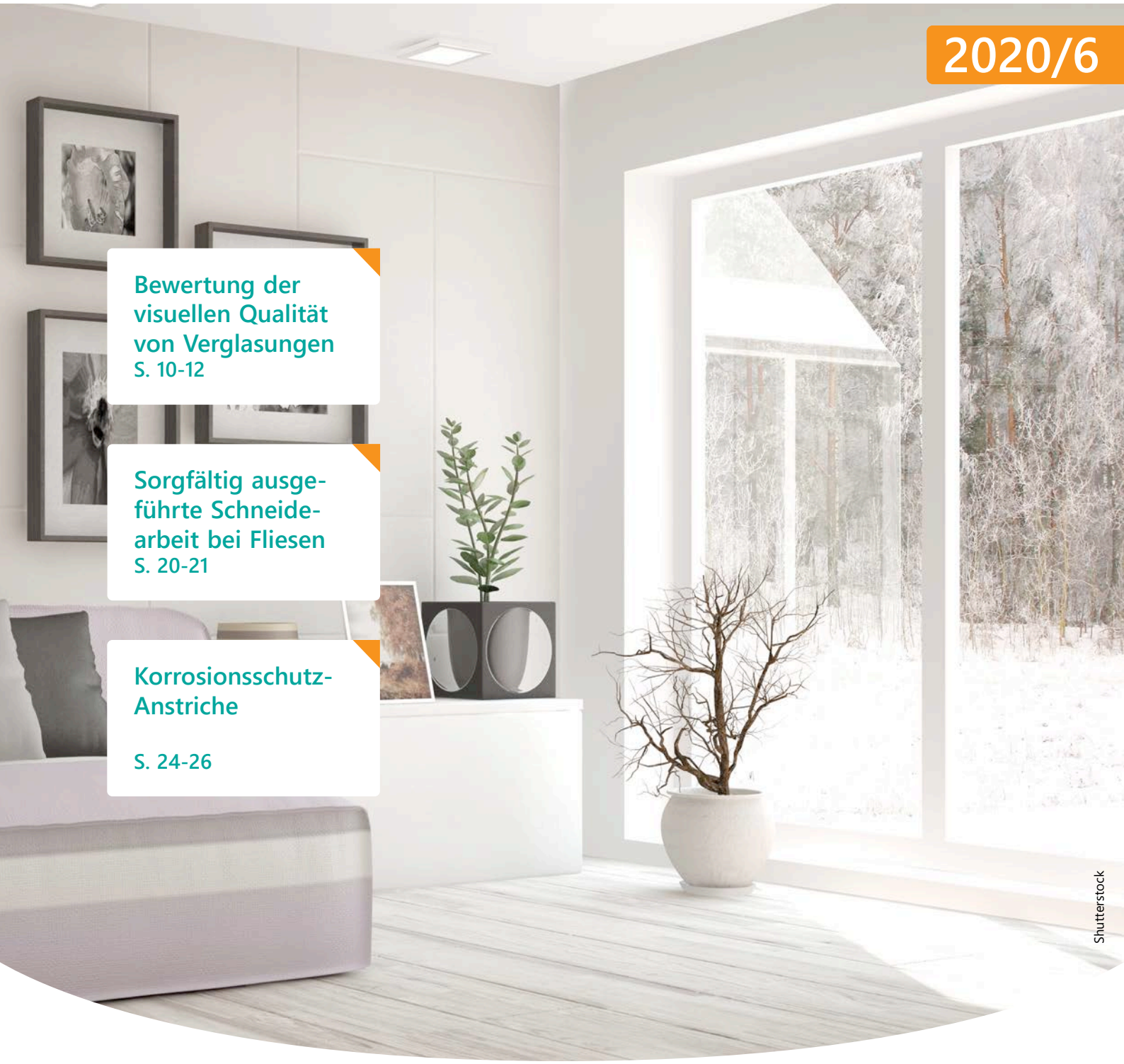
WTB Kontakt

Eine Ausgabe des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums

2020/6



Bewertung der visuellen Qualität von Verglasungen
S. 10-12

Sorgfältig ausgeführte Schneidearbeit bei Fliesen
S. 20-21

Korrosionsschutz-Anstriche
S. 24-26

Shutterstock

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

wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Inhalt

2020/6

Die Arbeitspläne der Technischen Komitees für 2021 sind validiert 3

Entwurf von Pfahlgründungen in Belgien: eine Aktualisierung 4

Sarking-Dächer: Wie die Dachrinne in Bezug auf das Unterdach anordnen? 6

e-TI 244: Befestigung der Dachabdichtung an der Dachaufkantung 8

Kriterien zur Bewertung der visuellen Qualität von Isolierverglasungen 10

Bemessung von Wasserverteilungsleitungen in Sanitärinstallationen 13

Weshalb den Innenputz vor dem ETICS-System anbringen? 16

Wie eine Überhitzung bei auf die Fassade geklebtem Naturstein vermeiden? 18

Sorgfältig ausgeführte Schneidearbeit: die Visitenkarte eines jeden Fliesenlegers 20

Wie Ablagerungen in Zentralheizungsanlagen vermeiden? 22

Wie Korrosionsschutz-Anstriche vor Ort anbringen? 24

Shutterstock

Die Arbeitspläne der Technischen Komitees für 2021 sind validiert

Am 19. Oktober dieses Jahres wurden die Arbeitspläne der Technischen Komitees vom Ständigen Komitee des WTB validiert. Was sind die **wichtigsten Trends**?

Es ist selbstverständlich, dass die angewandte Forschung und die Veröffentlichung von Technischen Informationen grundlegende Aktionen bleiben. Für das Jahr 2021 sind **90 Forschungsprojekte** vorgesehen und im gleichen Zeitraum wird die Abfassung von 35 Technischen Informationen fortgesetzt oder in Angriff genommen. Darunter befindet sich die Veröffentlichung der **Überarbeitung eines Bestsellers: die TI über Flachdächer**. Diese neue Fassung müsste im Laufe des nächsten Jahres verfügbar sein.

Aber es zeichnen sich auch andere bedeutende Trends ab. So entwickeln wir schon seit geraumer Zeit **Anwendungen**, um den Bauunternehmen zu helfen bei ihren täglichen Arbeiten (z.B. Berechnung von Angeboten und Dimensionierung von Ausdehnungsgefäßen), aber dies möchten wir jetzt auf eine moderne und benutzerfreundlichere Weise angehen, indem wir diese Anwendungen in ein und derselben Plattform unterbringen. Die ersten drei Apps – FENESTRio, BIMio und der ‚Guide de l'entretien' – befinden sich gegenwärtig in der Testphase. Das Tempo für dieses Vorhaben wird im Jahr 2021 schneller werden, da in den kommenden Jahren nicht weniger als **20 neue Apps** auf dem Programm stehen. Diese umfassen Rechentools für die Dimensionierung von Regenwasserabfluss- und Fußbodenheizungssystemen sowie eine Anwendung für die Spezifikation und die Bestellung von Beton. Einige Baugewerke haben sich sogar dafür entschieden, ihre Applikation mit einem kostenlosen BIM-Viewer zu verknüpfen. So kann ein Verleger von elastischen Bodenbelägen schnell die Anzahl der benötigten Bahnen anhand eines vom Generalunternehmer bereitgestellten digitalen Plans ermitteln, unter Berücksichtigung ihrer Abmessungen und dem unvermeidlichen Verschnitt.

Wir stellen auch fest, dass die Technischen Komitees mehr Kommunikationsmittel nutzen möchten, um möglichst viele Unternehmen zu erreichen. So wollen sie **kurze Animationen** entwickeln, die es ermöglichen, bestimmte Themen auf eine andere Weise zu präsentieren. Jedes der 14 Technischen Komitees wird eine Animation erstellen, beispielsweise über die Dämmung von Schrägdächern, über die Kontrollen, die an einem Estrich vor der Verlegung eines Parketts durchzuführen sind, sowie über die Erkennung eines Untergrunds vor dessen Anstrich.

Die **Webinare**, die während der ersten Ausgangssperre das Licht der Welt erblickt haben, werden noch weiter ausgebaut, insbesondere auf dem Gebiet des Rohbaus (z.B. mit Themen wie Anbringung der Armierung und Ausführung von Sichtbeton oder flüssigkeitsdichtem Beton).

2021 verspricht ein interessantes Jahr zu werden! Doch zuerst gilt es, das vergangene besondere Jahr zu verarbeiten und – für diejenigen, die die Möglichkeit dazu haben – ein paar freie Tage zu genießen.

Entwurf von Pfahlgründungen in Belgien: eine Aktualisierung

Der WTB-Bericht 19 wurde bis vor kurzem als das Referenzwerk für den Entwurf von Pfahlgründungen angesehen. Inzwischen wurde jedoch eine Überarbeitung dieses Berichtes veröffentlicht: der WTB-Bericht 20. Dieser Artikel richtet die Aufmerksamkeit auf die wichtigsten Neuheiten, die in dieser Überarbeitung angesprochen werden: eine neue Pfahlkategorie, ein angepasster Qualitätsrahmen und die Umsetzung dieses Rahmens in die Praxis.

N. Huybrechts, Ir., Leiter der Abteilung Geotechnik, Strukturen und Beton, WTB
M. De Vos, Ir., stellvertretender Leiter der Abteilung Geotechnik, Strukturen und Beton, WTB

1 | Installation eines Mikropfahls zum Schutz der Bodenplatte einer Baugrube gegen einen nach oben gerichteten Wasserdruck.

WTB

Notwendigkeit einer Überarbeitung

Der Entwurf von axial belasteten Pfahlgründungen muss in Belgien nach dem Eurocode 7 und dem dazugehörigen nationalen Anhang (ANB) erfolgen. In den WTB-Berichten werden einige zusätzliche Richtlinien für die praktische Anwendung des Eurocodes und seines ANB formuliert. Wegen einer Reihe praktischer und juristischer Bedenken in Bezug auf den im WTB-Bericht 19 eingeführten Qualitätsrahmen verweist der derzeitige ANB jedoch noch stets auf den WTB-Bericht 12, in dem die belgische Entwurfsmethodik im Detail erläutert wurde.

Um diesbezüglich Abhilfe zu schaffen, wurde entschieden, den Bericht 20 zu veröffentlichen (als Ersatz für den Bericht 19), den ANB zu aktualisieren und einen angepassten Qualitätsrahmen für den Entwurf und die Ausführung von Gründungspfählen zu entwickeln. Dafür erfolgte eine Zusammenarbeit mit der UBAtc und der BCCA.

Die durchgeführten Anpassungen geschahen in enger Rücksprache mit dem ABEF (*Association belge des entrepreneurs de fondation*) und fanden innerhalb der belgischen Normierungskommission für den Eurocode 7 (NBN E25007) statt.

Neue Pfahlkategorie: Mikropfähle

In dem gerade erschienenen Bericht 20 werden auch die Richtlinien bezüglich des Entwurfs von Mikropfahlsystemen besprochen. Dabei handelt es sich um Bohrpfahlsysteme mit einem maximalen Nenndurchmesser von 300 mm, bei denen ein Armierungselement mit einem Zementmörtel im Boden vergossen wird. Dadurch, dass die Mikropfähle mittels relativ kleiner, kompakter und flexibler Bohrgeräte installiert werden, eignen sie sich sehr gut für die Realisierung von Tiefgründungen in schwer zugänglichen Zonen. Auch im Rahmen einer Fundamentvertiefung oder -verstärkung werden diese Pfahltypen regelmäßig angewendet.

Ein in Belgien häufig zur Anwendung kommender Mikropfahltyp sind die sogenannten **selbstbohrenden Mikropfähle** (siehe Abbildung 1 auf der vorherigen Seite). Dabei werden die Armierungselemente, die aus hohlen Stahlstangen mit einer typischen Länge von 3 bis 6 m bestehen (siehe Abbildung 2), in den Boden gebohrt, während gleichzeitig ein Wasser-Zement-Gemisch injiziert wird. Indem man die Armierungselemente mit einem Muffenstück miteinander verbindet, lassen sich die Mikropfähle bis in eine (sehr) große Tiefe bohren.

Im Bericht 20 werden drei Unterkategorien von Mikropfahlsystemen unterschieden. Diese Unterteilung basiert hauptsächlich auf der Art und Weise, in der der Zementmörtel injiziert wird. Denn auf Basis experimenteller Untersuchungen ließ sich feststellen, dass dies einen erheblichen Einfluss auf die Tragfähigkeit der Pfähle hat.

Die im Bericht 20 besprochene Entwurfsmethode ist darüber hinaus auch auf Mikropfähle mit einem maximalen Nenndurchmesser von 180 mm beschränkt, da für größere Mikropfahldurchmesser zu wenige experimentelle Prüfdaten vorliegen.

Angepasster Qualitätsrahmen

Im Bericht 20 wurde außerdem ein Qualitätsrahmen für Pfahlsysteme aufgenommen, der in Zusammenarbeit mit dem WTB und dem ABEF von der UBAtc und der BCCA ausgearbeitet wurde. Dieser Qualitätsrahmen muss es den Ausführenden ermöglichen, für ihr Pfahlsystem eine **Technische Zulassung (ATG) mit Zertifizierung** zu beantragen. In der Technischen Zulassung wird das Pfahlsystem detailliert beschrieben. Ferner werden darin die geltenden Entwurfsfaktoren und Randbedingungen angegeben. Der eigentliche Zertifizierungsteil basiert wiederum auf regelmäßigen Kontrollen und Audits des Ausführenden. Ein solches Audit umfasst sowohl den Entwurf als auch die Ausführung des Pfahlsystems.

Dieser Qualitätsrahmen bietet den Vorteil, dass jene Ausführenden, die auf eigene Kosten Prüfungen durchführen lassen und die Qualität ihres Systems nachweisen wollen, diese Investition durch die Aufnahme günstigerer Entwurfsfaktoren in die Technische Zulassung valorisieren können. Außerdem lässt dieses Prinzip die Berücksichtigung innovativer Pfahlsysteme zu, auf die in den normativen Dokumenten und den Berichten nicht eingegangen wird.

Für eine solche Technische Zulassung mit Zertifizierung kann man sich zur Genehmigung an die UBAtc und die BCCA wenden, aber der Bericht gestattet auch gleichwertige Zertifizierungssysteme.

Ausführende, die für ihr Pfahlsystem nicht über eine Technische Zulassung mit Zertifizierung (oder eine gleichwertige Bescheinigung) verfügen, können für den Entwurf noch stets auf die – eher konservativen – Entwurfsparameter aus dem Bericht 20 zurückgreifen.

Umsetzung in die Praxis

Im Jahr 2019 wurden einerseits der Sektor über die Einrichtung dieses Qualitätsrahmens informiert und andererseits die Baufachleute dazu aufgefordert, ein Antragsdossier für ihr System einzureichen. Das Ziel war dabei, den Ausführenden von Pfahlsystemen die Möglichkeit zu geben, gleichzeitig diese Technische Zulassung mit Zertifizierung zu erhalten. Diese Aufforderung war ein Riesenerfolg und gegenwärtig wird die erste Reihe Technischer Zulassungen von der UBAtc und der BCCA ausgearbeitet.

Wir möchten darauf hinweisen, dass der Bericht 20 erst zur Anwendung kommt, nachdem die Veröffentlichung der ersten Reihe Technischer Zulassungen mit Zertifizierung und die Veröffentlichung der Überarbeitung des belgischen nationalen Anhangs des Eurocodes 7 (NBN EN 1997-1 ANB) erfolgt sind. ⬟

2 | Detail von Armierungselementen, die aus selbstbohrenden Hohlstangen bestehen.

Sarking-Dächer: Wie die Dachrinne in Bezug auf das Unterdach anordnen?

Die Ausführung von *Sarking*-Dächern, bei denen ein geneigtes Dach längs der Außenseite gedämmt wird, erfordert dickere Latten und Konterlatten als dies bei der traditionellen Dachausführung der Fall ist. Dadurch kann der Raum zwischen der Dachrinne und den gewellten Dachdeckungselementen unästhetisch werden. Dieses Problem lässt sich jedoch durch ein jeweiliges Höhersetzen der Dachrinne und des Unterdachs beheben.

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

Traditionelle Anbringung einer Dachrinne

Gemäß den Detailzeichnungen aus den Technischen Informationen über die Ausführung von Ziegeldächern (TI 175, in Überarbeitung) und Schieferplattendächern (TI 219) werden die Dachrinnen auf der Höhe der Sparren befestigt. Diese Befestigungsmethode erleichtert den Abfluss des Regenwassers, das vom Unterdach abläuft. Mittels einiger Anpassungen ist es gegebenenfalls auch möglich, die Dachrinne auf dem Dachrandbrett zu befestigen (siehe Les Dossiers du CSTC 2012/3.6).

Bei einer traditionellen Anbringung stimmt der Raum zwischen der Dachrinne und der Dachdeckung somit mit dem Abstand zwischen den Sparren und der Dachdeckung überein, der wiederum der Dicke der Latten und der Konterlatten entspricht.

1 | Negative ästhetische Auswirkung von der Vergrößerung des Abstands zwischen der Dachrinne und der Dachdeckung.

Es muss auch die Höhe der etwaigen Wölbung der Ziegel berücksichtigt werden, insbesondere da diese mehr als 5 cm betragen kann.

Ästhetische Auswirkung des Dämmens längs der Außenseite

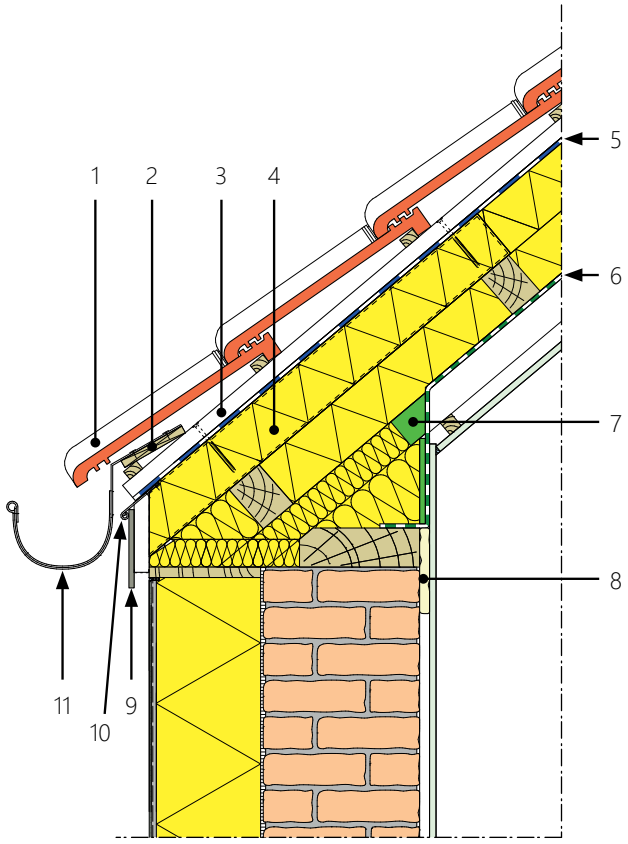
Da die bei *Sarking*-Dächern verwendeten Befestigungen einen größeren Durchmesser haben müssen als jene, die bei einer traditionellen Anbringung angewendet werden, muss der Querschnitt der Konterlatten angepasst werden (mindestens 30 x 50 mm für Befestigungen mit einem Durchmesser von 6 mm; siehe TI 251). Daraus ergibt sich eine Vergrößerung des Raums zwischen der Dachrinne und der Dachdeckung, was sich auf das Aussehen des Fußes der Dachfläche auswirkt.

Diese Auswirkung wird noch größer sein, wenn die Dachdeckung aus gewölbten Dachziegeln besteht oder wenn man beschließt, die Höhe des Regenwasserabflusssystems trotz der Hinzufügung des Dämmstoffs auf dem Dach nicht zu ändern (siehe Abbildung 1).

Wie kann diese ästhetische Auswirkung begrenzt werden?

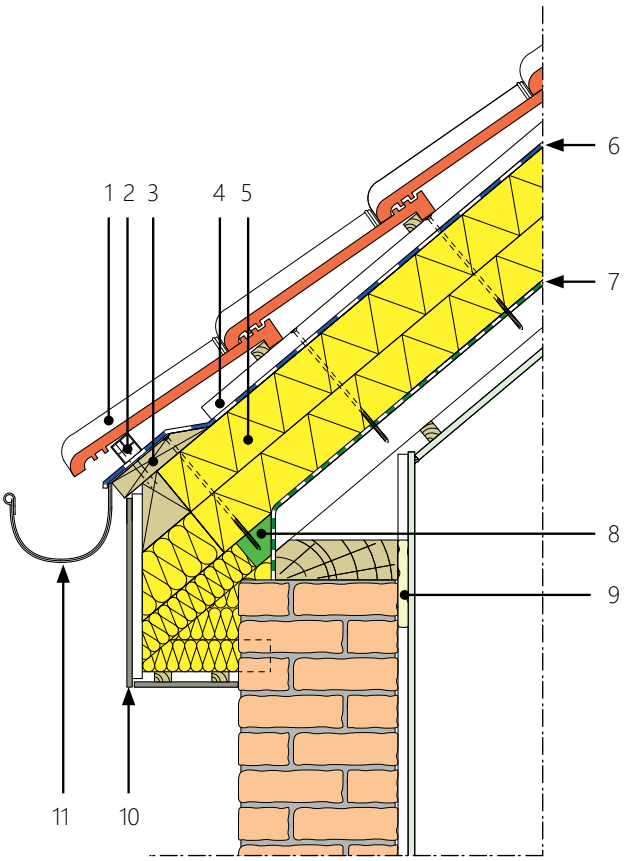
Es gibt zwei Lösungen zum Begrenzen der ästhetischen Auswirkung eines ausgeführten *Sarking*-Dachs:

- **Wählen von flachen Dachdeckungselementen** wie z.B. Flachziegeln oder Schieferplatten
- **Begrenzen des Gefälles der Dachrinne**. So ist der TI 270 zufolge beispielsweise auch eine horizontale Ausführung möglich.



1. Gewölbter Dachziegel
2. Befestigungslasche der Dachrinne
3. Konterlatte
4. Dämmstoff
5. Unterdach
6. Dampfsperre
7. Flüssige Abdichtung oder Klebeband
8. Schaum (optional)
9. Dachrandverkleidung
10. Tropfleiste
11. Dachrinne

2 | Fuß der Dachfläche mit unter der Dachrinne verlaufendem Regenwasserabflusssystem.



1. Gewölbter Dachziegel
2. Lüftungslatte
3. Abgeschrägtes Fußbrett
4. Konterlatten
5 Dämmstoff
6. Unterdach
7. Dampfsperre
8. Flüssige Abdichtung oder Klebeband
9. Schaum (optional)
10. Dachrandverkleidung
11. Dachrinne

3 | Fuß der Dachfläche mit abgeschrägtem Fußbrett und über die Dachrinne verlaufendem Regenwasserabflusssystem.

Auf Anfrage des Technischen Kommitees Dachdeckungen befasst sich derzeit eine Arbeitsgruppe mit der Ausarbeitung spezifischer Anschlussdetails für längs der Außenseite gedämmte Dächer (*). Diese Arbeitsgruppe hat außerdem noch eine dritte Lösung vorgeschlagen. Diese besteht darin, **die Dachrinne an den Konterlatten zu befestigen und das Regenwasserabflusssystem unter der Dachrinne anzubringen** (siehe Abbildung 2) oder über **die Dachrinne verlaufen zu lassen** (siehe Abbildung 3).

Durch die Anbringung des Regenwasserabflusssystems unter der Dachrinne wird das Dachrandbrett jedoch stärker der Feuchtigkeit ausgesetzt sein. Außerdem können dadurch unästhetische Ablaufspuren entstehen. Deshalb wird empfohlen, sich für feuchtigkeitsbeständige Ausführungsmaterialien zu entscheiden (z.B. exotische oder behandelte Holzarten, Faserzement oder Schiefer) und einen ausreichenden Raum zwischen dem Dachrandbrett und der Fassade zu lassen. Bei starker Schlagregenexposition ist die in Abbildung 3 dargestellte Lösung mit einem abgeschrägten Fußbrett vorzuziehen.

Bei Dächern mit geringer Neigung muss dem Abschrägungswinkel eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Denn dieser muss immer klein genug sein, um zu verhindern, dass es zu einer Wasserstagnation auf dem Unterdach kommen kann. ⬟

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

(*) Es wird gegenwärtig an einer Reihe von Merkblättern gearbeitet, die der Renovierung von *Sarking*-Dächern gewidmet sind. Der Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Merkblätter wird per CSTC-Mail mitgeteilt.

e-TI 244: Befestigung der Dachabdichtung an der Dachaufkantung

Die digitale Fassung der TI 244, auch als e-TI 244 bezeichnet, ist nur online auf der CSTC-Website verfügbar. Diese Digitalisierung hat den Vorteil, dass die verschiedenen Details und Texte von der betreffenden Arbeitsgruppe des Technischen Komitees Abdichtungen an die neuen Erkenntnisse oder Entwicklungen angepasst werden können. So wurden kürzlich einige Einzelheiten über die Art und Weise hinzugefügt, in der die verschiedenen Abdichtungstypen an der Dachaufkantung befestigt werden müssen.

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

Bituminöse Abdichtungen

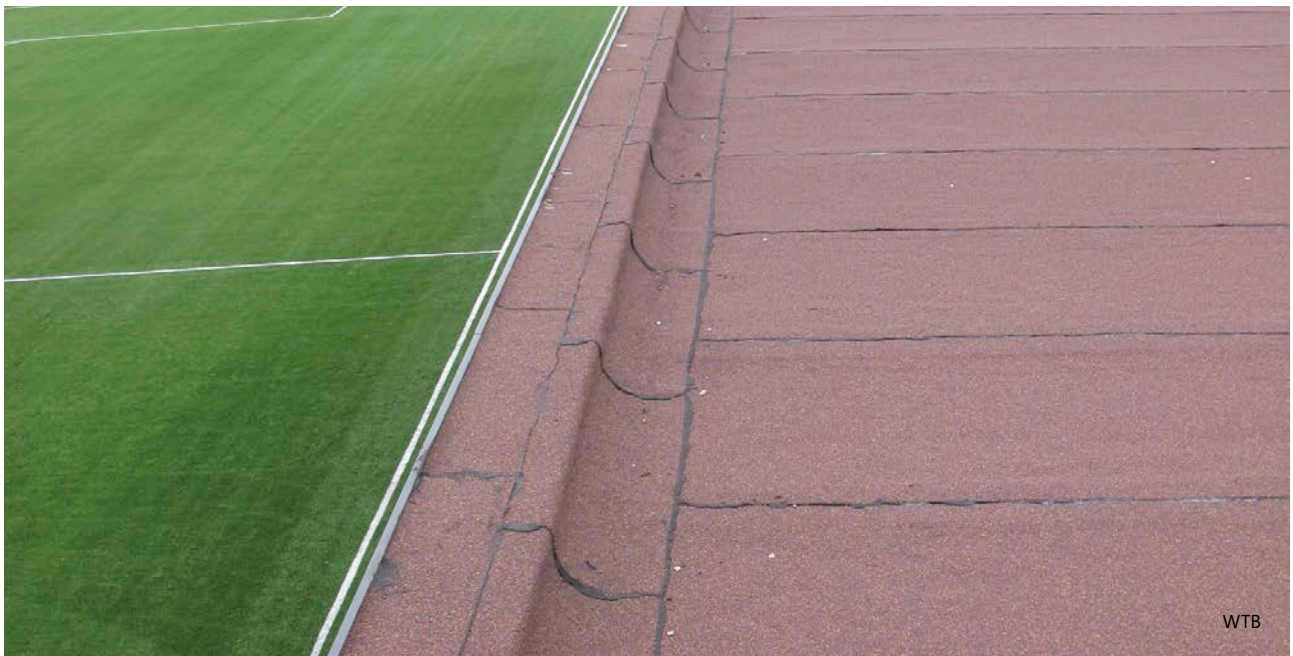
In der Regel müssen bituminöse Abdichtungen in Form **einer vollflächigen Haftung** an der Dachaufkantung angebracht werden. Diese Methode ist nicht nur die praktischste Art der Ausführung, sondern sie bietet auch einen besseren Widerstand gegen Windlasten. Denn die Windkräfte sind in den Rand- und Eckbereichen eines Flachdachs größer als in der Dachinnenfläche.

Um Blasenbildung zu vermeiden, darf eine bituminöse Abdichtung **nicht vollflächig mit der Flamme** an eine Dachaufkantung mit PU-Dämmung **geschweißt** werden (siehe TI 215). Bei solchen Aufkantungen muss daher eine der folgenden Ausführungsmethoden gewählt werden:

- Austauschen der Dämmstoffart gegen eine andere an der Aufkantung, so dass eine vollflächige Schweißung mit der Flamme möglich ist
- Anwenden einer vollflächigen, selbstklebenden Unterschicht mit einer vollflächigen, mit der Flamme geschweißten Decklage
- Partielles Schweißen mit der Flamme der bituminösen Abdichtung, sofern die Höhe der Dachaufkantung begrenzt ist (≤ 30 cm)
- Zurückgreifen auf eine andere Anbringungstechnik als das Schweißen mit der Flamme.

Bituminöse Abdichtungen können **ohne Flamme** aufgebracht werden, und zwar durch:

- Schweißen mit Heißluft, sofern die abgewickelte Aufkantungshöhe begrenzt ist (≤ 30 cm). Denn es ist nicht möglich, größere Flächen gleichmäßig zu erwärmen
- Verkleben mit einem bituminösen Kaltkleber. Auch hier darf die abgewickelte Aufkantungshöhe nicht zu groß sein, da die Klebemasse lange Zeit viskos bleibt. In dem Fall muss der obere Teil der Abdichtung immer mechanisch befestigt werden, um ein Verrutschen zu verhindern
- Nutzen einer selbstklebenden Abdichtung mit chemischer Aktivierung (spezifisches Voranstrichmittel)
- loses Anbringen der Abdichtung und deren mechanische Befestigung (in der Überlappung).



WTB

VM Building Solutions

Im Falle einer Anbringung durch Verklebung müssen die Aufkantungen vor dem Aufbringen der Dachabdichtungsstreifen an ihnen mit einem Klebelack bestrichen werden.

Bei kalt verklebten oder selbstklebenden Abdichtungen und bei Unterschichten aus oxidiertem Bitumen muss oben an der Aufkantung eine mechanische Befestigung (z.B. ein Dachrandprofil, ein Mauerabdeckstein oder eine Metalllatte) angebracht werden.

Bei der Verwendung von mit der Flamme geschweißten Polymerbitumen-Dichtungslagen ist eine mechanische Befestigung nur bei Aufkantungshöhen von mehr als 50 cm erforderlich (Zwischenbefestigungen alle 50 cm), es sei denn, dass die Anwendung auf Beton erfolgt.

Synthetische Abdichtungen auf Elastomerbasis

Grundsätzlich müssen synthetische Abdichtungen auf Elastomerbasis (z.B. EPDM) immer in Form einer **vollflächigen Haftung** an der Dachaufkantung angebracht werden. Die Abdichtung kann auch lose verlegt und mechanisch befestigt werden, aber das ist eher unüblich.

Elastomerabdichtungen müssen immer **am oberen Teil mechanisch befestigt werden**. Denn es hat sich ergeben, dass die Verklebung der Abdichtung an der Dachaufkantung in einer regnerischen oder kälteren Zeit nicht immer wirklich effizient ist. Auf porösen Untergründen muss ein Voranstrichmittel oder eine zusätzliche Klebeschicht aufgetragen werden. Je nach den Vorschriften der Hersteller muss alle 0,5 bis 1,5 Meter eine Zwischenbefestigung vorgesehen werden.

Synthetische Abdichtungen auf Plastomerbasis

Plastomerabdichtungen (z.B. PVC) werden meistens **an der Aufkantung vollflächig verklebt oder lose verlegt und mechanisch befestigt**. Im letzteren Fall muss man jedoch berücksichtigen, dass es zu einer unvermeidlichen Faltenbildung in der Abdichtung kommen wird. Dies hat jedoch nur Folgen in ästhetischer Hinsicht.

Plastomerabdichtungen müssen immer **an ihrem oberen Teil mechanisch befestigt** werden. Wenn sie nicht an der Dachaufkantung verklebt werden, müssen sie ab einer Aufkantungshöhe von 50 cm außerdem alle 50 cm mit einer zusätzlichen mechanischen Befestigung (Zwischenbefestigung) versehen werden, sofern vom Hersteller in den Vorschriften nicht anderes angegeben ist. Im Falle einer Verklebung der Abdichtungen ist eine solche Zwischenfixierung nicht erforderlich.

Flüssige Abdichtungen

Da die ursprünglichen Richtlinien bezüglich der flüssigen Abdichtungen nicht geändert wurden, werden sie in diesem Artikel nicht weiter behandelt. ⬟

Entwicklung der e-TI

Seit dem Erscheinen der e-TI 244 im Jahr 2012 hat sich die Art und Weise, wie Dokumente eingesehen werden, stark verändert. Aus diesem Grund wird die Form dieser e-TI angepasst werden. So werden die Texte und die Details der allgemeinen Prinzipen der TI in einem **PDF**-Dateiformat gebündelt werden. Dieses wird ein umfassendes, technisches Nachschlagewerk werden:

- das für lange Zeit verfügbar bleiben wird
- auf das in den Vertragsdokumenten verwiesen werden kann
- das im Allgemeinen eher von einem Desktop-Computer aus konsultiert werden wird.

Daneben wird auch eine **digitale Zusammenfassung** der TI erstellt werden. Deren Ziel ist es:

- mithilfe eines Tablet-Computers oder eines Smartphones schnell Informationen nachschlagen zu können (häufig von einer Baustelle aus)
- die Verknüpfung mit der Datenbank der Baudetails herzustellen, um die Merkblätter mit den Ausführungsdetails für die verschiedenen Abdichtungstypen schnell finden zu können.

Kriterien zur Bewertung der visuellen Qualität von Isolierverglasungen

Bei der Abnahme einer Verglasung stellt man nicht selten Kratzer oder kleine Mängel fest. Um heikle Situationen mit dem Kunden zu vermeiden, tut der Glaser gut daran, so schnell wie möglich die Abnahme vorzunehmen und die anderen Projektpartner zu ermutigen, die Außenschreinerarbeit zu schützen, wenn die Gefahr einer Beschädigung besteht.

R. Durvaux, Ing., Berater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB

Mängel und Referenznorm

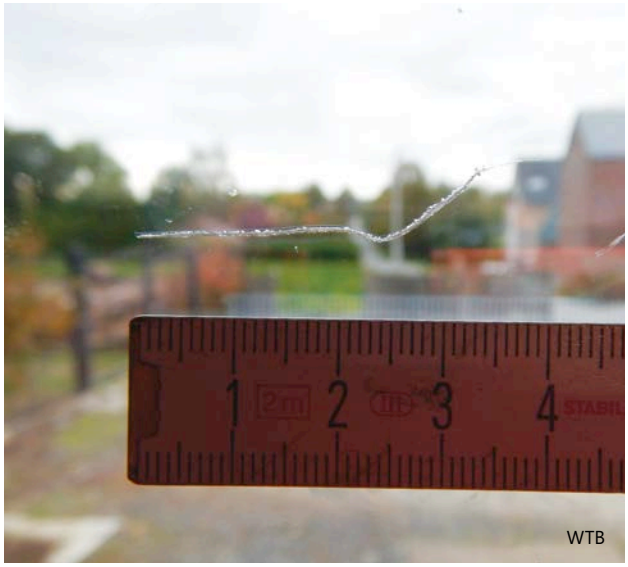
Seit August 2018 legt die Norm NBN EN 1279-1 unter anderem die Beobachtungsbedingungen und die maximal zulässigen Mängel für Isolierverglasungen fest.

Bei diesen Mängeln werden drei Kategorien unterschieden:
- **punktförmige Mängel**: sphärische oder halbsphärische Störungen. Dabei kann es sich um feste oder gasförmige Einschlüsse handeln
- **Rückstände**: Materialien, die auf der Oberfläche des Glases zurückbleiben und die die Form eines Flecks (Mangel größer als ein punktförmiger Mangel und oft unregelmäßig in der Form) oder einer Schliere haben können. Hierbei handelt es sich meistens um einen Rückstand eines Abdichtungsmaterials
- **linienförmige oder ausgedehnte Mängel**: Flecken, Kratzer (siehe Abbildungen 1 und 2) oder Cluster (Anhäufung von sehr kleinen Mängeln; siehe Abbildung 3 auf der nächsten Seite) über eine größere Länge oder Fläche. Die Kratzer können geradlinig oder gekrümmt sein.

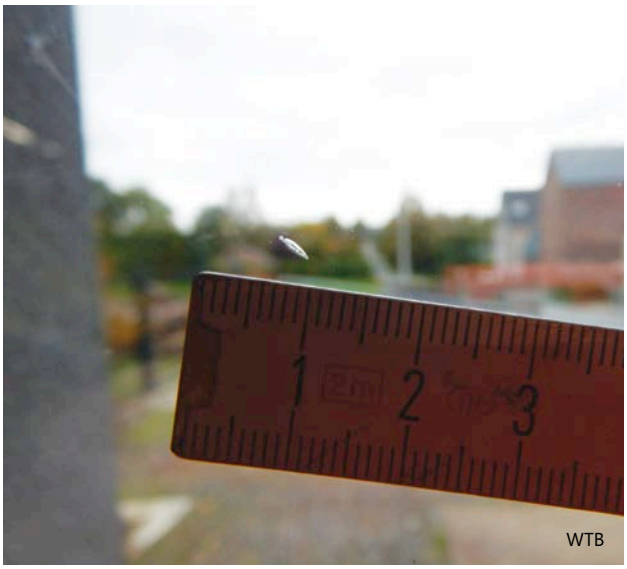
Diese Norm gilt nicht für Isolierverglasungen, bei denen eine der Komponenten aus Ornamentglas, Drahtglas, Drahtornamentglas, gezogenem Glas oder feuerfestem Verbundglas besteht.

Beobachtungsbedingungen

Die Norm legt die Beobachtungsbedingungen zur Bewertung von Isolierverglasungen fest.



1 | Linienförmiger Mangel (nicht zulässig)



2 | Linienförmiger Mangel (zulässig).

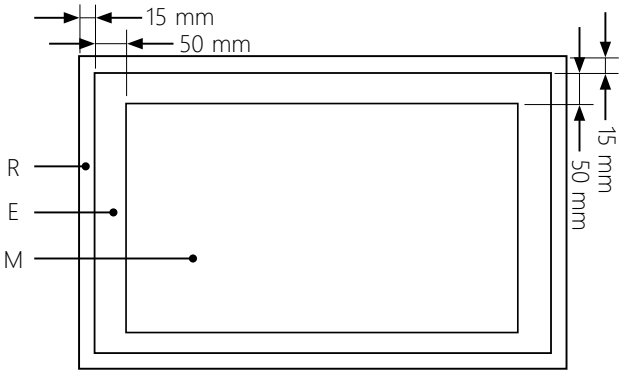
3 | Cluster von Mängeln (nicht zulässig).

Letztere müssen untersucht werden:
- während höchstens einer Minute pro Quadratmeter
- aus einer Entfernung von mindestens drei Metern
- von innen nach außen
- unter einem möglichst senkrechten Betrachtungswinkel zur Glasfläche
- bei diffusem Tageslicht (z.B. bewölktem Himmel), ohne direktes Sonnenlicht oder Kunstlicht.

Die Qualitätsabweichungen dürfen selbstverständlich nicht vorher auf dem Glas markiert werden (siehe Abbildung 4).

Isolierverglasungen, die sich innerhalb eines Gebäudes (z.B. zwischen zwei Räumen) befinden, sind unter Nutzung der normalen (diffusen) Beleuchtung, die in den Räumen

4 | Qualitätsabweichungen dürfen vor der Betrachtung der Verglasung nicht auf ihr markiert werden.



5 | Abgrenzung der Beobachtungsbereiche einer Verglasung.

vorgesehen ist, zu bewerten. Der Betrachtungswinkel muss auch hier möglichst senkrecht zur Glasfläche sein.

Für jede Verglasung lassen sich drei Beobachtungsbereiche unterscheiden (siehe Abbildung 5):
- **der Bereich R**: Dieser ist 15 mm breit und wird meistens vom Fensterrahmen abgedeckt (oder entspricht im Falle eines nicht gerahmten Rands der Randabdichtung)
- **der Bereich E**: Dieser ist 50 mm breit und befindet sich am Rand der sichtbaren Glasfläche
- **der Bereich M**: Dieser stellt den Hauptbereich der Verglasung dar.

Maximale Anzahl zulässiger Mängel

Die Tabellen A, B und C auf der nächsten Seite geben eine Übersicht über die maximale Anzahl zulässiger punktförmiger Mängel, Rückstandsspritzer und -flecken sowie linienförmige oder ausgedehnte Mängel für eine Isolierverglasung bestehend aus zwei Glasscheiben (z.B. 10/12/8).

A | Anzahl zulässiger punktförmiger Mängel.

Bereich	Abmessung des Mangels [mm]	Fläche S der Verglasung [m²]			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	S > 3
R	Alle Abmessungen	Keine Einschränkung			
E	Ø ≤ 1	Akzeptiert, falls weniger als 3 pro Bereich mit einem Durchmesser von Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 3	4	1 pro Meter des Umfangs		
	Ø > 3	Nicht gestattet			
M	Ø ≤ 1	Akzeptiert, falls weniger als 3 pro Bereich mit einem Durchmesser von Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 2	2	3	5	5 + 2/m²
	Ø > 2	Nicht gestattet			

B | Anzahl zulässiger Rückstandsspritzer und -flecken.

Bereich	Abmessungen und Typ [mm]	Fläche S der Verglasung [m²]	
		S ≤ 1	S > 1
R	Alle	Keine Einschränkung	
E	Spritzer Ø ≤ 1	Keine Einschränkung	
	Spritzer 1 < Ø ≤ 3	4	1 pro Meter des Umfangs
	Flecken Ø ≤ 17	1	
	Spritzer Ø > 3 und Flecken Ø > 17	Höchstens 1 Spritzer oder 1 Fleck	
M	Spritzer Ø ≤ 1	Höchstens 3 pro Bereich mit einem Durchmesser von Ø ≤ 20 cm	
	Spritzer 1 < Ø ≤ 3	Höchstens 2 pro Bereich mit einem Durchmesser von Ø ≤ 20 cm	
	Spritzer Ø > 3 und Flecken (*)	Nicht gestattet	
(*) Die Norm NBN EN 1279-1 erwähnt ‚Flecken Ø > 17', enthält aber keine Aussage über die Flecken Ø ≤ 17 in Bereich M. Unserer Ansicht nach lässt sich aus der Zeile E ableiten, das im Hauptbereich kein einziger Fleck gestattet ist.			

C | Zulässige linienförmige oder ausgedehnte Mängel.

Bereich	Einzelne Längen	Gesamtsumme der einzelnen Längen
R	Keine Einschränkung	
E	≤ 30 mm	≤ 90 mm
M	≤ 15 mm	≤ 45 mm

Wir möchten darauf hinweisen, dass Haarkratzer (die sich mit dem Fingernagel nicht fühlen lassen) zulässig sind, sofern sie kein Cluster bilden.

Verglasungen, die aus mehr als zwei monolithischen Glasscheiben bestehen

Bei Verglasungen, die aus mehr als zwei monolithischen Glasscheiben bestehen, ist die in den Tabellen angegebene Anzahl der zulässigen Mängel für jede zusätzliche Glaskomponente und für jede Verbundglasscheibe um 25 % zu erhöhen. So ist diese Anzahl zu multiplizieren mit:

- 1,25 für eine Verglasung, die aus drei monolithischen Glasscheiben besteht (z.B 6/14/4/14/8)
- 1,5 für eine Verglasung, die aus zwei Verbundglasscheiben besteht (z.B 44.2/16/33.2)
- 1,75 für eine Verglasung, die aus zwei Verbundglasscheiben und einer monolithischen Glasplatte besteht (z.B 44.2/10/4/10/33.2). ⬟

Bemerkung

Durch das Polieren des Glases mit Ceroxid können meistens feine Kratzer oder Haarkratzer entfernt werden. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, ein übermäßiges Polieren zu vermeiden, um die Ebenheit des Glases nicht zu verändern und keine sichtbaren Verformungen zu verursachen. Bei tiefen Kratzern nützt ein solches Polieren nichts.

Bemessung von Wasserverteilungsleitungen in Sanitärinstallationen

Durch eine kürzliche WTB-Studie wurde nachgewiesen, dass die in den Verteilanlagen gemessenen Spitzendurchflüsse den nach der Norm DIN 1988-300 berechneten am nächsten kommen. Dieser Artikel liefert weitere Einzelheiten über die Bemessungsmethode dieser Norm, die in Flandern im Rahmen der *BBT Legionella* verpflichtend ist. Es werden auch eine Reihe von Hilfsmitteln zur Bestimmung des Mindest-Innendurchmessers der Leitungen zur Verfügung gestellt.

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

Bestimmung des Auslegungsdurchflusses der Entnahmestellen

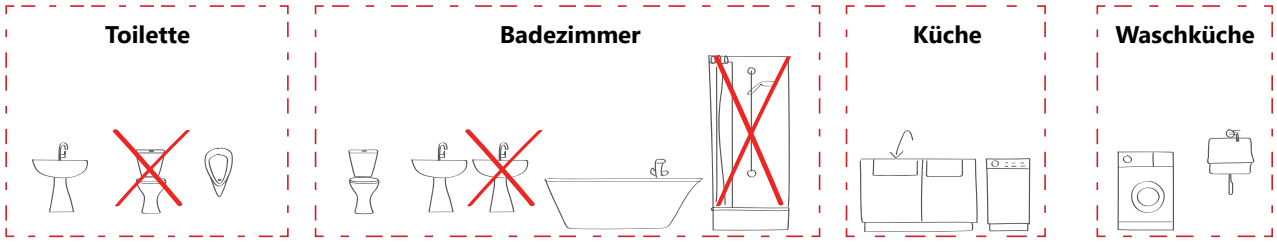
Der erste Schritt der Bemessung besteht darin, den Auslegungsdurchfluss (q_c) jeder Entnahmestelle zu berechnen. Die nebenstehende Tabelle gibt die Standardwerte für verschiedene Entnahmestellen an. Falls Herstellerangaben zu den Auslegungsdurchflüssen der tatsächlich zu installierenden Entnahmestellen vorliegen und diese Durchflüsse größer sind als die in der Tabelle angegebenen Werte, sind diese bei der Bemessung zu verwenden. Wenn sie niedriger als die Tabellenwerte sind, dürfen sie nicht verwendet werden, es sei denn, dass der Bauherr dafür die Erlaubnis erteilt.

Standardwerte für den Auslegungsdurchfluss je nach Entnahmestellentyp.

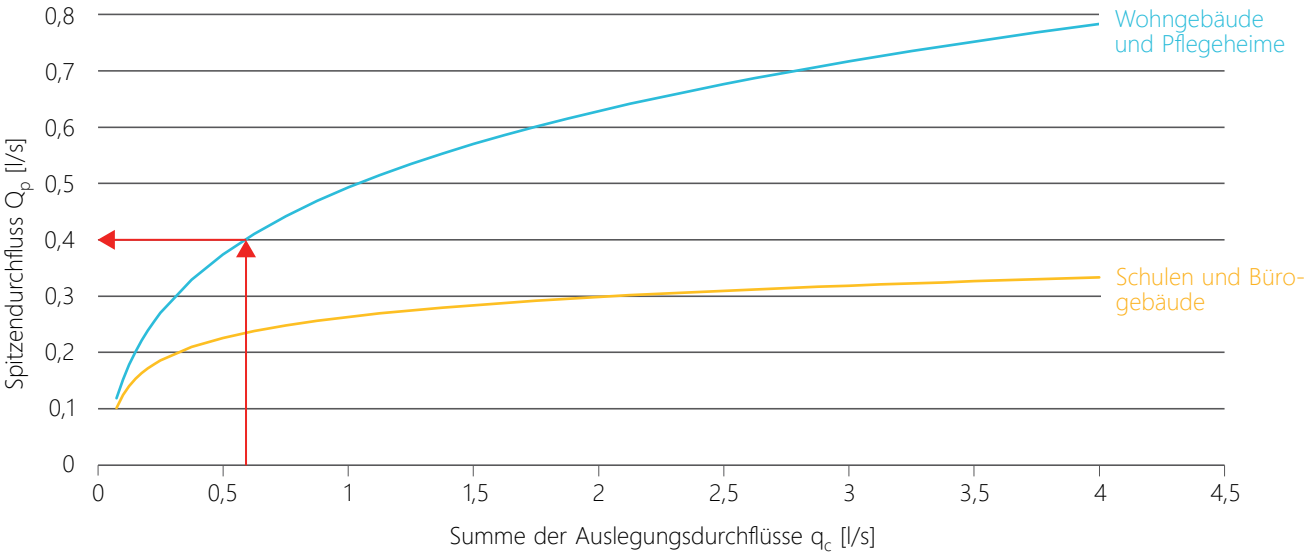
Typ der Entnahmestelle	Auslegungsdurchfluss q_c [l/s]
Mischbatterie Dusche	0,15 (*)
Mischbatterie Badewanne	0,15 (*)
Küchenarmatur	0,07 (*)
Waschtisch oder Waschbecken	0,07 (*)
Bidet	0,07 (*)
Waschmaschine	0,15
Geschirrspülmaschine	0,07
WC	0,13
Urinal mit Druckspüler	0,30
(*) Diese Auslegungsdurchflüsse sind sowohl für die Kaltwasserleitung als auch für die Warmwasserleitung zu verwenden.	

Berechnung des Spitzendurchflusses für jede Leitung

Danach muss man den Spitzendurchfluss (Q_p) von jeder Leitung berechnen. Für eine Leitung, die mehrere Entnahmestellen **in ein und demselben Raum** versorgt, muss man **die zwei größten Auslegungsdurchflüsse addieren**, da bei dieser Methode davon ausgegangen wird, dass in ein und demselben Raum normalerweise nur von maximal zwei Personen gleichzeitig Wasser entnommen wird. Da es unwahrscheinlicher ist, dass ähnliche Geräte zur gleichen Zeit genutzt werden, müssen Entnahmestellen der gleichen Art bei der Berechnung eliminiert werden. Darunter versteht man beispielsweise ein zweites Waschbecken, eine Dusche neben einer Badewanne oder ein Bidet oder Urinal neben einem WC (siehe Abbildung 1).



1 | Eliminierung von Entnahmestellen der gleichen Art.



2 | Anwendung einer Gleichzeitigkeitsformel zur Bestimmung des Spitzendurchflusses.

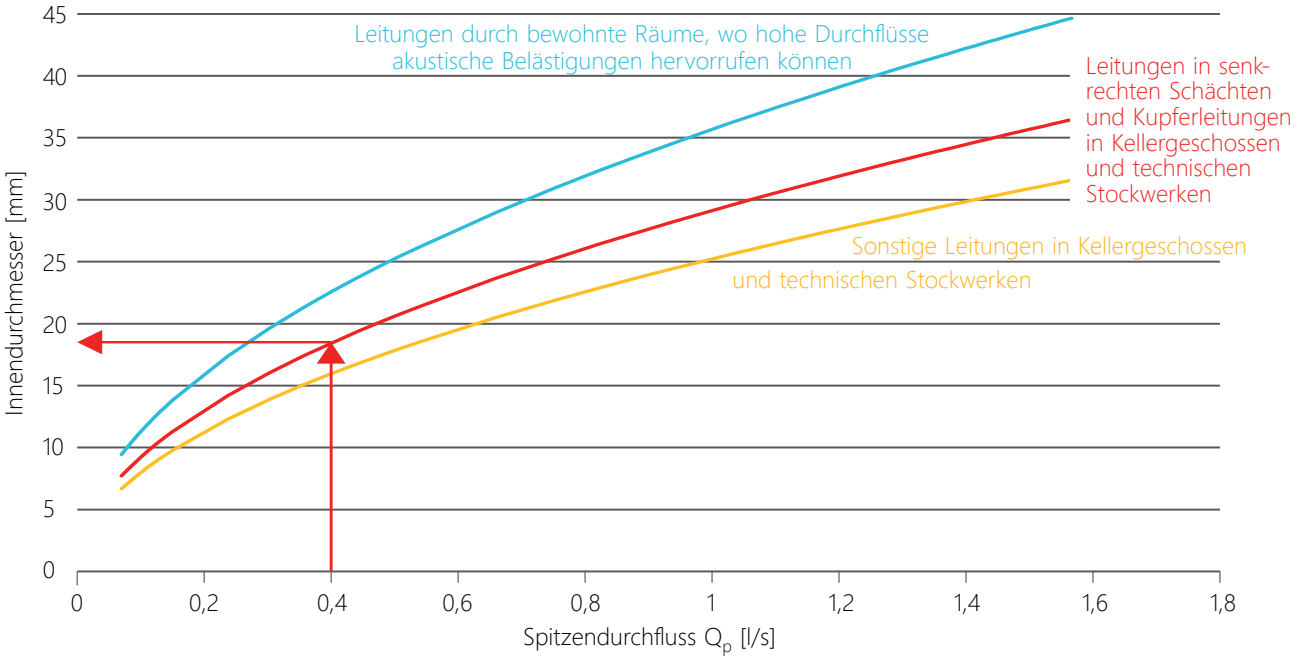
Für eine Leitung, die mehrere Entnahmestellen **in mehreren Räumen** versorgt, wird der Spitzendurchfluss dadurch berechnet, dass man **die Auslegungsdurchflüsse aller Entnahmestellen addiert**. Auch dabei müssen Entnahmestellen der gleichen Art in ein und demselben Raum bei der Berechnung unberücksichtigt bleiben. Auf diese Summe muss dann eine Gleichzeitigkeitsformel entsprechend dem Gebäudetyp angewendet werden.

In der Grafik der Abbildung 2 kann man ausgehend von der Summe der Auslegungsdurchflüsse den Spitzendurchfluss ermitteln.

Was **Leitungen** betrifft, **die sich zwischen dem Wasserzähler und der Abzweigung zur Anlage der Sanitärwarmwasser-Erzeugung befinden**, müssen der Spitzendurchfluss für das Kaltwasser und der Spitzendurchfluss für das Warmwasser addiert werden.

Mindest-Innendurchmesser

Ausgehend vom Spitzendurchfluss kann man dann, mithilfe der Abbildung 3, den Mindest-Innendurchmesser unter Berücksichtigung des Raums, durch den die Leitung



3 | Mindest-Innendurchmesser in Abhängigkeit des Spitzendurchflusses und der Lage der Leitungen.

verläuft, ermitteln. Diese Kurven wurden auf Basis der maximalen Durchflussgeschwindigkeiten festgelegt, die bei den Spitzendurchflüssen gemessen wurden, die in diesen Räumen zur Vermeidung von akustischen Belästigungen erlaubt sind.

Anhand des Mindest-Innendurchmessers kann man dann – in Abhängigkeit des Materials des Rohrleitungssystems – den handelsüblichen Durchmesser wählen, der diese Anforderung erfüllt.

Vollständige Bemessung

Natürlich umfasst die vollständige Bemessung einer Anlage zur Wasserverteilung mehr als nur die Berechnung des Mindest-Innendurchmessers. So müssen auch die Druckverluste überprüft werden, um sicherzustellen, dass an den Entnahmestellen noch genug Druck zur Verfügung steht. Die Berechnung des Mindest-Innendurchmessers kann jedoch als **erste schnelle Kontrolle** dienen, da bei kleinen Anlagen im Allgemeinen doch keine vollständige Bemessung erfolgt.

Die vollständige Bemessung einer Wasserverteilungsanlage besteht aus den folgenden Schritten:

1. Bestimmung des Auslegungsdurchflusses der Entnahmestellen
2. Bestimmung des Spitzendurchflusses für jede Leitung
3. Bestimmung des Drucks, der zur Deckung des Druckverlustes für jeden Verlauf verfügbar ist, um den ungünstigsten Verlauf zu ermitteln
4. Bestimmung des Mindest-Innendurchmessers von jedem Leitungsabschnitt des ungünstigsten Verlaufs
5. Neuberechnung des verfügbaren Drucks und Bestimmung der Innendurchmesser im folgenden ungünstigsten Verlauf
6. Wiederholung des Schritts 5, bis alle Verläufe dimensioniert sind.

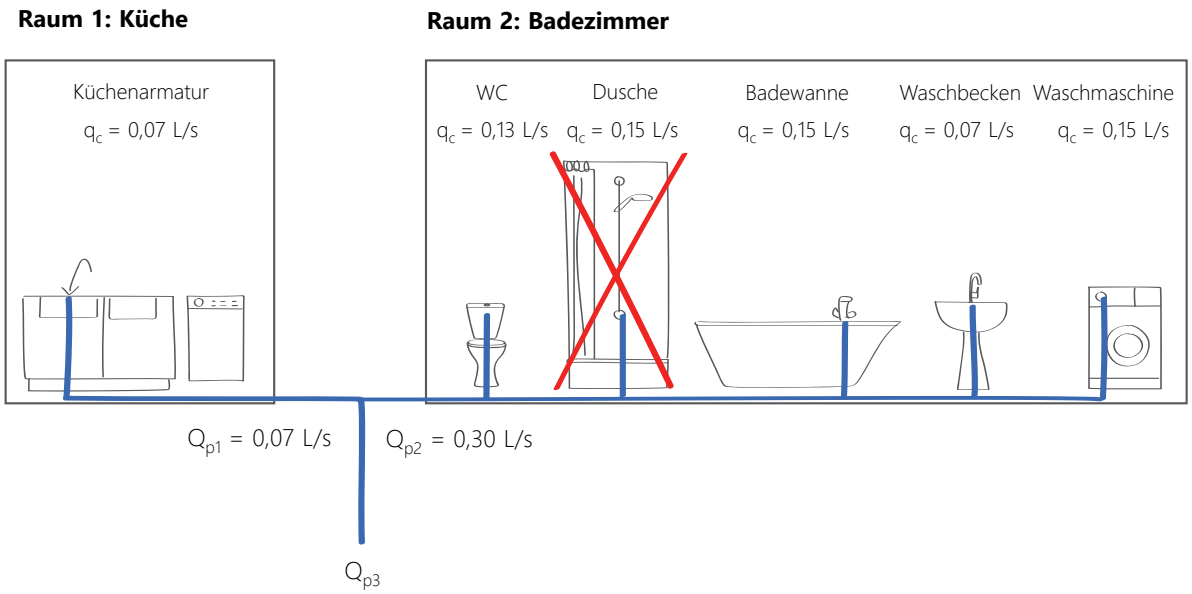
Das WTB arbeitet gegenwärtig an einem **Rechentool**, das den Sanitärinstallateur bei der vollständigen Bemessung unterstützen kann. ⬟

Rechenbeispiel

Zur Berechnung von Q_{p1} und Q_{p2} im nachstehenden Beispiel muss man **die zwei größten Auslegungsdurchflüsse addieren**, und zwar nachdem die Entnahmestellen der gleichen Art eliminiert wurden. In diesem Beispiel kann für die Berechnung die Dusche eliminiert werden.

Da Q_{p3} zur Versorgung mehrerer Entnahmestellen in mehreren Räumen dient, muss man **die Auslegungsdurchflüsse aller Entnahmestellen**, mit Ausnahme der Dusche in Raum 2, **addieren**, d.h.: 0,07 + 0,13 + 0,15 + 0,07 + 0,15 = 0,57 l/s. Auf diesen Wert muss dann eine Gleichzeitigkeitsformel angewendet werden. Ausgehend von der Grafik der Abbildung 2 ergibt sich, dass Q_{p3} für ein Wohngebäude 0,4 l/s beträgt.

Für eine in einem senkrechten Schacht befindliche Leitung lässt sich aus der Grafik der Abbildung 3 wiederum ableiten, dass der Innendurchmesser mindestens 18 mm betragen muss, was für ein Rohrleitungssystem aus PE-X/Al/PE-X den Abmessungen 26 x 3 mm entspricht.



4 | Beispiel für die Berechnung der Auslegungs- und Spitzendurchflüsse.

Weshalb den Innenputz vor dem ETICS-System anbringen?

Die Mitarbeiter der Abteilung Technische Gutachten und Beratung des WTB erhalten regelmäßig Fragen zur geeigneten Reihenfolge bei der Ausführung von feuchten Innenarbeiten (z.B. Gipsputz und Estrich) und dem ETICS-System. Was sagen die Referenzdokumente diesbezüglich und welche Faktoren spielen dabei eine Rolle?

I. Dirkx, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Baumaterialien, WTB

Was sagen die Referenzdokumente?

Die TIs 199 und 201 zu **Innenputzen** liefern nur wenige Informationen über die geeignete Arbeitsreihenfolge. So geben sie zum Beispiel nur an, dass das Mauerwerk vor Beginn der Putzarbeiten ausreichend trocken sein muss. Die erforderliche Trocknungszeit hängt u.a. von den Klimabedingungen während und nach der Ausführung ab. Außerdem muss das Gebäude zu Beginn der Putzarbeiten regen- und winddicht sein.

Die TI 257 ‚Enduits sur isolation extérieure' empfiehlt, das ETICS-System erst nach der Ausführung von Innenarbeiten, die durch Wasserzufuhr mit Feuchtigkeit einhergehen, anzubringen, außer bei Vorliegen anderer Bestimmungen in den Vertragsdokumenten oder einer positiven Stellungnahme vonseiten des Herstellers zugunsten einer anderen Arbeitsweise. Ein Abweichen von dieser Regel ist nur möglich, wenn die verschiedenen Parteien dazu ihr Einverständnis geben und Folgendes berücksichtigt wird:

- das Innen- und Außenklima
- die Zusammensetzung des Systems
- die Dampfdurchlässigkeit der Wand
- alle anderen relevanten Eigenschaften der Materialien.

Auch die **belgischen und europäischen Verbände der ETICS-System-Hersteller** (z.B. Xthermo.be und EAE) empfehlen, das ETICS-System erst anzubringen, wenn der Innenputz und der Estrich ausgeführt und ausreichend getrocknet sind. Vor Beginn der Dämmungsarbeiten müssen die erforderlichen Vorkehrungen getroffen werden, um zu vermeiden, dass die vorhandene Baufeuchtigkeit einen nachteiligen Einfluss auf das System hat.

Welche Faktoren spielen eine Rolle?

Die geeignete Reihenfolge der Arbeiten hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. dem Untergrund, dem Innen- und Außenklima und den Materialeigenschaften des ETICS-Systems.

Die Art des Untergrunds

Die Wasserdichtheit und die Wasserdampfdurchlässigkeit des Untergrundes müssen berücksichtigt werden. Bei wasser- und dampfdichten Untergründen (z.B. gegossener Beton) ist die Reihenfolge der Arbeiten nur von geringer Bedeutung. Bei dampfdurchlässigen Untergründen (z.B. Mauerwerk) wird im Allgemeinen empfohlen, zunächst die feuchten Innenarbeiten auszuführen, um das Risiko in Bezug auf Feuchtigkeitsprobleme (z.B. Kondensation im ETICS-System und Schimmelbildung auf dem Innenputz) zu verringern.

Gerüst mit Plane zum Schutz der Fassade während der Ausführung des Innenputzes und des ETICS-Systems.

Das Innen- und Außenklima

Die Ausführung des ETICS-Systems kann bei Außentemperaturen zwischen 5 und 30 °C erfolgen. Wenn der Winter naht und sowohl der Innenputz als auch das ETICS-System noch angebracht werden müssen, kann man erwägen, zuerst das ETICS-System anzubringen, um noch von den günstigen Witterungsverhältnissen profitieren zu können. Der Hersteller muss dafür jedoch eine positive Stellungnahme abgeben. In dem Fall ist eine gute Lüftung und eine eventuelle Heizung erforderlich, um die korrekte Trocknung des hinterher ausgeführten Innenputzes zu gewährleisten.

Die Materialeigenschaften des ETICS-Systems

Auch die Wasserdampfdiffusions-Eigenschaften der ETICS-System-Komponenten (Dämmung, Grundputz, Deckputz und harte Verkleidung) spielen eine wichtige Rolle. Im Falle einer dampfdurchlässigen Dämmung (z.B. Mineralwolle), die mit einem dampfdurchlässigen Putz verkleidet ist, kann die Trocknung teilweise durch die Feuchtigkeitsabführung nach außen erfolgen. Bei dampfdichteren Dämmstoffen (z.B. EPS) wird die Trocknung nach außen hin dagegen stark erschwert und der Innenputz und die Wand bleiben länger feucht.

Was ist zu tun, wenn zuerst die feuchten Innenarbeiten ausgeführt werden?

Wenn zuerst alle feuchten Innenarbeiten ausgeführt werden, kann die vorhandene Baufeuchtigkeit sowohl über die Raumluft als auch durch Diffusion durch die Außenwand hindurch abgeführt werden.

Wenn die tragende Wand nicht ausreichend wasserdicht ist (z.B. Mauerwerk aus Mauerziegeln), kann es zum **Eindringen von Regenwasser** kommen, was Feuchtigkeitsflecken auf der Putzoberfläche zur Folge hat. Wenn das Regenwasser nur kurzzeitig und in geringer Menge eindringt, verschwinden die Flecken beim allmählichen Trocknen des Putzes. Wasser, das verschmutzt ist (z.B. durch das Dachdeckungsmaterial oder eine Holzabdeckplatte), kann dagegen zu einer dauerhaften Fleckenbildung auf dem Putz führen. Wenn der Untergrund viele wasserlösliche Salze enthält, können diese durch die Regenwasserinfiltration nach innen wandern, was die Haftung des Putzes beeinträchtigen oder Ausblühungen auf seiner Oberfläche verursachen kann.

WTB

Eine mögliche Lösung gegen das Eindringen von Regenwasser besteht darin, die Außenseite der tragenden Wand dadurch zu schützen, dass man eine Plane am Gerüst anbringt (siehe Abbildung). Dieser Schutz wird auch für die Ausführung des ETICS-Systems vorteilhaft sein.

Was ist zu tun, wenn zuerst das ETICS-System ausgeführt wird?

Wenn man sich dafür entscheidet, das ETICS-System zuerst auszuführen, hat man den Vorteil, dass die tragende Wand durch diese Verkleidung ‚eingepackt' und damit gegen die Witterungseinflüsse und insbesondere gegen das Eindringen von Regenwasser geschützt wird.

In dem Fall erfolgt jedoch die Trocknung der feuchten Elemente der Innenarbeiten langsamer, weil die Diffusion über die tragende Wand nach außen in geringerem Maße stattfindet. Dadurch bleibt der Innenputz länger feucht, was ein erhöhtes Risiko bezüglich der **Schimmelbildung** mit sich bringt.

Bei einer dampfdurchlässigen tragenden Wand (z.B. Mauerwerk aus Mauerziegeln) wandert dennoch eine gewisse Wasserdampfmenge über die tragende Wand zum ETICS-System, wo sie über die Fugen der Dämmplatten zum Außenputz gelangen kann. An diesen Stellen kann auch eine Kondensation auftreten, die u.a. eine Verschmutzung, Vergrünung oder Schimmelbildung zur Folge haben kann.

Falls feuchtigkeitsempfindliche Materialien (z.B. Holzbalken) in der tragenden Wand vorhanden sind, kann eine längere Befeuchtung der tragenden Wand zur Schädigung dieser Materialien führen.

Schlussfolgerung

So wie in den Referenzdokumenten empfohlen, ist es angeraten, die feuchten Innenarbeiten vor der Anbringung des ETICS-Systems auszuführen. In Abhängigkeit der Untergrundart, des Innen- und insbesondere des Außenklimas und der Materialeigenschaften des ETICS-Systems ist es jedoch – bei Vorliegen einer Genehmigung des Herstellers – möglich, von dieser Regel abzuweichen.

Es ist immer vorzuziehen, Fassaden, die den Witterungseinflüssen stark ausgesetzt sind, mit einem Schutz zu versehen. Eine gute Lüftung der Innenräume ist in allen Fällen wichtig, um die Trocknung zu begünstigen (siehe Les Dossiers du CSTC 2010/4.11). ⬟

Wie eine Überhitzung bei auf die Fassade geklebtem Naturstein vermeiden?

In den letzten Jahrzehnten hat der Bausektor die Entwicklung von zahlreichen innovativen Methoden erlebt, wie z.B. die Verklebung einer Natursteinverkleidung mit der Fassadendämmung. Um die Dauerhaftigkeit des Steins zu gewährleisten und die Gefahr einer Ablösung der Verkleidung zu vermeiden, müssen jedoch bestimmte Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden.

D. Nicaise, Dr. Sc., Leiter des Laboratoriums Mineralogie und Mikrostruktur, WTB
E. Dupont, Ing., stellvertretender Leiter des Dienstes Spezifikationen, WTB

Da es sich bei Naturstein um ein undurchsichtiges Material handelt, das – vor allem bei dunkler Farbe – Wärme absorbiert, müssen Anforderungen an den **Sonnenenergie-Absorptionsfaktor** α_e und den **Helligkeitsindex HI** gestellt werden.

Der Wert des α_e-Faktors liegt im Bereich zwischen 0 und 1 und hängt unter anderem von der Farbe ab. So weisen die meisten hellen (oder ‚weißen') Steine einen Faktor zwischen 0,35 und 0,48 und die Blausteine einen Faktor zwischen 0,65 und 0,9 auf. Bei Letzteren spielen auch die Endbearbeitung und die Oberflächenbehandlungen (z.B. eine Wasserabweisungsbehandlung) eine wichtige Rolle. So muss man sich entweder entscheiden für eine ‚roh gesägte' oder ‚geschurte' Ausführung oder für eine gebürstete oder geschurte Zersägung mit einer Körnung zwischen P14 und P40 für grau geschurte Steine sowie einer Körnung von maximal P60 für blau geschurte Steine.

Außerdem weisen die Oberflächen dieser im Allgemeinen dichten und undurchsichtigen Materialien einen hohen Absorptionsfaktor und eine hohe spezifische Wärme auf, was die **städtische Erwärmung** begünstigen kann (Hitzeinseln). Um den Wärmestau im Sommer zu vermeiden, empfehlen einige Städte daher die Verwendung von leichten Materialien mit einem Sonnenreflexionsindex (SRI, für *Solar Reflectance Index*) von mehr als 30 % und Materialien mit einer hellen Farbe.

Anforderungen in Belgien und den Nachbarländern

Hinsichtlich **Belgien** hat das WTB in diesem Jahr einen Artikel veröffentlicht (siehe Les Dossiers du CSTC 2020/2.7), in dem die Einsatzgrenzen von ETICS-Systemen mit harten Verkleidungen besprochen werden. Eine andere WTB-Veröffentlichung (siehe Les Dossiers du CSTC 2015/4.9) geht näher auf die Farbwahl eines Natursteins ein, damit – in Abhängigkeit der auf ihn einwirkenden Sonneneinstrahlung und seiner Dicke – eine Temperatur an der Grenzfläche zwischen der Verkleidung und der Dämmung von 70 °C nicht überschritten wird.

Für Fassaden, die einer direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, wie z.B. östlich bis westlich orientierte Fassaden (wobei eine südwestliche Orientierung am kritischsten ist), wird nicht empfohlen, eine dünne Verkleidung (Dicke < 22 mm) zu verwenden, deren α_e-Faktor (NBN EN 410) größer als 0,7 ist. Für dicke Verkleidungen (Dicke

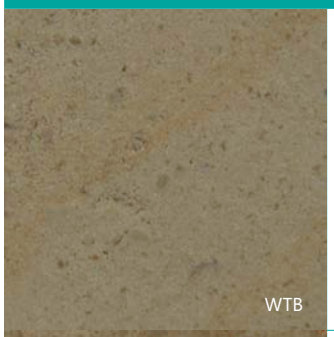
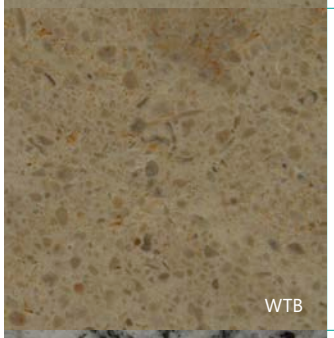
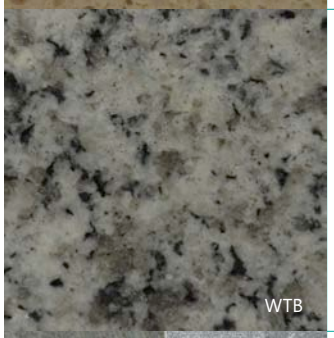
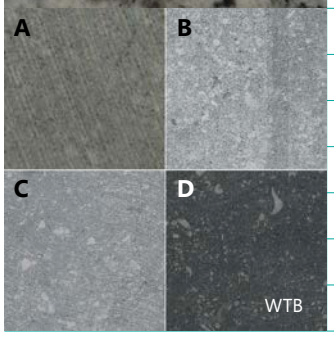
Terminologie

Der **Sonnenenergie-Absorptionsfaktor** (α_e) drückt das Verhältnis zwischen der von einer Oberfläche absorbierten Sonnenenergie und der von dieser Oberfläche reflektierten Sonnenenergie aus. Die spektralen Eigenschaften und der Absorptionsfaktor einer Oberfläche können durch eine UV-Vis-NIR-Spektrometrie nach der Norm NBN EN 410 bestimmt werden.

Die **totale Sonnenreflexion** (TSR, für *Total Solar Reflexion*), die manchmal als Alternative verwendet wird, drückt den Anteil der einfallenden Strahlungsenergie aus, der von der Oberfläche reflektiert wird.

Der **Helligkeitsindex** (HI) oder Helligkeitswert ist eine konventionelle Zahl, die die Helligkeit einer Farbe im sichtbaren Bereich auf einer Schwarz-Weiß-Achse (0-100) ausdrückt (siehe Les Dossiers du CSTC 2014/4.10).

Sonnenenergie-Absorptionsfaktor α_e und Helligkeitsindex HI von einigen Natursteinen.

Material		Sonnenenergie-Absorptionsfaktor α_e	Helligkeitsindex HI
 WTB	Nichtmarmorartiger weißer Stein (< 2.500 kg/m³), gesägt und geschurt (matt)	0,36	55,6
 WTB	Marmorartiger weißer Stein (> 2.500 kg/m³), geschliffen	0,46	44,9
 WTB	Geschliffener ‚grauer' Granit	0,67	24,1
 A B C D WTB	Blaustein (Körnung: < P60), geschurt (A)	0,68	28,5
	Blaustein (Körnung: P30-P35), gesägt und gebürstet (B)	0,84	15,7
	Blaustein (Körnung: P36), grau geschurt (C)	0,83	14,9
	Blaustein (Körnung: P80), blau geschurt	0,87	11,1
	Blaustein (Körnung: P220), hellblau geschliffen	0,89	6,4
	Blaustein (Körnung: P400), dunkel geschliffen, satiniert (D)	0,90	5,4
	Blaustein (Körnung: P800), poliert	0,90	3,8

≥ 22 mm) beträgt der Grenzwert 0,85. Eine spezifische Studie kann die Verwendung dunklerer Farben allerdings rechtfertigen, beispielsweise für Gebäudesockel. Für Dicken größer oder kleiner als 22 mm ist der Helligkeitsindex HI jeweils größer 10 bzw. 25. Es gibt keine Einschränkungen für nordnordwestlich oder nordöstlich orientierte Fassaden.

In **Frankreich** sind die Hersteller von Steinverkleidungen verpflichtet, den Wert des α_e-Faktors für Produkte zu deklarieren, die für eine Verklebung an der Fassade bestimmt sind. Dieser Wert muss immer kleiner sein als 0,9 und für nachträgliche Dämmsysteme mit einer NF-Zertifizierung muss dieser Wert kleiner sein als 0,7, außer wenn die Fassaden vor der (direkten oder indirekten) Sonneneinstrahlung geschützt sind. In Höhenlagen von mehr als 1.300 m über dem Meeresspiegel ist der Absorptionsfaktor auf 0,5 begrenzt.

In **den Niederlanden** ist der α_e-Faktor im Rahmen der Zertifizierung eines Außendämmsystems für Fassaden auf 0,7 begrenzt. ⬟

Sorgfältig ausgeführte Schneidearbeit: die Visitenkarte eines jeden Fliesenlegers

Das Aussehen von ausgeführten Fliesenarbeiten ist auf der Baustelle oft Gegenstand von Diskussionen. Dabei geht es nicht selten um die Präzision der ausgeführten Schneidearbeit. Da es dafür keine Toleranzen gibt, schlägt dieser Artikel einen pragmatischen Ansatz vor, mit dem sich die Präzision einer solchen Schneidearbeit bewerten lässt.

T. Vangheel, Ir, Senior-Hauptberater, Abteilung Kommunikation und Ausbildung, WTB

Diskussionen über das Aussehen

Während sich die Ebenheit, das Niveau oder das Gefälle eines gefliesten Bodenbelags oder Höhenunterschiede zwischen den Fliesen objektiv anhand messbarer Kriterien bewerten lassen (siehe TI 237), ist dies bei ästhetischen Aspekten, wie z.B. hinsichtlich der Schneidearbeit, schwieriger. Wir denken dabei beispielsweise an:

- das Abplatzen der oberen Fliesenschicht bei Gehrungsschnitten
- zu große Aussparungen in Höhe der Leitungen oder um die Schalter herum
- Probleme bezüglich des Aussehens der Fugen (z.B. eine unregelmäßige Fugenbreite, zickzack- oder treppenförmige Fugen oder ein asymmetrischer Fugenverlauf um einen Ablauf herum).

Um solche Diskussionen auf der Baustelle zu vermeiden, ist es wichtig:

- gute Vereinbarungen über die Anordnung der Fliesen zu treffen
- der Ausmessung eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken (siehe Abbildungen 1 und 2)
- die Arbeitsgänge wie das Schneiden, Ausschneiden und Bohren mit Sorgfalt auszuführen (siehe Abbildungen 3 und 4 auf der nächsten Seite).

1 | Asymmetrischer Fugenverlauf um einen Ablauf herum (nicht akzeptabel).

2 | Fugenverlauf um einen Ablauf herum (akzeptabel wenn die Breite der Fuge konstant und höchstens 2 mm größer oder kleiner als die vereinbarte Breite ist).

3 | Grob ausgeführter Ausschnitt (nur akzeptabel wenn eine vollständige Abdeckung vorgesehen ist).

4 | Sehr sorgfältig ausgeführter Ausschnitt.

Toleranzen

Obwohl es gegenwärtig keine Toleranzen für die Präzision der Schneidearbeit gibt, hat sie einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Breite und die Geradlinigkeit der Fugen. Je genauer das Ausmessen und das Zuschneiden erfolgt, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit von Unregelmäßigkeiten.

Was die Breite und die Geradlinigkeit der Fugen betrifft, wurde in die TI 237 eine gewisse Anzahl von Toleranzen aufgenommen. So ist für die **Breite** der Fugen eine Abweichung von 1 mm gestattet, die noch um die tatsächliche Maßtoleranz der verwendeten Fliese zu erhöhen ist. Die **sichtbare Ausrichtungsabweichung der Fugen**, gemessen zwischen der Bezugslinie und der Fugenkante, darf die tatsächliche Maßabweichung der Fliese (Länge, Breite, Geradheit der Kanten und Rechtwinkligkeit) um nicht mehr als **2 mm** überschreiten.

Obwohl uns diese Anforderungen für die Fugen rund um den ausgeschnittenen Teil zu streng erscheinen, muss man dennoch danach streben, auch dort möglichst geringe Abweichungen zu erreichen. Unserer Meinung nach sollten diese nicht größer sein als das **Doppelte der oben angegebenen zulässigen Abweichungen**.

Wenn der ausgeschnittene Teil hinterher abgedeckt wird (z.B. durch Rosetten), ist die Einhaltung der Toleranzen weniger wichtig. Selbstverständlich dürfen die Aussparungen nicht größer als die Abdeckung sein.

Wichtigkeit des Einsatzes guter Werkzeuge

Für den Erhalt einer sorgfältigen Schneidearbeit ist es wichtig, die Fliesen genau zu vermessen. Da jedes Messwerkzeug seine eigene Genauigkeitsklasse aufweist, ist es ratsam, beim Messen und Übertragen der Maße auf die Fliesen immer **die gleiche Messausrüstung zu verwenden**.

Es gibt darüber hinaus spezifische Messinstrumente, die dazu dienen, ein- und vorspringende Winkel, Rundungen, Löcher für Leitungen, Schalter und Steckdosen zu übertragen, wie z.B. Laser (siehe Abbildung 5), Konturenlehren (siehe Abbildung 6), Schmiegen und Übertragungsschablonen für Löcher.

Auch beim Zuschneiden, Schneiden und Bohren der Fliesen ist es entscheidend, geeignete Werkzeuge zu verwenden. Für weitere diesbezügliche Informationen verweisen wir auf Les Dossiers du CSTC 2016/4.10. ⬟

5 | Laser.

6 | Konturenlehre.

Wie Ablagerungen in Zentralheizungsanlagen vermeiden?

Unsere modernen Wärmeerzeuger sind sehr energiesparende Geräte. Dies ist auf die effiziente Arbeitsweise ihres Wärmetauschers zurückzuführen. Denn dieser sorgt dafür, dass die Verbrennungswärme in den Rauchgasen optimal auf das Wasser des Heizungssystems übertragen wird. Damit diese Leistung über die Zeit erhalten bleibt, darf es allerdings zu keinen festen Ablagerungen kommen. Denn diese können eine Auswirkung auf die Wärmeübertragung und die Lebensdauer der Anlage haben.

K. De Cuyper, Ir., ehemaliger Mitarbeiter des WTB

Was sind die Ursachen für die Ablagerungen?

Die Ablagerungen können durch die Kesselsteinbildung (Kalk) oder durch Korrosionserscheinungen in der Anlage bedingt sein.

Die Bildung von **Kesselstein** wird durch das Vorhandensein von gelösten Feststoffen (z.B. Calcium- und Magnesiummineralien, die für die Härte des Wassers ausschlaggebend sind) verursacht, die sich hauptsächlich an der heißesten Stelle in der Anlage, d.h. im Wärmeerzeuger, ablagern.

Die **Korrosion** der in der Anlage vorhandenen Eisenelemente führt wiederum zur Bildung von Korrosionsschlamm (bestehend aus schwarzem Magnetit und manchmal sogar rotem Rost, siehe Abbildung 1) und ist fast ausschließlich auf das Vorhandensein von Sauerstoff im Wasser zurückzuführen.

Wie lassen sich Korrosion und Kesselstein vermeiden?

Dadurch, dass vor allem die Korrosion beträchtliche Ablagerungen verursachen kann, muss man besonders darauf achten, dass **ein Eintrag von Sauerstoff in die Anlage vermieden wird**. Eine wichtige Quelle für die Sauerstoffzufuhr ist die mangelhafte Erhaltung des Drucks in der Anlage. Um zu vermeiden, dass Unterdrücke entstehen

1 | Ablagerungen aufgrund von Korrosion in einer Zentralheizungsanlage.

können, muss das Ausdehnungsgefäß richtig dimensioniert, sehr regelmäßig kontrolliert und, falls erforderlich, erneut eingestellt werden. Dafür kann man ein vom WTB entwickeltes Rechentool nutzen (siehe Rubrik ‚Outils de calcul' auf der CSTC-Website). Eine andere Sauerstoffquelle ist das Vorhandensein von nicht ausreichend sauerstoffdichten Kunststoffrohren und flexiblen Anschlussschläuchen. So kann ein Fußbodenheizungssystem, das aus 1.000 m nicht wirklich sauerstoffdichten Rohren aufgebaut ist, jährlich mehr als 400 g Korrosionsschlamm erzeugen. Es wird daher nicht empfohlen, solche Rohrleitungen zu verwenden.

Da Korrosion ein schleichendes Phänomen ist, empfiehlt es sich – auch in kleineren Anlagen – eine **Korrosionsüberwachung (Monitoring)** vorzusehen. So kann man das Ausmaß der Korrosionsbildung indirekt überwachen, indem die Menge des Nachfüllwassers nachverfolgt, die Relation zwischen der Wassertemperatur und dem Druck in der Anlage überprüft sowie die Qualität einer Anzahl von Wasserparametern (z.B. Variationen des pH-Werts) geprüft wird. Man kann sich auch für eine direkte Überwachung mittels ‚Korrosions-Coupons' entscheiden, die regelmäßig visuell überprüft werden, oder durch elektronische Korrosionsmessungen. In dem Fall müssen die Daten genau abgelesen und in ein Logbuch eingetragen oder in das Gebäudeverwaltungssystem aufgenommen werden, damit die Entwicklung der Parameter über die Zeit verfolgt werden kann.

Auch dem **Säuregehalt (pH-Wert)** des Wassers muss genügend Aufmerksamkeit geschenkt werden, um dadurch Leckagen zu vermeiden. Beispielsweise muss der pH-Wert des Füllwassers im Bereich zwischen 6,5 und 8,5 und der des Anlagenwassers im Bereich zwischen 8,2 und 10 in Anlagen ohne Aluminium und zwischen 8,2 und 8,5 (manchmal 9 bei bestimmten Legierungen) in Anlagen mit Aluminium liegen. Der pH-Wert des Wassers lässt sich leicht mit Teststreifen kontrollieren.

Um die Kesselsteinbildung zu vermeiden, empfiehlt es sich, das Füllwasser ganz oder teilweise zu **enthärten**, entweder durch eine normale Wasserenthärtung (falls kein Aluminium vorhanden ist) oder durch eine Entmineralisierung. Die zulässigen Resthärtewerte sind bei einer Teilenthärtung von der Kesselleistung und dem Wasserinhalt abhängig: Je größer das Wasservolumen pro Leistungseinheit ist, desto geringer ist die zulässige Härte. Für diese Wasserbehandlungen können die Installateure mobile Apparate benutzen (siehe Abbildung 2). Wir möchten darauf hinweisen, dass für das Füllwasser in kleinen Anlagen (mit einer Leistung ≤ 50 kW und einem spezifischen Wasserinhalt ≤ 20 l/kW) meistens keine Behandlung erforderlich ist.

Was hat bei einer Sanierung des Wärmeerzeugers zu erfolgen?

Wenn man den Wärmeerzeuger einer bestehenden Anlage ersetzen möchte, muss man zuerst eine **Diagnose hinsichtlich des Zustands stellen, in dem sich die Anlage befindet**. Dies geschieht anhand der Überprüfung einer gewissen Anzahl von Wasserproben und einer gründlichen

Purotap

2 | Mobiler Apparat zur Wasserbehandlung.

Sichtprüfung:
- Gibt es Anzeichen für Lecks?
- Aus welchem Material sind die Rohre hergestellt?
- In welchem Zustand befindet sich das Ausdehnungsgefäß?
- Was lässt sich aus der Korrosionsüberwachung ableiten?
- Wie sieht das Pumpengehäuse der Umwälzpumpe aus?

Wenn sich auf Basis dieser Diagnose das Vorhandensein beträchtlicher Ablagerungen ergibt, wird empfohlen, deren Ursache zu beheben, bevor die Anlage gereinigt und/oder ein Wärmetauscher zwischen der Anlage und dem Wärmeerzeuger eingebaut wird.

Es befindet sich gegenwärtig eine neue Technische Information in der Ausarbeitung, in der die oben erwähnten Prinzipien detailliert erläutert werden. ⬟

Wie Korrosionsschutz-Anstriche vor Ort anbringen?

Das Anbringen auf der Baustelle von Korrosionsschutz-Anstrichsystemen auf eine Konstruktion aus Stahl oder verzinktem Stahl erfordert ein besonderes Können. Obwohl es sich bei einer Ausführung vor Ort eher um Instandhaltungs- oder Reparaturarbeiten handelt, müssen diese doch mit der erforderlichen Sorgfalt durchgeführt werden, insbesondere was die Vorbereitung der Oberfläche und die Beseitigung etwaiger Verunreinigungen betrifft.

E. Cailleux, Dr., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Bauchemie, WTB

Eine der gängigsten Lösungen zum Schutz von Stahlkonstruktionen, die gegebenenfalls mit einer Zinkdeckschicht versehen sind (z.B. Feuerverzinkung oder Metallisierung), gegen Korrosion ist das Streichen von der Oberfläche der jeweiligen Konstruktion (siehe Abbildung 1). So existieren heute viele Formulierungen von Anstrichfarben, die den unterschiedlichen Bedingungen und Belastungen des Außenklimas entsprechen. Um dauerhaft zu sein, muss man bei der Ausführung eines Korrosionsschutz-Anstrichsystems jedoch Folgendes berücksichtigen:

- die **Umgebungsbedingungen und das damit verbundene Korrosionsrisiko** (z.B. Lochfraß)
- das eigentliche **Anstrichsystem** (z.B. Anzahl der Schichten und Art des Bindemittels)
- die **Reinigung** und die **Vorbereitung der Oberfläche** (z.B. manuell oder maschinell)
- die **Klimabedingungen** während der Anwendung.

Wichtigste Schutzmechanismen

Eisen und Stahl korrodieren bei Kontakt mit Wasser und Sauerstoff (u.a. in der Atmosphäre, im Regen oder Kondenswasser vorhanden). Diese Reaktion kann außerdem noch durch die Anwesenheit bestimmter Bestandteile, wie z.B. Chloride oder Sulfate, beschleunigt werden. Mit den folgenden drei Hauptstrategien kann die Korrosionsbildung jedoch verlangsamt oder sogar vermieden werden:

- die **Barrierewirkung**. Dabei wird die Wanderung zum Metall von Bestandteilen, die Korrosionsreaktionen hervorrufen können, von dem als physikalische Barriere fungierenden Anstrich behindert. Diese Barrierewirkung kann jedoch durch bestimmte Mängel, wie z.B. Haftungsprobleme, Blasenbildung oder mechanische Mängel (z.B. Kratzer) verringert oder aufgehoben werden
- der **Zusatz von Korrosionsinhibitoren** zur Anstrichfarbformulierung. Dabei sind verschiedene Wirkungsweisen möglich
- das **Aufbringen einer zinkreichen Grundierung (kathodischer Korrosionsschutz)**, auch KKS genannt. In dem Fall werden bei der Korrosion die Zinkpartikel anstelle des Stahls angegriffen ([1]). Um wirksam zu sein, muss die Grundierung jedoch in direktem Kontakt mit dem Metall stehen.

1 | Streichen eines Metallträgers vor Ort.

Shutterstock

Umgebungsbedingungen und Anstrichsystem

Das Anstrichsystem muss gewählt werden in Abhängigkeit:

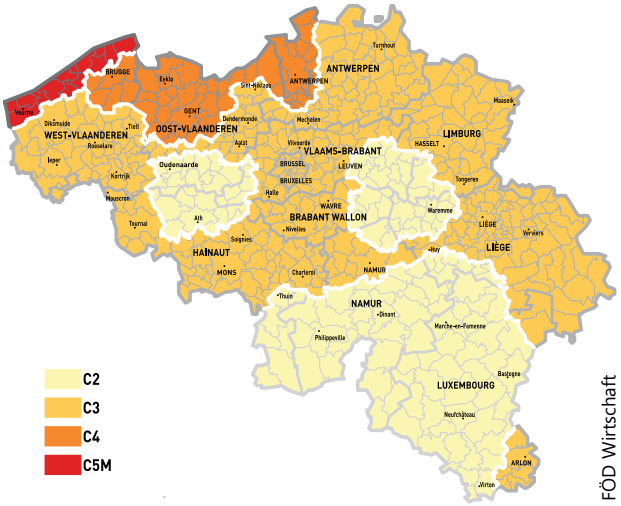
- der Umgebungsklasse (siehe Tabelle A auf der nächsten Seite)
- der erwarteten Dauerhaftigkeit
- der Art des Untergrunds (z.B. unbeschichteter oder verzinkter Stahl).

Die Umgebungsklassen für Metallkonstruktionen sind in der Norm NBN EN ISO 9223 definiert und wurden in die Norm NBN EN ISO 12944-2 aufgenommen. Sie sind abhängig von

([1]) Ähnlicher Schutzmechanismus wie bei eingegrabenen Metallkonstruktionen (z.B. Wannen oder Tanks), bei denen das unedelste Metall (in dem Fall Zink) anstelle des zu schützenden Elements (Eisen) korrodiert.

A | Umgebungsklassen und Typbeispiele für Umgebungen.

Umgebungsklasse (Korrosivitätskategorie)	Typbeispiele für Umgebungen	
	Außenumgebung	Innenumgebung
C2 (niedrig)	• Atmosphären mit einem geringen Verschmutzungsgrad • Ländliche Gebiete	Unbeheizte Gebäude, in denen eine Kondensationsbildung möglich ist (z.B. Lagerhallen und Sporthallen)
C3 (mittel)	• Städtische und industrielle Gebiete mit einem mäßigen Niveau der Schwefeldioxidverschmutzung • Küstengebiete mit einem geringen Salzgehalt	Gebäude mit einem hohen Feuchtigkeitsgrad und einer gewissen Luftverschmutzung (z.B. Lebensmittelindustrie, Wäschereien, Brauereien und Molkereien)
C4 (hoch)	• Industriegebiete • Küstengebiete mit einem mäßigen Salzgehalt	Chemiewerke, Schwimmbäder, Küstenschiffswerften ...
C5 (sehr hoch)	• Industriegebiete mit einer hohen Luftfeuchtigkeit und einer aggressiven Atmosphäre • Küstengebiete mit einem hohen Salzgehalt	Gebäude oder Gebiete mit fast dauernder Kondensation und einem hohen Verschmutzungsgrad



2 | Verteilung der Umgebungsklassen nach Zonen in Belgien (Quelle: STS 52.2 von 2017). Dabei muss man auch lokale Variationen berücksichtigen.

der Korrosionsgeschwindigkeit, der Dauer der Befeuchtung und der Hartnäckigkeit bestimmter Verunreinigungen auf einer Metalloberfläche (siehe Tabelle A). In Belgien erfolgt gemäß den Technischen Spezifikationen STS 52.2 von 2017 die Verteilung der Umgebungsklassen auf **geografische Zonen** (siehe Abbildung 2). Dabei muss man mögliche lokale Variationen (z.B. städtisches Gebiet oder Vorhandensein einer Fabrik) berücksichtigen.

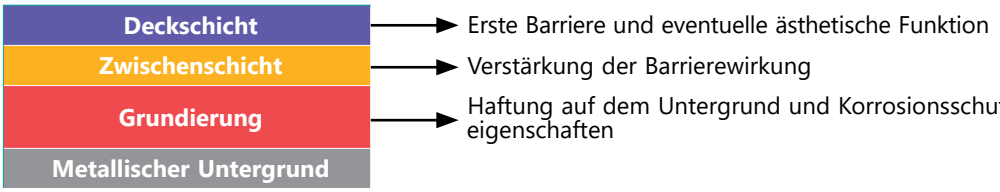
Das Anstrichsystem besteht meistens aus einer Grundierung, einer oder mehreren Zwischenschichten und einer Deckschicht (siehe Abbildung 3).

Die Norm NBN EN ISO 12944-5 beschreibt die Mindestanforderungen, denen das Anstrichsystem genügen muss (z.B. Bindemittel, Anzahl der Schichten und Schichtdicken; siehe Tabelle B auf der nächsten Seite). Der Anstrichfarbhersteller muss die Eignung des Anstrichsystems für die vorgesehene Anwendung nachweisen. Bestimmte Organisationen, wie z.B. die ACQPA ([2]) bieten Leistungszertifikate an, die auf verschiedenen Leistungsprüfungen basieren.

Wenn die Metallelemente auf die Baustelle kommen, haben sie häufig schon ihren fertigen Anstrich oder sind mit einer **Vorfertigungsgrundierung** versehen. Die Grundierung wird im Allgemeinen in Dicken von 15 bis 30 µm aufgebracht und dient dazu, das Metall vorübergehend während der Fertigung, des Transports, der Lagerung und der Montage der Stahlkonstruktion zu schützen. Obwohl diese Grundierung nicht Bestandteil des Anstrichsystems ist, kann sie im Allgemeinen erhalten bleiben. In dem Fall muss sie mit einer zusätzlichen Grundierung abgedeckt werden. Es ist daher besonders darauf zu achten, dass das neue System mit der Vorfertigungsgrundierung verträglich ist (siehe Norm NBN EN ISO 12944-5, Anhang F).

([2]) Die Liste der von der ACQPA zertifizierten Anstrichfarbsysteme ist verfügbar auf der Website http://acqpa.com/. Die ACQPA-Zertifizierung bezieht sich nur auf die Umgebungsklassen C3, C4 und C5.

3 | Allgemeine Zusammensetzung eines Korrosionsschutz-Anstrichsystems.



B | Beispiele für die im Allgemeinen von der Norm NBN EN ISO 12944-5 auferlegten Anforderungen an die Anstrichsysteme, die in den Umgebungsklassen C2, C3, C4 oder C5 angebracht werden (1).

Umgebungsklasse	Mindestanforderungen	Dauerhaftigkeitsklasse	
		Hoch (15 bis 25 Jahre)	Sehr hoch (> 25 Jahre)
C2	Anzahl der Schichten	1 bis 2 Schichten	2 bis 3 Schichten
	Gesamt-Trockendicke	60 bis 160 µm (2)	160 bis 200 µm (2)
C3	Anzahl der Schichten	2 bis 3 Schichten	2 bis 4 Schichten
	Gesamt-Trockendicke	160 bis 200 µm (2)	200 bis 260 µm (2)
C4	Anzahl der Schichten	2 bis 4 Schichten	2 bis 4 Schichten
	Gesamt-Trockendicke	200 bis 260 µm (2)	260 bis 300 µm (2)
C5	Anzahl der Schichten	3 bis 4 Schichten	3 bis 4 Schichten
	Gesamt-Trockendicke	260 bis 300 µm (2)	320 bis 360 µm (2)

(1) Die Dicke der anzuwendenden Schichten und ihre Anzahl können in Abhängigkeit der Art des Anstrichsystems, der Empfehlungen des Herstellers und der Anwendungsart variieren.
(2) Es handelt sich dabei um einen Stahluntergrund, der weder verzinkt noch metallisiert ist.

Reinigung und Vorbereitung der Oberfläche

Die Vorbereitung der Oberfläche ist ein wichtiger Schritt. Diese umfasst u.a. das Entfetten, die eventuelle Entfernung des Walzzunders (falls das Element nicht vorher sandgestrahlt wurde) und die Beseitigung der Korrosionspartikel. Die meisten Schadenfälle bei Anstrichsystemen, wie z.B. die Korrosion des Stahls und das Ablösen des Anstrichs, sind auf eine **Restverschmutzung**, beispielsweise durch Chloride oder alte, nicht vollständig entfernte Korrosionspartikel, zurückzuführen (siehe Abbildung 4).

Die vorbereitenden Schritte und Techniken sind in der Norm NBN EN ISO 12944-4 und den Normen NBN EN ISO 8504-1 bis -3 beschrieben. Dabei wird meistens zwischen den **Vorbereitungsgraden** für die gestrahlten Anwendungen (‚Sa') und den manuellen oder maschinellen Anwendungen (‚St') unterschieden. Obwohl dieser Grad in Abhängigkeit von der zu erreichenden Vorbereitungsqualität variieren kann, muss für unverzinkten oder nicht metallisierten Stahl im Allgemeinen ein Mindestvorbereitungsgrad Sa2 1/2 (sehr sorgfältiges Sandstrahlen) vorgesehen werden. Die manuelle Vorbereitung eignet sich eher für schwach oxidierte Metalloberflächen und zerbrechliche Teile.

Wenn noch ein alter Anstrich vorhanden ist, muss der Untergrund nicht so gründlich vorbereitet werden, denn alte Farbschichten, die noch gut haften, können teilweise erhalten bleiben. In dem Fall spricht man von einer Vorbereitung PSa2 1/2.

Im Falle einer Zinkschicht besteht die Vorbereitung der Oberfläche im Allgemeinen aus dem leichten Schleifen mit Schleifmittel (Polieren) oder sogar aus einer einfachen Reinigung mit einer Reinigungsmittellösung zur Erhaltung der Zinkschicht.

Klimabedingungen während der Anwendung

Die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen können einen erheblichen Einfluss auf die Trocknungszeit der Anstrichfarbe und die Filmbildung des Anstrichs haben.

Sofern im technischen Merkblatt nicht anderes angegeben ist, dürfen die natürlich trocknenden Anstrichfarben nicht bei Temperaturen unter 5 °C angebracht werden. Für Zweikomponentenanstriche (z.B. Epoxidharzfarbe) beträgt die Mindest-Verarbeitungstemperatur 10 °C. Eine zu hohe Temperatur kann wiederum die Verdunstung der Lösungsmittel beschleunigen und somit zu einer Blasenbildung oder verminderten Haftung führen. Ganz grundsätzlich gilt, dass die Empfehlungen der technischen Merkblätter einzuhalten sind.

Wenn die Temperatur des Metalls niedriger ist als die der Umgebungsluft, kann es auf der Oberfläche des Untergrunds zu einer **Kondensation** kommen. Das Vorhandensein von Feuchtigkeit kann dann dazu führen, dass sich das Anstrichsystem ablöst. Um dies zu vermeiden, muss die Temperatur des Metalls 3 °C höher als die des Taupunkts sein. Diese idealen Bedingungen lassen sich jedoch in der Praxis schwer erfüllen. Folglich wird empfohlen, die Metall-Außenelemente soweit möglich zu demontieren und in der Werkstatt zu behandeln. ⬟

4 | Korrosionsbildung aufgrund einer verbleibenden Chloridverunreinigung.

WTB-Veröffentlichungen

Les Dossiers du CSTC

2020/2.1 ‚Contrôler la résistance en compression du béton en cas de litige'

2020/5.8 ‚Installation de chauffage à eau chaude: contrôle du vase d'expansion fermé à pression variable'

WTB-Bericht

Nr. 20 ‚Directives pour l'application de l'Eurocode 7 en Belgique selon la NBN EN 1997-1 ANB. Partie 1: dimensionnement géotechnique à l'état limite ultime (ELU) de pieux et de micropieux sous charge axiale à partir d'essais de pénétration statique (CPT) (révision du Rapport n° 19)'

Dieses Dokument ist dem geotechnischen Entwurf im äußersten Grenzzustand (ÄGZ) von axial belasteten Gründungspfählen und Mikropfählen auf Basis von statischen Eindringprüfungen (CPTs) gewidmet. Der Bericht 20 ersetzt den Bericht 19. Dieses Dokument wird jedoch erst zur Anwendung kommen, nachdem die Veröffentlichung der ersten Reihe Technischer Zulassungen (ATGs) mit Zertifizierung für Pfahlsysteme und die Veröffentlichung der Überarbeitung des belgischen nationalen Anhangs des Eurocodes 7 (NBN EN 1997-1 ANB) erfolgt sind.

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. Beauclercq, J. D'Heygere und D. Van de Velde
Illustrationen: G. Depret und R. Hermans
Fotos WTB: M. Sohie et al.

wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Forscht • Entwickelt • Informiert

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

Forschung und Innovation

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

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

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

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

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

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

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

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

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

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

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

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

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