

## Sonderausgabe: Überschwemmungen

Great Pics - Ben Heine / Shutterstock



# Die Trocknung der feuchten Gebäude hat Priorität!

Unser Land und insbesondere die Wallonische Region wurden von den Überschwemmungen im Juli dieses Jahres schwer getroffen. Es gab nicht nur eine hohe Zahl an Todesopfern, sondern es wurden nicht weniger als 30.000 Gebäude vollständig oder teilweise beschädigt. Zum Glück kam im ganzen Land eine Welle der Solidarität in Gang, wobei die Bauunternehmen trotz der Urlaubszeit einen enormen Beitrag leisteten. Sie wurden jedoch mit ungewöhnlichen Problemen konfrontiert und wir bemerkten schon bald, dass ein Bedarf nach **einer Sammelantwort auf die vielen Fragen** besteht, die den Ingenieuren der Abteilung Technische Gutachten und Beratung vorgelegt wurden. Auch heute noch steht mehr als jede dritte Frage, die wir von französischsprachiger Seite erhalten, in einem direkten Zusammenhang mit den Überschwemmungen.

Dies hat uns dazu bewogen, auf unserer Website ein **Sonderdossier 'Inondations'** einzurichten (**Sonderdossier: Après le désastre des inondations, place à l'action**). Ziel dieser Sonderausgabe Ihres Magazins WTB-Kontakt ist eine Ergänzung der bereits veröffentlichten Informationen. Priorität haben natürlich die dringlichsten Themen im Zusammenhang mit den Notfallarbeiten (siehe **Les Dossiers du CSTC 2021/4.11**), aber der Bedarf hat sich inzwischen gewandelt und die aktuellen Fragen beziehen sich eher auf **die Haltung, die in Bezug auf durchfeuchtete Gebäude eingenommen werden sollte und die Mittel, die zur Förderung ihrer Trocknung eingesetzt werden müssen**. Auf den Seiten 4 bis 11 wird beschrieben, was bei Holzkonstruktionen, Mauerwerkskonstruktionen und Bodenbelägen geschehen sollte.

Bei der **Trocknung von Konstruktionen** spielen Raumklima und Außenklima eine wichtige Rolle. Warme und trockene Klimabedingungen beschleunigen die Trocknung. Es versteht sich



von selbst, dass die bei uns während eines Großteils des Sommers herrschenden sehr feuchten Klimabedingungen für eine schnelle Trocknung von außen nicht förderlich waren. Die kommenden Monate werden in dieser Hinsicht noch ungünstiger sein. Es sollte also das Raumklima genutzt werden. Aber wie?

Die Räume müssen **ständig gelüftet und beheizt werden**, damit Temperaturen von 20 bis 22 °C und eine möglichst geringe relative Luftfeuchtigkeit aufrechterhalten werden. Luft mit einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % kann beispielsweise dreimal mehr Feuchtigkeit binden als Luft mit einer Temperatur von 16 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 %.

Während es bei der Beheizung keiner Erklärung bedarf, ist die Situation bei der **Lüftung** ein wenig anders. Denn eine zu intensive Lüftung erfordert nicht nur viel Energie, sondern kann auch die Raumluft und damit auch die Wände abkühlen, falls keine ausreichende Heizleistung zur Verfügung steht. Eine zu schwache Lüftung wiederum hat zur Folge, dass die feuchte Raumluft nicht entweichen kann. Es muss daher ein Kompromiss gefunden werden. Trotz der Tatsache, dass wir für eine wirkungsvolle Lüftung von Gebäuden unter Normalbedingungen über genügend Daten verfügen, ist dies bei einer hohen Feuchtigkeitsbelastung nicht der Fall. Mit einer Lüftung über permanente Öffnungen mit angemessener Größe (z.B. 5 bis 10 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Grundfläche), angebracht in gegenüberliegenden Fassadenflächen und/oder in unterschiedlichen Höhen müsste es möglich sein, die Raumluft regelmäßig zu erneuern, ohne sie übermäßig abzukühlen. Es sollte jedoch in jedem Fall vermieden werden, wenig oder nicht beheizten Räumen warme Luft zuzuführen.

Eine Alternative zum Lüften ist die Installation von ausreichend leistungsstarken **Luftentfeuchtern**, die im Idealfall ans Abwassersystem angeschlossen sein sollten. Beim Einsatz von Geräten dieser Art reicht normales Lüften der Räume aus.

Wir streben auch **eine langfristige Vision** an. Sollten wir unsere Baustandards anpassen? Wie lassen sich Gebäude vor künftigen Überschwemmungen schützen? All diese Fragen werden in den Artikeln auf den Seiten 12 bis 26 behandelt.

Zum Schluss ist noch zu erwähnen, dass wir im Dialog mit dem Sektor daran arbeiten, den Mangel an Sachverständigen zu überwinden. Bei Redaktionsschluss dieses Magazins war noch in Hunderten von Häusern kein Experte vor Ort, was natürlich dazu führt, dass sich die Sanierungsarbeiten verzögern und das Risiko auf schwerwiegende und sogar irreparable Schäden bei bestimmten Gebäuden erheblich steigt. Wir hoffen, in Kürze **Checklisten** bereitstellen zu können, um Bauunternehmen bei der Ausführung bestimmter dringender Arbeiten zu unterstützen. Dies gilt insbesondere für die Wiederinbetriebnahme von Heizungsanlagen, die natürlich für die Wohnbarkeit und Behaglichkeit von Häusern eine wesentliche Rolle spielen, aber auch notwendig sind, um ein Raumklima aufrechtzuerhalten, das die Trocknung der Gebäude fördert.

Es ist noch viel zu tun und dies alles wird wahrscheinlich noch mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Unser Sektor hat in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle zu übernehmen. Deshalb will das WTB mit allen beteiligten Akteuren zusammenarbeiten, um **den Wiederaufbau zu erleichtern** und diese Prüfung in eine Chance zu verwandeln – die Chance, künftig **Städte zu bauen, die sicherer und dauerhafter sind**.



# Welche Eingriffe sind bei Holzkonstruktionen nach einer Überschwemmung notwendig?

Die Überschwemmungen der vergangenen Wochen hatten in unserem Land schwerwiegende Folgen. Zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit der Gebäude und der Gesundheit der Bewohner müssen die Konstruktionen möglichst schnell getrocknet werden und sollte wenn nötig die Dämmung ausgetauscht werden. Dieser Schritt ist bei Holzkonstruktionen von entscheidender Bedeutung.

*B. Michaux, Ir., Leiter der Abteilung Materialien, Dächer und Umweltleistung, WTB  
S. Charron, Ir., Leiter des Laboratoriums Baumaterialien, WTB*

Überschwemmungen verursachen in einem Haus auf verschiedenen Ebenen zahlreiche Schäden. Wir richten besonderes Augenmerk auf die indirekten Folgen der **Wasseraufnahme von Bauelementen**, vor allem bei Holzkonstruktionen.

Bei einer Überschwemmung sammelt sich das Wasser vorwiegend in den tiefer liegenden Bereichen des Hauses (Keller, Untergeschoss), aber aufgrund des **Kapillareffekts** kann es sich auch einige Dezimeter in höher gelegene Bereiche verteilen.

Das Hauptproblem ist weniger, dass die Holzkonstruktion nass ist, sondern, dass sie lange Zeit nass bleibt (**Risiko eines biologischen Befalls**). Auch die Wanddämmung

kann beschädigt werden oder zusammensacken und große Mengen an Feuchtigkeit binden (siehe unser Foto auf Seite 5). Die folgenden Maßnahmen müssen zur Vorbeugung gegen weitere irreparable Schäden recht bald in den Wochen nach der Katastrophe ergriffen werden. Auch die Versicherung muss im Vorfeld informiert werden und eventuelle Eingriffe müssen anhand von Fotos dokumentiert werden.

Von grundlegender Bedeutung sind die drei folgenden Schritte:

- Feuchtigkeitsbelastung verringern
- Wände öffnen, um Schäden und Art des Eingriffs zu ermitteln
- Konstruktion sanieren.



## Wie kann man die Feuchtigkeitsbelastung verringern?

Zur Entfeuchtung einer Holzkonstruktion können die folgenden Verfahren angewandt werden:

- **Ableitung und Abpumpen des Wassers**, und zwar auch im belüfteten Kriechkeller, im Keller, in Technikräumen ...
- **intensive natürliche Lüftung** und **Wiederinbetriebnahme der Lüftungsvorrichtungen**
- **Entfernung feuchtigkeitsempfindlicher Elemente** (Verkleidungen ...), **in denen sich Feuchtigkeit angesammelt hat**.

Es kann je nach Porosität der Materialien und abhängig vom vorhandenen Lüftungssystem einige Wochen oder sogar Monate dauern, bis die Feuchtigkeit in den Materialien getrocknet ist. Je nach Größe und Geometrie der Räume kann der zusätzliche **Einsatz mechanischer Ventilatoren oder eines Entfeuchters** notwendig sein. Die Luft muss durch das gesamte Haus zirkulieren, auch in Bereichen die nicht unter Wasser standen.

Beschleunigen lässt sich die Verdunstung der Feuchtigkeit auch durch **die Erhöhung der Temperatur im Gebäude**. Falls die Sicherheitslage es zulässt, ist das Einschalten der Heizung eine Option. Es ist jedoch wichtig, nicht zu stark oder zu schnell zu heizen, da dies in Bauteilen zu Rissen führen kann.

Lüftung ist auch für die Vorbeugung gegen Gesundheitsrisiken von wesentlicher Bedeutung. Denn ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt in einem Haus fördert die Schimmelbildung und die Entwicklung anderer Mikroorganismen, die bei den Bewohnern Gesundheitsprobleme (Asthma, Allergien ...) verursachen können. Ist Schimmel vorhanden, so ist das Tragen einer geeigneten Schutzausrüstung (Maske, Handschuhe ...) bei den Sanierungsarbeiten notwendig (diesbezüglich verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2015/2.9](#)).

## Wände öffnen – Schäden und Art des Eingriffs beurteilen

Das Öffnen der Wände soll ihre Trocknung und die Untersuchung der Schäden ermöglichen. Zu erwägen sind folgende Maßnahmen:

- Wenn das Öffnen von der Innenseite aus erfolgt, **müssen Luft- und Dampfsperre entfernt werden**. Erfolgt das Öffnen an der Außenseite, muss die Regensperre entfernt werden
- **Fast immer notwendig ist eine Entfernung der feuchten Dämmung**. Wir legen besonderes Augenmerk auf kapillaraktive Dämmstoffe (Holzfaser, Zellulose ...), die Feuchtigkeit aufnehmen und erheblich zusammensacken können. Daher ist eine Wiederverwendung von Materialien dieser Art nicht möglich. Manche anderen Dämmstoffe können jedoch wiederverwendet werden, vorausgesetzt, dass nach der Trocknung ihre Eigenschaften erhalten bleiben (Dichte, Kohäsion ...)
- **Feuchtigkeitsempfindliche Innenverkleidungen, die unter Wasser standen, müssen bis 30 cm über die Wasserlinie entfernt werden**. Auf feuchten Materialien wie beispielsweise Pappe und Gips sind Schimmel- und Schwebbildung möglich. Das Vorhandensein von Wasser kann auch ihre mechanischen Eigenschaften beeinträchtigen
- Interne oder externe aussteifende Beplankungen haben möglicherweise ihre mechanische Leistungsfähigkeit verloren. Aufgequollene Platten sind ohnehin zu entfernen. **Alle beschädigten Platten müssen bis 30 cm über die Wasserlinie demontiert werden**. Wenn die aussteifende Beplankung schwer beschädigt ist, empfiehlt es sich, sie nach und nach auszutauschen, um eine mechanische Schwächung der Konstruktion zu vermeiden
- **In Holzskelettbauweise errichtete Tragwerke oder Brettspertholz müssen belüftet bleiben, bis die Bauteile trocken sind** (Holzfeuchte < 20 %). Die Bestimmung der genauen Trocknungszeit ist schwierig, da sie von vielen Parametern abhängt (Lüftung, Holzfeuchte, Holzart, Querschnitt und exponierte Fläche des Bauteils ...).







Mechanische Verbindungen, die zwischen durchtrennten Plattenteilen angebracht werden können.

Zur Angabe von Orientierungswerten können wir die Trocknungszeit jedoch auf 8 Wochen für Sparren 55 x 75 cm und 6 Wochen für Bauteile 38 x 184 cm schätzen, falls diese belüftet werden

- **Wenn die Außenfassade aus wasserempfindlichen Materialien (z.B. Wärmedämmverbundsystemen auf Holzfaserplatten) aufgebaut ist, muss die komplette Verkleidung (Putz, Dämmung ...), die unter Wasser gestanden hat, demontiert und entsorgt werden.** In diesem Fall sind Wetterschutzmaßnahmen zu ergreifen, ohne die Belüftung und Trocknung der Bauteile zu behindern.

Alle zuvor genannten Eingriffe sind auch bei ganz oder teilweise überschwemmten Holzböden anwendbar. Während der Trocknungszeit wird **eine Abstützung der Böden zur Begrenzung der Verformung und Durchbiegung** empfohlen. Diese Maßnahme kann jedoch nur erwogen werden, wenn die Balken über eine ausreichende mechanische Festigkeit verfügen und die Lastübertragung gewährleistet ist. Bei Massivholzbauteilen dürfte dies kein Problem sein, aber Verbundbauteile können Materialien enthalten, die nicht oder in geringem Maße feuchtigkeitsbeständig sind.

### Konstruktion sanieren

Bestimmte Wasserströmungen können erhebliche Horizontalkräfte ausüben, die zu einer Verformung oder Verschiebung von Wänden führen. Wichtig ist daher **eine Kontrolle der Verankerungen und der Ebenheit und Vertikalität der Wände**.

Die Wände, aus denen sich ein Holzskelett zusammensetzt,

dürfen wieder geschlossen werden, wenn der Feuchtigkeitsgehalt im Kern des Bauteils weniger als 20 % beträgt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2013/1.4](#)).

Die Wirkstoffe von Holzkonservierungsmitteln mit Ausnahme von sogenannten A3-Systemen, werden ausgespült, wenn sie unter Wasser gelangen. Falls keine Herstellergarantie vorliegt, empfehlen wir, alle Konstruktionselemente, die unter Wasser standen, **präventiv einer Ad-hoc-Behandlung durch Streichen oder Sprühen** zu unterziehen.

Die Platten müssen durch Elemente mit ähnlicher Leistungsfähigkeit ersetzt werden. Falls die aussteifende Beplankung durchtrennt wurde, muss die Gesamtstabilität durch **das Anbringen mechanischer Verbindungen zwischen den Plattenteilen** (siehe Abbildung oben) wiederhergestellt werden.

Die Sperrschichten (Regen-, Luft- und Dampfsperre) müssen so wiedergebracht werden, dass die Durchgängigkeit in Bezug auf die bestehenden Elemente gewährleistet ist. Falls die Regensperre im unteren Bereich der Wände an die Außendrainage des Fundaments anschließt, **muss kontrolliert und sichergestellt werden, dass diese Drainage nicht durch Hochwasserschlamm verstopft ist**.

Bodenbeläge aus Holz in Außenbereichen und Fassadenverkleidungen aus Holz müssen nur ausgetauscht werden, falls sie sich verformt haben oder ihre mechanischen Eigenschaften beeinträchtigt wurden. Dies lässt sich jedoch erst feststellen, wenn die Verkleidungen wieder ihre Gleichgewichtsfeuchte erreicht haben ( $17 \pm 2 \%$  für Holzfassadenverkleidungen und -terrassen). ■

# Trocknung von Mauerwerkswänden nach Überschwemmungen

Feuchtigkeit ist zweifellos eine der Hauptursachen für Bauschäden. Daher werden Gebäude von jeher so entworfen, dass sie möglichst wenig durch Feuchtigkeit beeinträchtigt werden. Leider ist gegen außergewöhnliche Naturgewalten wie Überschwemmungen kein Kraut gewachsen. Wenn Feuchtigkeit in Gebäude eingedrungen ist, ist es daher wichtig, sie möglichst schnell zu beseitigen und sich gegen mögliche Langzeitschäden zu wappnen.

*Y. Vanhellemont, Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Renovierung und Kulturerbe, WTB*

Feuchtigkeit verursacht auf ganz unterschiedliche Weise Schäden: Nahezu sofort greift sie Innenputze an, begünstigt Schimmelbildung und wirkt sich negativ auf das Raumklima aus. Auf längere Sicht werden Materialschäden unterschiedlichster Art verursacht, zum Beispiel Korrosion, Holzfäule und Schäden durch kristallisierende oder hygroskopische Salze und Frost-Tau-Zyklen. Letztlich können solche Materialschäden schwerwiegende Sicherheits- und Stabilitätsprobleme auslösen. Daher ist **eine schnelle Trocknung** zur Schadens-

begrenzung unbedingt erforderlich (siehe umrahmten Text auf der nächsten Seite).

Sehr häufig ist das Wasser auch noch mit **diversen Schadstoffen** belastet. So enthält Wasser von Natur aus Salz (das häufig aus dem Boden stammt), aber Hochwasser kann auch Substanzen wie Heizöl mitführen oder mit Abwasser vermengt sein. Solche Substanzen können von porösen Baumaterialien absorbiert und auf kurze oder lange Sicht



Shutterstock

eine zusätzliche Verwitterung des Materials und/oder ein ungesundes Raumklima auslösen, was ein erhebliches Gesundheitsrisiko für die Bewohner beinhaltet.

Für weitere Informationen zu Feuchtigkeit in Gebäuden verweisen wir auf die [Technische Information 252](#).

### Kontrolle

Bevor mit der Sanierung eines überschwemmten Gebäudes begonnen werden kann, müssen erst der Umfang und die Schwere der Schäden untersucht werden. Auch die über dem Wasserstand liegenden Gebäudeteile sind zu kontrollieren (für eine Checkliste zur Vorbereitung von Interventionen siehe [Les Dossiers du CSTC 2021/4.11](#)). Besonderes Augenmerk ist auf Schiefstände, Verformungen und Risse zu legen, da Stabilitätsprobleme nach einer Überschwemmung eine reale Gefahr darstellen. Insbesondere verborgene Hohlräume wie beispielsweise Luftspalte, Kriechkeller und Räume hinter Vorsatzschalen müssen sorgfältig kontrolliert werden. Denn in solchen Hohlräumen kann sich die Feuchtigkeit lange Zeit halten und Langzeitschäden verursachen. Zu beachtende Punkte in solchen Räumen sind insbesondere organische Materialien und Wärmedämmung. Eine endoskopische Untersuchung kann ein genaueres Bild des Zustands der Wärmedämmung in einem Luftspalt bieten. Besondere Sorgfalt ist auch bei in feuchtem Mauerwerk eingebauten Holzelementen erforderlich (siehe Artikel auf Seite 4).

### Trocknung und Trocknungszeiten

Die Ableitung von überschüssiger Feuchtigkeit aus Materialien hängt vor allem von folgenden Aspekten ab:

- **Ableitung des entstandenen Wasserdampfs in der Luft.** Wenn keine (oder eine unzureichende) Ableitung vorliegt, verzögert sich dieser Prozess erheblich. Daher sind eine angemessene Lüftung und/oder der Einsatz eines Entfeuchters unverzichtbar (siehe umrahmten Text unten)
- **Vorhandensein von Belägen oder Beschichtungen.** Denn durch sie kann die Verdunstung erheblich verzögert werden und sogar ganz zum Erliegen kommen. So haben Putze, Zementierungen, Tapeten bestimmter Art, manche Farben ...

einen großen Einfluss auf die Trocknungsgeschwindigkeit von Wänden. Daher müssen die feucht gewordenen Materialien bis circa dreißig Zentimeter über dem Wasserstand der Überschwemmung entfernt werden. In bestimmten Fällen ist es zu vertreten, manche Wandbeschichtungen oder -beläge zu erhalten (insbesondere, wenn sie eine kulturhistorische Relevanz haben), vorausgesetzt sie wurden nicht unmittelbar von der Feuchtigkeit angegriffen. Beschichtungen oder Beläge, zum Beispiel aus Gips oder organischen Materialien, müssen in den meisten Fällen als verloren gelten. Oft können jedoch bestimmte dekorative Wandfliesenbeläge oder Natursteinverkleidungen, die direkt mit einem Mörtel auf Zement- oder Kalkbasis angebracht wurden, oder dekorative Wandputze auf Zementbasis erhalten werden (auch wenn diese dann beispielsweise Verfärbungen aufweisen können). Die Erhaltung einer Beschichtung oder eines Belags kann jedoch die Trocknungsgeschwindigkeit einer Wand erheblich verringern

- **Außendämmung oder Dämmung in zweischaligen Wänden.** Je nach Art der Dämmung, kann sie feuchtigkeitsbeständig sein und nach Trocknung ihre ursprünglichen Wärmeschutzeigenschaften wiedererlangen. In Anbetracht der großen Vielfalt der eingesetzten Dämmstoffe und deren Montageverfahren ist es schwierig, eine Liste mit zu entfernenden Materialien aufzustellen. Wir empfehlen eine oder mehrere Untersuchungen, um zu prüfen, ob ein Eingriff bei der Außendämmung notwendig ist
- **Innendämmung.** Sie wird in der Regel entfernt werden müssen, um die Trocknung der Wände zu erleichtern (siehe unten). Manche Materialien lassen sich nach Trocknung wiederverwenden. Dies ist meist der Fall bei Platten aus Kunststoffen, zum Beispiel aus Polyurethan, expandiertem oder extrudiertem Polystyrol ...

Letztlich hängt die Trocknungszeit von vielen Parametern ab, aber eine ‚durchschnittliche‘ Trocknungszeit für eine 30 cm dicke Ziegelsteinmauer ohne Beschichtungen oder Beläge, die an beiden Seiten unter guten Bedingungen (natürliche Lüftung und eine Temperatur von circa 20 °C) trocknen kann, beträgt oft **einige Monate bis ein Jahr**. Dieser Zeitraum verlängert sich spürbar, falls die Wände dicker sind oder wenn die Trocknung durch trocknungshemmende Oberflächenbeschichtungen oder ungünstige Trocknungsbedingungen erschwert wird. Numerische Simulationen mit

## Für eine schnelle Trocknung

Die Trocknung hängt von verschiedenen Parametern ab, zum Beispiel dem Vorhandensein von Beschichtungs- oder Verkleidungsmaterialien, den Eigenschaften der Materialien ... und dem Klima auf beiden Seiten der Wand. Wir haben zwar keinen Einfluss auf das Außenklima, aber es ist von wesentlicher Bedeutung, **ein der Trocknung förderliches Raumklima aufrechtzuerhalten**. Erreichen lässt sich dies durch eine Dauerlüftung und eine ausreichende Beheizung (18 bis 22 °C) der Räume in Kälteperioden. Durch die Anwendung anderer Verfahren (z.B. Heizkanonen oder Entfeuchter) kann sich die Trocknungsgeschwindigkeit erhöhen. Luftentfeuchter haben vor allem in der ersten Trocknungsphase (in den ersten Wochen) einen günstigen Einfluss und erlauben es, die Fenster und Türen während des Trocknungsprozesses geschlossen zu halten. Im Idealfall sollten diese **Entfeuchter** zur Vorbeugung gegen Überlaufen an das Abwassersystem angeschlossen werden.

**Eine zusätzliche Beheizung des Gebäudes** (z.B. mit einer Heizkanone) beschleunigt die Trocknung spürbar. In diesem Fall ist es wichtig, weiterhin auf die Lüftung zu achten. Denn ohne eine Ableitung des Wasserdampfs, der aus den Materialien freigesetzt wird und sich in der Luft ansammelt, ist die Erwärmung des Gebäudes vergeblich.





der Software Delphin weisen aus, dass das Vorhandensein von Beschichtungen, zum Beispiel Farbe, die Trocknungszeit verdreifachen kann. Diese kann sich durch eine Erhaltung der Dämmung an der Innenseite des Mauerwerks sogar noch weiter erhöhen.

### Nachbearbeitung

Mit der Trocknung des Gebäudes sind in der Regel nicht alle Probleme gelöst. Man kann sich auf starke Salzsäuren während der Trocknung der Wände sowie eine erhöhte Menge an hygroskopischen Salzen gefasst machen. Außerdem ist das Vorhandensein anderer Substanzen, zum Beispiel die bereits erwähnte Verunreinigung durch Heizöl oder Abwasser, zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen gilt in diesem Zusammenhang, dass **kaum Möglichkeiten zur schnellen Entfernung von Substanzen dieser Art aus Wänden** bestehen. Es gibt spezielle Reinigungsprodukte für die Beseitigung von oberflächlichen Ölflecken (siehe die Liste auf [unserer Website](#), Rubrik [Produits de construction](#)). Ob sie gelingt hängt von der Art des Untergrunds und vom Eindringen der Flüssigkeit in den Untergrund ab. Häufig ist man jedoch gezwungen, verunreinigende Substanzen in den Wänden zu belassen. In diesem Fall sind Wandbeschichtungen oder -beläge für diese Wände zu wählen, die den Innenraum physisch von den Wänden trennen, damit diese Substanzen die Raum-

luftqualität nicht beeinflussen können. Möglich ist dies mit folgenden Methoden:

- **Verwendung von Noppenbahnen mit einem klassischen Innenputz.** Dies ist eine angemessene Lösung für Salzprobleme und auch für Verunreinigungen, zum Beispiel mit Heizöl. Die Noppenbahn bildet eine undurchdringbare Sperre zwischen der verunreinigten Wand und dem Innenraum, der somit geschützt bleibt
- **Einsatz von Vorsatzschalen** (z.B. mit Gipskartonplatten).

In den zuvor genannten Fällen muss darauf geachtet werden, dass die Wandbeschichtung oder -verkleidung vollständig luftdicht ist, um eine Freisetzung von Schadstoffen in die Raumluft zu vermeiden. Wichtig ist auch, dass diese Vorsatzschalen oder Noppenbahnen nicht auf zu feuchten Untergründen angebracht werden. Das Einschließen von Feuchtigkeit kann einen Kapillaraufstieg verursachen, und zwar über mehr als eine Geschosshöhe!

Eine neue, direkt an der Wand vorgenommene Oberflächenbehandlung kann erst erfolgen, wenn die Wand genügend getrocknet ist, das heißt, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Mauerwerks weniger als 3 % beträgt. Dies wird anhand einer (in circa 10 Zentimetern Tiefe entnommenen) Mörtelprobe nach der Calciumcarbid-Methode gemessen. ◆

*Dieser Artikel wurde im Rahmen des Forschungsprojekts 'IN2EuroBuild' mit finanzieller Unterstützung der Wallonischen Region verfasst.*



# Die Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Bodenbeläge

In den vergangenen Wochen sind bei den Ingenieuren der Abteilung Technische Gutachten und Beratung regelmäßig Fragen zu überschwemmten Bodenaufbauten eingegangen. Während manche Beläge wie beispielsweise auf Zementestrichen verlegte Fliesen meist erhalten werden können, werden bei anderen, zum Beispiel Parkettböden, in den kommenden Wochen oder Monaten wahrscheinlich Schäden auftreten.

*G. De Raed, Ing., Hauptberater, Abteilung Technische Gutachten und Beratung, WTB*



Wenn Bodenbeläge einige Stunden unter Wasser gestanden haben, kommt es häufig vor, dass kurz nach der Reinigungsphase Schäden auftreten (Fleckbildung, Lösung vom Untergrund, Aufquellen des Materials ...). Möglicherweise entstehen auch nach längerer Zeit Schäden, die nicht sofort sichtbar sind. Daher ist je nach Art des Bodenbelags Vorsicht geboten.

## Tragwerk

Für Holztragwerke (zum Beispiel Balkenlagen) verweisen wir auf den Artikel auf Seite 4, der eine detaillierte Beschreibung der empfohlenen Eingriffe zur Begrenzung der Risiken einer Schädigung des Holzes (z.B. Schimmelbildung) bietet. In diesem Artikel beschränken wir uns daher hauptsächlich auf Bodenbeläge, die auf Estrichen verlegt werden (holzfreie Bodenaufbauten), welche von schweren Konstruktionen, zum Beispiel Betondecken, getragen werden.

## Untergrund des Belags

**Zementestriche** kennzeichnen sich im Allgemeinen durch ein gutes Verhalten unter Feuchtigkeitseinfluss. Es sollte jedoch auf mögliche Beschädigungen geachtet werden, die an bestimmten Leitungen oder in den Zementestrich eingebetteten Metallbauteilen (z.B. Fußbodenheizung) auftreten können.

**Anhydritestriche** dagegen können schwere Schäden davontragen, wenn sie zu lange nass bleiben. Aus diesem Grund werden bei Estrichen dieser Art keine Bodenbeläge verlegt, solange der nach der Calciumcarbid-Methode gemessene Feuchtigkeitsgehalt höher ist als 1 %. Daher empfiehlt es sich, im Falle von stark durchnässten Anhydritestrichen zur

Beschleunigung des Trocknungsprozesses alle Beläge zu entfernen.

**Das Verlegen eines neuen Belags** erfordert einen noch geringeren Feuchtigkeitsgehalt. In der **Technischen Information 237** steht, dass der Massefeuchtegehalt von Calciumsulfatestrichen 0,6 % nicht überschreiten darf, wenn darauf Parkettböden verlegt sind, und 0,5 % nicht überschreiten darf, wenn sich darauf dampfdichte Bodenbeläge wie beispielsweise Fliesen oder elastische Bodenbeläge befinden. In der **Technischen Information 241** wird sogar ein Feuchtigkeitsgehalt von maximal 0,3 % für Calciumsulfatestriche vorgeschlagen, die mit einer Fußbodenheizung ausgestattet sind.

Falls nach der Trocknung des Estrichs weiterhin Zweifel über seine mechanischen Eigenschaften bestehen, ist es ratsam, eine dynamische Stempeldruckprüfung durchzuführen (*Screed Tester*, siehe § 4.3.4 der **TI 189**).

Wurde ein **Dämmestrich** oder eine **Wärmedämmschicht unter dem Estrich** verlegt, so empfehlen wir, deren Feuchtigkeitsgehalte zu kontrollieren, da die betreffenden Materialien große Mengen an Feuchtigkeit binden können. Wenn dies der Fall ist, werden sie häufig entfernt werden müssen, um schneller einen neuen Estrich/Bodenbelag verlegen zu können.

## Bodenbelag

Wenn es sich um **ein Material mit geringerer Feuchtigkeitsempfindlichkeit** handelt, zum Beispiel einen Fliesenbelag auf Zementestrich, ist das Risiko auf Langzeitschäden begrenzt. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist ein Austausch des Bodenbelags nicht notwendig, da sich die Schäden beim Trocknen von im Estrich eingeschlossenes Wasser auf einige Ausblühungen an den Fugen zwischen den Fliesen beschränken.

Bei allen anderen Bodenbelägen, zum Beispiel Parkett, Laminat, elastischen Belägen (Linoleum, PVC ...), feuchtigkeits- oder fleckempfindlichem Naturstein und sogar Bodenbelägen auf Harzbasis (Epoxidharz- oder Polyurethanharzbasis), müssen die geplanten Arbeiten unter Beachtung aller notwendigen Vorbeugungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Sobald **Wasser in einem Estrich eingeschlossen ist** (sogar

in einem Zementestrich), auf dem sich einer der zuvor genannten Bodenbeläge befindet, ist es fast immer erforderlich, den Estrich komplett oder aber mit Sicherheit in den nassen Bereichen auszutauschen. Denn elastische Bodenbeläge (zum Beispiel Linoleum) und auch Beläge auf Harzbasis können, obwohl dies nicht ihre Hauptfunktion ist, eine wasserdichte Schicht bilden. Dadurch kann die Befeuchtung des Untergrunds begrenzt werden, zumindest in fugenlosen Bereichen. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass Wasser an bestimmten Fugen oder am Rand des Bodenbelags durchsickern kann. **Mithilfe der Calciumcarbid-Methode** lassen sich nasse Stellen aufspüren. Die Schwellenwerte in der nachstehenden Tabelle sind eine zuverlässige Grundlage für die Beurteilung der Feuchtigkeitsmenge.

Zwar treten nicht immer sofort Probleme auf, aber die Erfahrung zeigt, dass an Stellen, an denen der Estrich zu nass ist, unbedingt eine der folgenden Lösungen gewählt werden sollte:

- **beschädigten Belag durch einen nicht feuchtigkeitsempfindlichen Belag ersetzen**, zum Beispiel Fliesen. In diesem Fall ist der Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs nicht relevant und besteht keine Notwendigkeit abzuwarten, bis der Estrich völlig trocken ist
- **Belag durch einen anderen feuchtigkeitsempfindlichen Bodenbelag ersetzen** (z.B. Linoleum oder Parkett). In diesem Fall muss der Estrich getrocknet und häufig einige Monate gewartet werden, bis der neue Belag verlegt werden kann
- **Bodenbelag und Estrich** (und gegebenenfalls auch die Wärmedämmschicht unter dem Estrich) **ersetzen**. Diese Lösung, die technisch aufwendiger ist, ermöglicht häufig eine Beschleunigung der Gebäudesanierung.

## Kontrolle des Feuchtigkeitsgehalts des Estrichs bei Austausch des Bodenbelags

Wenn der Bodenbelag durch ein sogenanntes empfindliches Material ersetzt wird, ist es von wesentlicher Bedeutung, den Feuchtigkeitsgehalt des als Untergrund verwendeten Estrichs zu kontrollieren. Wir empfehlen, den Feuchtigkeitsgehalt anhand der Calciumcarbid-Methode zu prüfen. Eine vollständige Beschreibung der Methode ist in § 2.2.3.4 der **Technischen Information 272** zu finden. Die folgende Tabelle enthält Angaben zu den empfohlenen Höchstwerten für Zementestriche, auf denen ein Bodenbelag verlegt werden soll. 

Maximaler Feuchtigkeitsgehalt eines Zementestrichs, auf dem ein Bodenbelag verlegt werden soll.

| Art des Bodenbelags                                     | Referenzdokument | Zulässiger Höchstwert ohne Fußbodenheizung | Zulässiger Höchstwert mit Fußbodenheizung |
|---------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Parkett                                                 | TI 272           | 2,5 %                                      | 1,8 %                                     |
| PVC, Gummi, Linoleum mit PU-Beschichtung                | TI 241           | 2,0 %                                      | 1,8 %                                     |
| Linoleum ohne PU-Beschichtung, Kork                     | TI 241           | 2,5 %                                      | 1,8 %                                     |
| Bodenbelag auf Harzbasis (Epoxid- oder Polyurethanharz) | TI 277           | 4,0 %                                      | 2,5 %                                     |



# Wie lassen sich Bestandsgebäude optimal vor künftigen Überschwemmungen schützen?

Es wird allgemein erwartet, dass sich sowohl die Zahl der Überschwemmungen als auch deren Umfang und Intensität aufgrund des Klimawandels in den kommenden Jahren noch erhöhen werden. Daher sind wasserrobustes Bauen und wasserrobuste Sanierung in hochwassergefährdeten Gebieten eine Notwendigkeit geworden.

*P. Van Itterbeeck, Dr. Ir.-Arch., Hauptprojektleiterin, Laboratorium Strukturen und Bausysteme, WTB*

## 1 Überschwemmungsgefahr und Überschwemmungsrisiko

Zur Ermittlung der geeignetsten Strategien für den Schutz von Bestandsgebäuden ist ein guter Einblick in Überschwemmungsgefahren und Überschwemmungsrisiken notwendig.

Die **Überschwemmungsgefahr** steht im Zusammenhang mit der Umgebung und der Ursache der Überschwemmung. So können Überschwemmungen eine Folge sein von:

- Flüssen, die über ihre Ufer treten
- Oberflächenwasser, das bei starken und/oder lang anhaltenden Regenfällen nicht oder unzureichend abgeleitet wird
- Kanalisationen, die das Wasser nicht oder unzureichend ableiten können, was zu einem Rückstau in der Kanalisation und zu überfluteten Straßen führen kann.

Damit sich die Überschwemmungsgefahr gut einschätzen lässt, müssen unter anderem folgende Fragen beantwortet werden:

- Woher stammt das Hochwasser?
- Welche Wasserstände werden erwartet?
- Ist eine starke Strömung durch unter anderem große Höhenunterschiede oder eine hügelige Umgebung zu erwarten?
- Wie lange wird die Überschwemmung voraussichtlich andauern?

Das **Überschwemmungsrisiko** wiederum steht in einem direkten Zusammenhang mit den spezifischen Merkmalen des Gebäudes und dessen Zustand. Von wesentlicher Bedeutung ist daher eine gründliche Gebäudebeurteilung. Hierbei

sind unter anderem folgende Aspekte zu untersuchen:

- Wie hoch liegt die Oberkante des Fertigfußbodens?
- Gibt es einen Keller?
- Welche Bauweise liegt vor (z.B. Mauerwerkskonstruktion mit oder ohne Hinterlüftung oder Holzskelettbauweise)?
- Welche (große und kleine) Öffnungen hat die Fassade?
- Wie ist der Zustand der Fassade?
- Hat die Fassade Risse?
- Gibt es in der Fassade Lüftungsöffnungen oder Öffnungen für Versorgungsleitungen?

## 2 Wasserrobuste Gebäude

Der Begriff ‚wasserrobust‘ wird oft nur mit einer vollständigen Verhinderung des Wassereintritts ins Gebäude durch Hochwasserschutzmaßnahmen in einem gewissen Abstand zum Gebäude oder an der Fassade assoziiert. Er beinhaltet jedoch mehr. Denn bei hohen Wasserständen (über 0,6 bis 0,9 m) und/oder starken Strömungen kann die Rückhaltung von Wasser an der Gebäudehülle sehr gefährlich sein. In diesen Fällen kann nämlich das Versagen einer Hochwasserbarriere eine so starke Hochwasserwelle erzeugen, dass dies für Personen, die sich hinter der Barriere aufhalten, fatale Folgen haben kann. Bei Hochwasserschutzmaßnahmen an der Fassade wird ein Kräfteungleichgewicht zwischen der Innen- und der Außenseite des Hauses erzeugt, das bei höheren Wasserständen und/oder starken Strömungen zu einem Versagen der Fassadenkonstruktion führen kann. Außerdem sind prognostizierte Wasserhöhen nur statistische Schätzungen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass unter außergewöhnlichen Umständen noch höhere Wasserstände auftreten können.



1. Temporäre Abdichtung von Lüftungsöffnungen
2. Abdichtung von Rissen in der Fassade
3. Temporäre Abdichtung von Hinterlüftungsöffnungen
4. Aufbringen einer Schutzschicht im unteren Fassadenbereich oder an der gesamten Fassade
5. Montage eines demontablen Schotts oder einer wasserdichten Tür
6. Montage eines demontablen oder automatischen Schotts vor der Einfahrt

#### 1 | Maßnahmen zur Vermeidung eines Wassereintritts ins Haus (*dry floodproofing*).

Bei Maßnahmen, die darauf abzielen ein Haus wasserrobust zu machen, sollte am besten eine Doppelstrategie verfolgt werden, und zwar einerseits **Hochwasserschutz bis zu einer bestimmten (sicheren) Wasserhöhe** (auch *flood resistance approach* oder *dry floodproofing* genannt) (siehe Abbildung 1) und andererseits **Zulassen des Wassereintritts ins Gebäude ab einem bestimmten Schwellenwert** (auch *flood resilience approach* oder *wet floodproofing* genannt) (siehe Abbildung 2 auf der nächsten Seite). Unter Letzterem verstehen wir das Treffen von Maßnahmen im Gebäude, damit Schäden nach einer Überschwemmung stark begrenzt oder sogar vermieden werden, die Aufräumarbeiten schnell und einfach verlaufen können und die Trocknung, Sanierung und Wiederingebrauchnahme des Hauses beschleunigt werden können.

Wenn hohe Wasserstände und/oder starke Strömungen zu erwarten sind, muss die Gebäudestabilität unter den betreffenden Belastungen von einem Planungsbüro evaluiert werden. Bei Bedarf sind am Haupttragwerk zusätzliche Verstärkungen anzubringen.

### 3 Hochwasserschutz an der Grundstücksgrenze oder an der Fassade

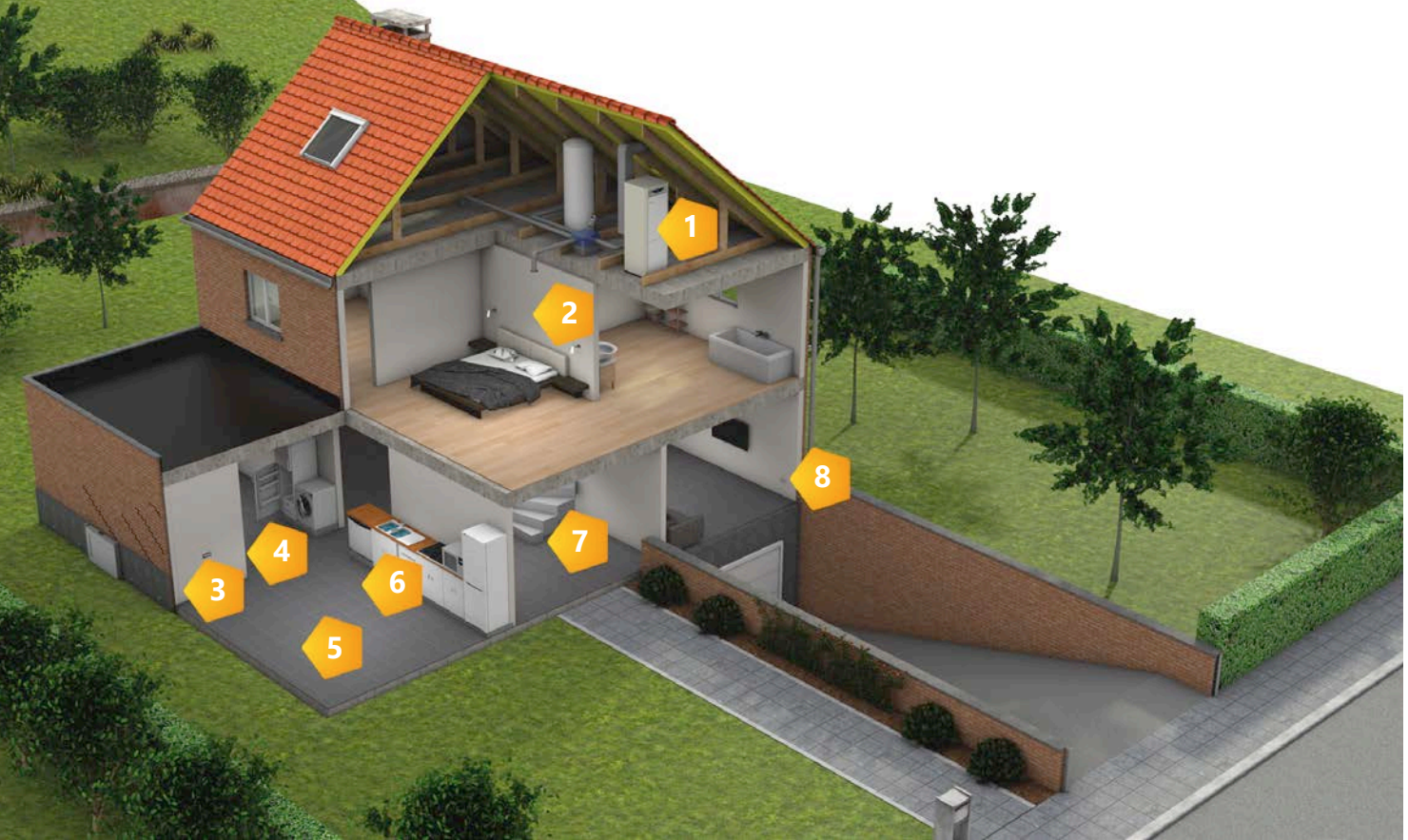
Es besteht die Möglichkeit, zur Vermeidung eines Wasser-

eintritts ins Haus das Wasser an der Fassade und/oder an der Grundstücksgrenze zurückzuhalten. Bei Häusern mit Tiefparterre, bei denen sich die Garage und/oder ein Teil des Wohnraums teilweise unter dem Höhenniveau des umliegenden Geländes befinden, ist eine Hochwasserschutzvorrichtung in einem gewissen Abstand zum Haus vorzuziehen. Denn dieser führt zu einer sichereren Situation, da dort die Wasserhöhe, für die Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen, viel geringer ist.

Es wird davon abgeraten, standardmäßig Hochwasserschutzanlagen an den Grundstücksgrenzen frei stehender Häuser zu errichten, da hierdurch große (unbewohnte) Bereiche geschützt werden und vom Wasser nicht erreicht werden können, was wiederum Überschwemmungen von Nachbargebäuden verstärkt. Falls die Auswirkungen eines Wassereintritts zu groß wären (z.B. bei Holzskelettbauten; siehe Artikel auf Seite 4) oder sich Hochwasserschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle als unmöglich erweisen sollten, kann dies jedoch als letzte Möglichkeit erwogen werden.

Bei Hochwasserschutzbauwerken, die sich an der Grundstücksgrenze befinden (z.B. Gartenmauer oder Böschung) sollte besonderes Augenmerk auf die Stabilität dieses Bauwerks bei Hochwasser gelegt werden. Es empfiehlt sich, dahinter auch eine Pumpenanlage vorzusehen, um über-





1. Verlegung des Boilers und anderer Anlagen ins Obergeschoss
2. Vorsehen von getrennten Stromkreisen für das Erdgeschoss und die übrigen Geschosse
3. Höherlegen von Steckdosen im Erdgeschoss
4. Aufstellung von elektrischen Geräten auf einer Erhöhung
5. Verlegung eines wasserabweisenden Bodenbelags (z.B. Fliesen)
6. Aufstellung von Kücheneinheiten aus wasserabweisenden Materialien und Anhebung der untersten Einheiten
7. Ausführung der untersten Treppenstufen in Beton
8. Vorsehen einer wasserabweisenden Innenwandverkleidung

## 2 | Maßnahmen zur Begrenzung von Schäden im Gebäudeinneren durch Wassereintritt (*wet floodproofing*).

mäßigen Leckraten der Konstruktionen und Wassereintritt über den Untergrund zu begegnen.

### 4 Arten von Hochwasserbarrieren

#### 4.1 Hochwasserschotten

Die bekanntesten Hochwasserschutzelemente, die an großen Öffnungen (z.B. Tür- und Fensteröffnungen, Garagentoren, Zugangstoren in Gartenmauern und/oder vor Einfahrten) montiert werden können, sind Hochwasserschotten. Sie müssen vor einer Überschwemmung in der Regel in einem festen Rahmen angebracht werden, der vor oder in der Öffnung montiert wird. Diese Rahmen bleiben dauerhaft eingebaut und sichtbar. Das Schott selbst kann aus einem oder mehreren Elementen bestehen.

Auf dem Markt sind auch einige **innovative Schottsysteme** erhältlich (siehe Artikel auf Seite 17), die mit einem speziellen mechanischen System ausgerüstet sind, dank dem sich das Schott quasi ausfahren und in der Öffnung fixieren kann und ein dichter Anschluss zum Boden und Mauerwerk sichergestellt werden kann. Infolgedessen muss kein fest eingebauter, ständig vorhandener Rahmen vorgesehen werden.

Es ist eine breite Palette an Schotten erhältlich, in den unterschiedlichsten Materialien und Farben und mit verschiedenen Befestigungs- oder Klemmsystemen (z.B. einrastbar oder anschraubbar). Von System zu System sind die Unterschiede in Bezug auf das Gewicht der Elemente und die Leichtigkeit und den Zeitaufwand der Montage jedoch sehr groß. Es muss bei allen Arten von Schotten stets eine gewisse Leckrate berücksichtigt werden. Sie hängt allerdings stark vom Produkt und der korrekten Montage durch die Nutzer ab. Manche Systeme nutzen auch teilweise den vom Wasser an der Außenseite des Schotts ausgeübten hydrostatischen Druck um eine zusätzliche Abdichtung zu erreichen. Dies beinhaltet jedoch auch, dass die Leckraten dieser Systeme bei niedrigeren Wasserständen (Wasserhöhen von einigen Zentimetern) größer sein können, aber bei höheren Wasserständen stärker abnehmen. Von wesentlicher Bedeutung für eine ordnungsgemäße Funktion ist in diesem Zusammenhang natürlich eine korrekte Montage des Rahmens nach Herstellerspezifikationen mit guter Abdichtung zwischen Rahmen und Untergrund (z.B. Mauerwerk). Damit ein optimales Funktionieren der Schotten über Jahre hinweg garantiert werden kann, müssen die Gummidichtungen regelmäßig gewartet und gewechselt und die Schotten korrekt und sicher gelagert werden, um eine eventuelle



### 3 | Hochwasserbarriere mit Schwimmersystem.

Beschädigung der Schotten und ihrer Dichtungssysteme zu vermeiden.

#### 4.2 Passive oder automatische Hochwasserbarrieren

Ein wesentlicher Nachteil der zuvor genannten Schotten ist, dass sie zum Schutz des Hauses vor der Überschwemmung montiert werden müssen. Um diesen Nachteil zu umgehen, haben einige Hersteller vollautomatische Systeme entwickelt, bei denen ein **Schwimmersystem** oder ein **mechanisches/pneumatisches System** zum Einsatz kommen. Bei den Schwimmersystemen wird unter dem Geländeniveau eine Konstruktion vorgesehen, in der die Barriere untergebracht wird. So kann in Situationen ohne Hochwasser ein zügiges schwellenloses Passieren realisiert werden. Bei Hochwasser füllt sich ein unterirdischer Behälter über eine vor der Barriere liegende Rinne mit dem Hochwasser, wodurch die Barriere gleichmäßig mit dem steigenden Wasser angehoben wird und die Öffnung abdichtet (siehe Abbildung 3). Bei den mechanischen/pneumatischen Systemen wird ebenfalls eine Barriere eingesetzt, die im Boden verborgen ist, wenn kein Hochwasser vorliegt. Bei Hochwasser aktivieren Sensoren automatisch einen Klappmechanismus, damit die Barriere die Öffnung abdichtet (siehe Abbildung 4 auf der nächsten Seite). Diese Systeme haben jedoch einen hohen Platzbedarf unter dem Boden oder um die abzudichtende Öffnung. Als Hochwasserschutzelemente kommen sie daher bei Fassaden von Bestandsgebäuden nicht immer in Betracht (aber zum Beispiel wohl in einer gewissen Entfernung zu Fassaden oder Garageneinfahrten). Damit die Wasserrückhaltefähigkeit dieser Systeme bei Überschwemmungen garantiert werden kann, müssen sie jährlich gewartet und gereinigt werden.

#### 4.3 Hochwasserschutztüren, -fenster und -tore

Es gibt auf dem europäischen Markt auch eine breite Palette von Hochwasserschutztüren, -fenstern und -toren, erhältlich in allen möglichen Farben, Materialien und mit den unterschiedlichsten Oberflächenbehandlungen. Sie sind im Hinblick auf ihr Erscheinungsbild konventionellen Türen, Fenstern und Toren sehr ähnlich, aber in technischer Hinsicht bewirken sie bei mechanischer Verriegelung eine wasserdichte Abdichtung zwischen Element und Rahmen. Die Bewohner müssen somit keine speziellen Maßnahmen ergreifen: Einfaches Versperren der Tür oder des Fensters reicht aus, um den Schutz zu aktivieren.

Im Handel erhältliche Hochwasserschutztüren können in der Regel mindestens 60 cm Wasser zurückhalten. Hochwasserschutztore können in manchen Fällen auch Widerstand gegen größere Wasserhöhen bieten. Allerdings ist stets eine begrenzte – aber beherrschbare – Leckrate zu berücksichtigen. Zur wasserdichten Abdichtung an der Türunterseite sind die meisten im Handel erhältlichen Hochwasserschutztüren auch an der Unterseite mit einem Rahmen versehen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass immer eine einige Zentimeter hohe Schwelle im Durchgang vorhanden ist, was den Zugang für Personen mit Mobilitätseinschränkungen erschwert. Einige Hersteller haben darauf reagiert, indem sie ein innovatives Abdichtungssystem entwickelten, das schwellenlos in die Unterkonstruktion integriert ist.

Systeme dieser Art sind eine ideale Lösung für Bewohner, die nicht oder nur begrenzt anwesend und/oder zur manuellen Montage von Hochwasserschotten körperlich nicht in der Lage sind. Von wesentlicher Bedeutung für die Gewährleistung der Wasserrückhaltefähigkeit ist, dass das Schott nach Hersteller-



vorschriften montiert und jährlich gewartet wird. Wir wollen jedoch darauf hinweisen, dass diese Systeme den Zugang zum Gebäude während Überschwemmungen verhindern.

## 5 Augenmerk auf die Fassade legen

Was die Fassade betrifft, müssen nicht nur die großen Öffnungen abgedichtet werden, sondern sollte auch besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, die **Fassade wasserrobust zu machen**. Denn wenn Wasser lange Zeit an einer Fassade steht (wie es typischerweise bei Überschwemmungen der Fall ist, bei denen es einige Stunden oder sogar mehrere Tage dauern kann, bis sich das Wasser zurückzieht), können auch große Wassermengen durch Risse, Ritzen und kleinere Öffnungen in die Fassade eindringen. Daher müssen zunächst Mauerwerksschäden gründlich behoben werden (siehe Artikel auf Seite 7). Auch Öffnungen um Kabel, Leitungen, Rohre und andere Durchführungen in der Fassade sind mit Mörtel zu verfüllen und/oder mit Silikon-dichtungen zu schließen. Nach diesen Arbeiten empfiehlt es sich, die Fassade ganz oder teilweise mit einer zusätzlichen Schutzschicht zu versehen, um (stabile) Risse abzudichten.

Bei Überschwemmungen müssen auch offene Stoßfugen, Lüftungsgitter und perforierte Ziegelsteine abgedichtet sein. Auf dem internationalen Markt finden sich hierfür verschiedene **Hochwasserschutz-Klebebänder und -Abdeckungen** die von den Bewohnern vor einer Überschwemmung angebracht werden müssen. Sie sollten jedoch nach dem Hochwasser wieder entfernt werden, damit die Bauteile ihre Funktion wieder erfüllen können.

Außerdem gibt es auf dem internationalen Markt einige **innovative Produkte**, zum Beispiel mit einer Rückschlagklappe ausgerüstete Systeme für offene Stoßfugen oder mit Schwimmerelementen ausgestattete perforierte Ziegelsteine, die bei einer Überschwemmung durch Auftrieb angehoben werden und die Öffnungen abdichten. Diese Systeme bieten den Vorteil, dass sie bei Überschwemmungen automatisch aktiviert werden. Wichtig ist auch hier, dass die Systeme jährlich gereinigt und kontrolliert werden, damit ihre Funktionsfähigkeit nicht gefährdet ist.

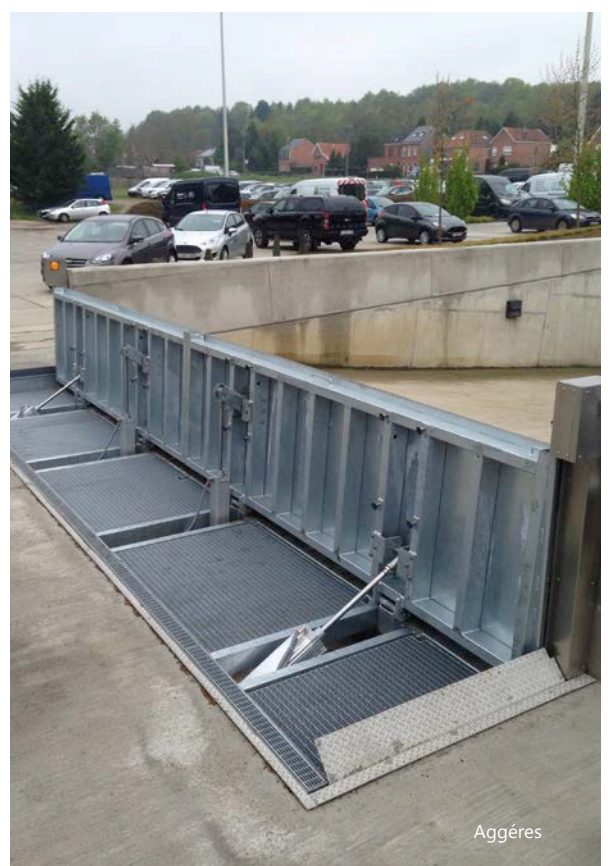
## 6 Das Fehlen eines normativen Rahmens

Obwohl bereits eine breite Palette von Produkten für die Hochwasserprävention erhältlich ist, wurden die Leistungen (z.B. Wirksamkeit, Leckraten und Stabilität) der im belgischen Handel angebotenen Produkte noch nicht in großem Maßstab bewertet. So gibt es auf belgischer und europäischer Ebene noch keinen normativen Rahmen für die Prüfung von Produkten dieser Art. Das WTB wirkte jedoch auf europäischer Ebene mit an der Entwicklung von Prüfungen zur Anwendung bei technischen Zulassungen und der Bewertung der Wasserdichtigkeit von Schreinerarbeiten und von Produkten, die verwendet werden können, um Gebäude wasserrobust zu machen. Dabei wurden im Vereinigten Königreich und in Deutschland konzipierte Prüfungen weiterentwickelt. In Erwartung der Bestätigung der Gebrauchstauglichkeit durch eine unabhängige Organisation ist es ratsam, sich umfassend beim Hersteller zu informieren und Prüfergebnisse anzufordern. ■

## 4 | Mechanische/pneumatische Hochwasserbarriere.



Aggères



Aggères

# Innovationen im Bereich Hochwasserschutz

Schotten, wasserdichte Fenster und Türen, mobile oder ortsfeste Dämme ... wie im Artikel auf Seite 12 zu lesen ist, gibt es zahlreiche Wege, ein Haus vor Überschwemmungen zu schützen. Skeptiker werden jedoch anmerken, dass es im Bereich Hochwasserschutz kaum Innovationen gibt. Untersuchungen in Patentdatenbanken zeigen aber, dass doch eine ganze Menge Erfindungsreichtum in Lösungen steckt, die auf den ersten Blick nicht neu zu sein scheinen, und dass auch einige überraschende Lösungen erdacht wurden.

J. Jacobs,, Ing., Hauptberater, Direktion Normierung und Zertifizierung, WTB

Was bei einer Patentrecherche sofort auffällt, ist die Tatsache, dass mehr als 280.000 **Patentanmeldungen** registriert wurden, in denen der Begriff *flood* (Überschwemmung) vorkommt. Der Großteil dieser Patente bezieht sich auf den Küstenschutz und den Uferschutz an Gewässern. Wenn bei der Suchanfrage nur Suchbegriffe verwendet werden, führt dies zu einer langen Liste mit Patentanmeldungen, die nicht alle gleichermaßen relevant sind. Dann stellen wir fest, dass das Verb *flood* (unter Wasser setzen) in vielen Patenten verwendet wird, obwohl sie nichts mit Überschwemmungen zu tun haben.

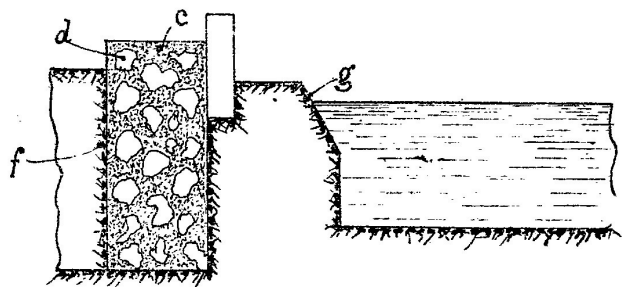
**A** | Zahl der Patentanmeldungen bezüglich Hochwasserschutz in einigen Ländern.

| Land                   | Zahl der Patentanmeldungen |
|------------------------|----------------------------|
| Luxemburg              | 21                         |
| Belgien                | 46                         |
| Niederlande            | 61                         |
| Indien                 | 144                        |
| Frankreich             | 164                        |
| Kanada                 | 197                        |
| Vereinigtes Königreich | 199                        |
| Deutschland            | 254                        |
| Europa                 | 338                        |
| Südkorea               | 444                        |
| USA                    | 544                        |
| Japan                  | 705                        |
| China                  | 2.372                      |

Wenn wir den Suchbegriff **'flood protection'** verwenden und uns auf die Patentklasse E04 (Baukonstruktion) beschränken, reduziert sich die Zahl der Suchergebnisse auf 8.830 Patenttexte (siehe auch Tabelle A).

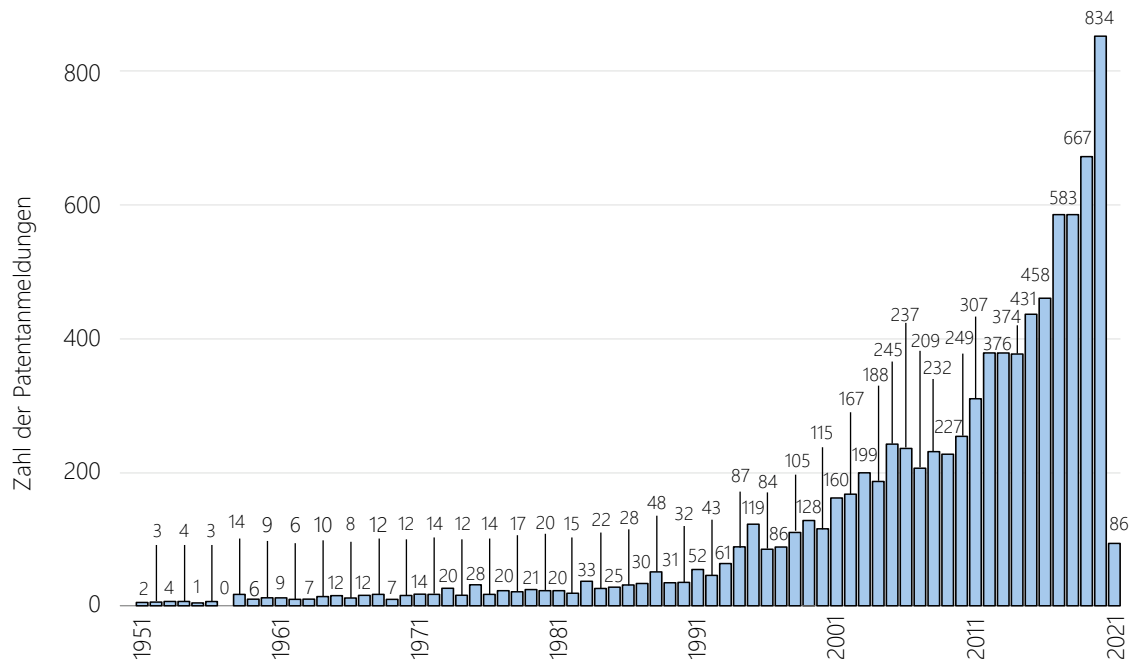
Aus Abbildung 2 auf der nächsten Seite geht klar hervor, dass die Zahl der Patentanmeldungen in Bezug auf den **Hochwasserschutz** von Gebäuden im Laufe der Jahre immer schneller steigt. Bis 1958 waren es noch höchstens fünf Patentanmeldungen im Jahr, während sich die Zahl der Anmeldungen im Jahr 2020 auf 834 erhöht hat.

Die **ersten Patente**, die wir in dieser Reihe finden, datieren aus den Neunzigerjahren des 18. Jahrhunderts und beziehen sich auf Sperren (*flood fences*), die zur Abriegelung des Wasserabflusses in Bächen eingesetzt werden können. Das allererste Patent, in dem Hochwasserschutz ausdrücklich erwähnt wird, ist das Patent **FR669920** von Jules-Ernest Varin: *Procédé de construction de murailles étanches contre l'inondation des eaux et l'infiltration des fluides de toute nature* (siehe Abbildung 1).



**1** | Zeichnung aus dem Patent FR669920, in dem erstmals ein wasserdichter Schutz vor Hochwasser erwähnt wird.





## 2 | Entwicklung der Zahl der Patentanmeldungen bezüglich Hochwasserschutz von Gebäuden.

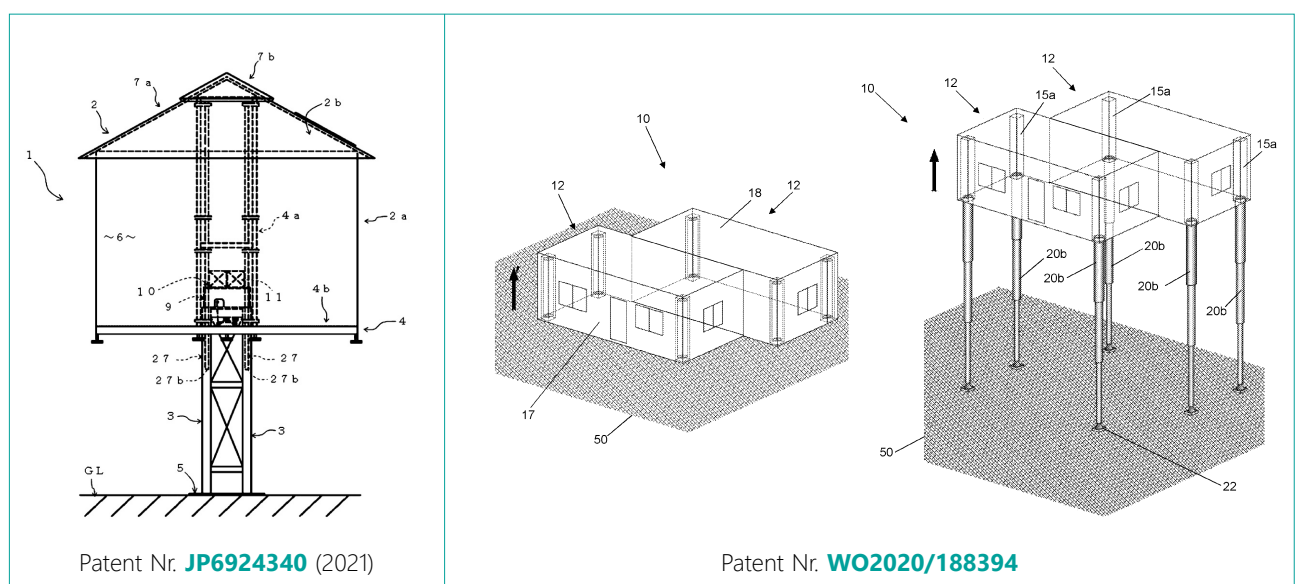
Von größerem Interesse für uns sind jedoch **aktuelle Patentanmeldungen**. Sie vermitteln einen Eindruck von den neuesten Entwicklungen im Bereich Hochwasserschutz. In Tabelle B (S. 19 bis 21) sind einige Beispiele für aktuelle Patentanmeldungen zu finden.

Nicht alle Lösungen sind gleichermaßen naheliegend (siehe unten Abbildung 3). Andere Erfindungen wirken wiederum sehr einfach. Damit erkennbar wird, was an einer Erfindung innovativ ist, muss die Patentanmeldung studiert und geprüft werden, ob die Anmeldung letztlich zu einem Patent geführt hat (siehe Abbildung 4, S. 21).

Produkte, die modifiziert wurden, um einen zusätzlichen Schutz vor Hochwasser zu bieten, sind auf dem Markt

nicht immer leicht zu finden. Bauunternehmer tendieren häufig dazu, selbst Verbesserungen an Bestandsprodukten vorzunehmen.

OCBC, die **Zelle Patente** des WTB, kann Erfinder unterstützen, indem sie in Patentdatenbanken recherchiert, ob die von ihnen entwickelte Lösungen nicht bereits zuvor patentiert wurde. Denn viele der Patente können von allen kostenlos genutzt werden. Was nicht bedeutet, dass man nicht in Bezug auf unbeabsichtigte Patentverletzungen wachsam sein sollte ... Denn dafür drohen Geldbußen! Es wird nämlich davon ausgegangen, dass eine Person, die eine neue Lösung ausarbeitet und auf den Markt bringt, weiß, ob diese Lösung Gegenstand eines Patents ist oder nicht. 



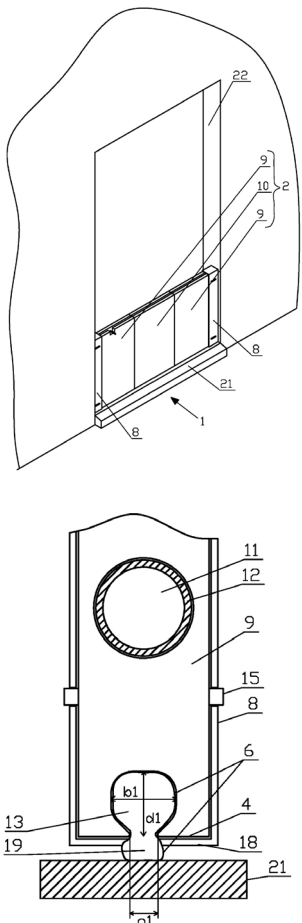
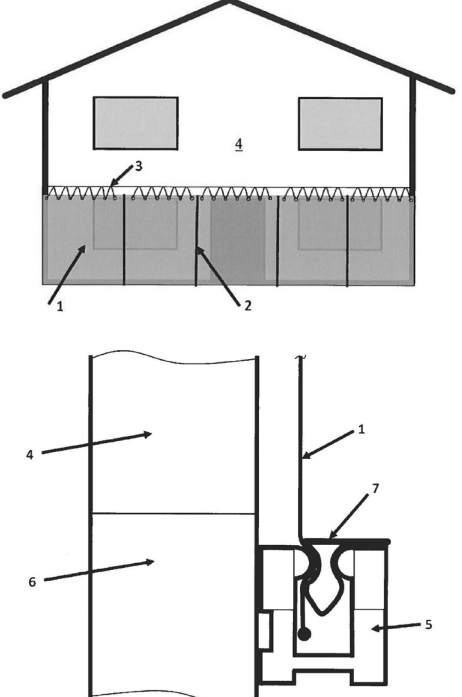
## 3 | Beispiele für komplexe Lösungen im Bereich Hochwasserschutz.

## B | Beispiele für einige aktuelle Patentanmeldungen.

| Patent Nr.    | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                     | Zeichnung aus dem Patent |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| WO2020/234471 | Eine Vorrichtung, die vor einer Türöffnung in den Boden eingebaut wird und sich im Falle einer Überschwemmung durch Auftrieb an der Fassade nach oben schiebt, wodurch die Türöffnung vor Wasser geschützt wird.                                 |                          |
| EP3596287     | Eine Variante zum Schutz eines ganzen Gebäudes vor Hochwasser, bei der eine mit einem Schwimmer verbundene Membran zu Einsatz kommt. Dieser Schwimmer wird vom ansteigenden Wasser zum Gebäude getrieben und an der Fassade nach oben geschoben. |                          |

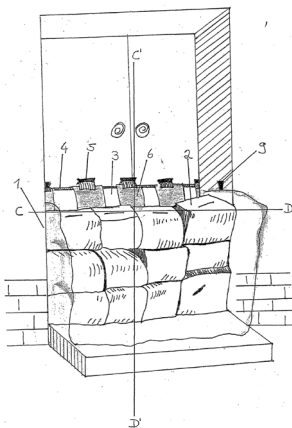
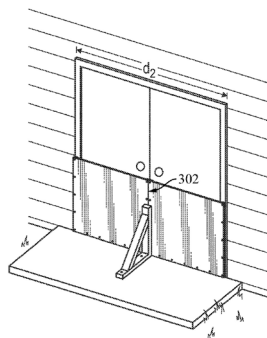
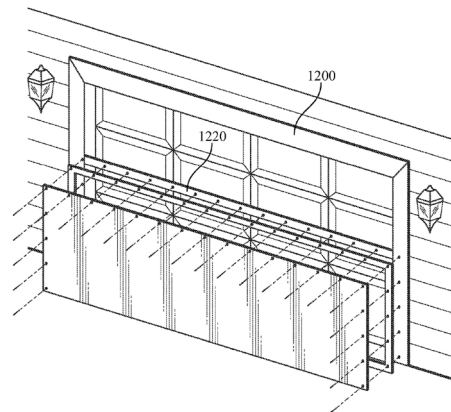


**B** | Beispiele für einige aktuelle Patentanmeldungen (Fortsetzung).

| Patent Nr.     | Beschreibung                                                                                                                                                                                                  | Zeichnung aus dem Patent                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EP3425153      | Bei zahlreichen Hochwasser-schutzlösungen werden plattenförmige Elemente angebracht. Die Wasserdichtigkeit dieser Elemente lässt sich unter anderem durch einen aufblasbaren Rand verbessern.                 |  <p>The drawing consists of two parts. The top part is a perspective view of a rectangular plate (22) with an inflatable edge (9) that is being inflated (indicated by arrow 1) to create a seal against a wall (8). Other components labeled include 10, 21, and 2. The bottom part is a cross-sectional view showing the plate (11) with a circular inflatable element (12) inside. The plate is mounted on a base (21) with various fasteners and seals labeled 9, 15, 8, 6, 4, 13, 19, 18, and 21. A central opening (b1) is shown with dimensions o1 and o2.</p> |
| DE202021101912 | Ein wasserdichtes Schutzsystem, bestehend aus einer vor dem Gebäude montierten Befestigungsleiste und Elementen, die wasserdicht miteinander verbunden und an der Befestigungsleiste befestigt werden können. |  <p>The drawing consists of two parts. The top part is a perspective view of a house with a flood protection system (1) installed in front of the ground floor. The system includes a fastening strip (3) and elements (2) that are connected to the strip. The house has windows (4) and a roof. The bottom part is a cross-sectional view showing the fastening strip (1) and elements (2) connected to a wall (4) and a floor (6). The system is designed to be watertight and can be attached to the fastening strip.</p>                                        |

## B | Beispiele für einige aktuelle Patentanmeldungen (Fortsetzung und Ende).

| Patent Nr. | Beschreibung                                                                                                                                 | Zeichnung aus dem Patent |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| EP2315880  | Selbstschließendes Hochwasserschutzvorrichtung mit einem beweglichen schwimmenden Schottelement, das vom ansteigenden Wasser angehoben wird. |                          |

Patent Nr. **WO2002/40817** (2000)Patent Nr. **US20190017315** (2018)

4 | Patente, die auf den ersten Blick einfach aussehen, deren Gültigkeit und Inhalte der Patentanmeldung aber geprüft werden müssen.

## OCBC

OCBC, die **Zelle Patente** des WTB, ist eine Abteilung, die KMUs aus dem Bausektor über das Thema geistiges Eigentum informiert. An sie können sich Bauunternehmen mit allen ihren Fragen zu Innovation und geistigen Eigentumsrechten wenden, zum Beispiel bezüglich Patenten, Marken, Modellen, Urheberrechten ... Interesse? Dann kontaktieren Sie uns bitte unter [ocbc@bbri.be](mailto:ocbc@bbri.be).





# Mehr Pufferung und Versickerung von Regenwasser zur Vorbeugung gegen Überschwemmungen

Die Überschwemmungen, die unser Land im Juli heimgesucht haben, sind ein eindeutiges Zeichen dafür, dass wir künftig nicht nur mit längeren Dürreperioden, sondern auch mit Starkregenereignissen rechnen müssen. Außerdem werden diese beiden Extremsituationen künftig noch häufiger eintreten. Ihre Auswirkungen lassen sich jedoch durch die Pufferung und Versickerung von Regenwasser verringern.

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

*L. Vos, Ir.-Arch., Projektleiterin, Laboratorium Wassertechniken, WTB*

*K. Dinne, Ing., Leiterin des Laboratoriums Mikrobiologie und Mikropartikel, WTB*

## Wie extrem waren die Niederschläge im Juli und August 2021?

Die starken Niederschläge in unserem Land im Juli waren die Grundlage für außergewöhnliche Überschwemmungen. So meldet das KMI Extremwerte bis 271 mm innerhalb von 48 Stunden in Jalhay mit einer Wiederkehrzeit von über 100 Jahren <sup>(1)</sup>. Abbildung 1 zeigt die vom 14. bis 15. Juli gemessenen Niederschlagsmengen.

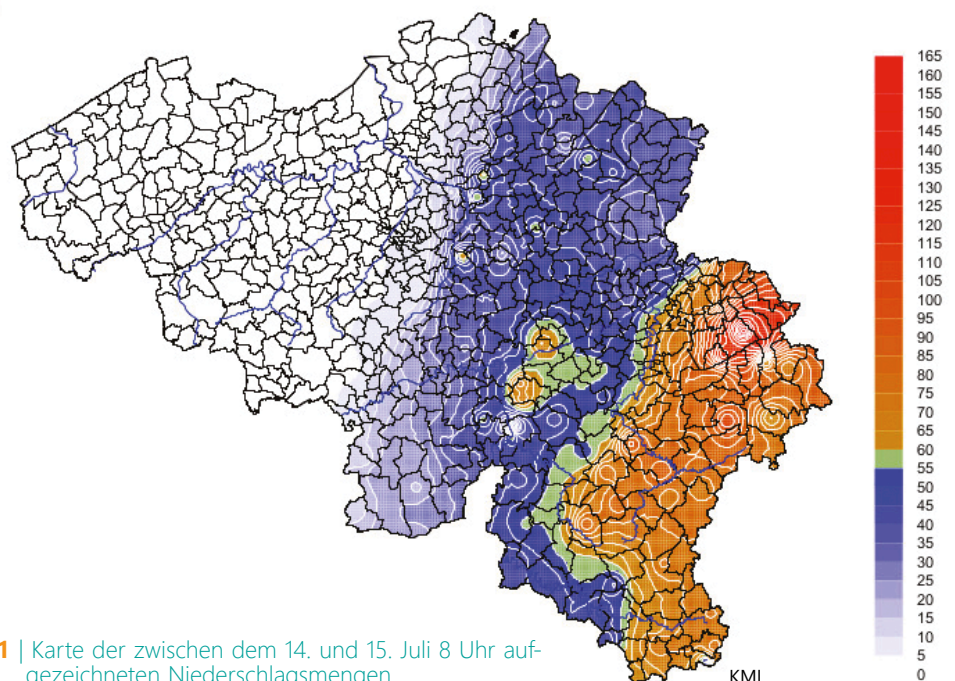
Diese Karte zeigt, dass Mitte Juli in Wallonien innerhalb von 24 Stunden über 100 Liter Regen pro Quadratmeter fielen. Dort, wo solche Niederschläge normalerweise nur einmal alle 100 Jahre vorkommen, kann sich die Wiederkehrzeit aufgrund des Klimawandels auf 20 oder im schlechtesten Fall sogar auf 10 Jahre verkürzen, wenn wir unsere CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht begrenzen.

In Flandern waren die Niederschlagsmengen im gleichen Zeitraum weniger außergewöhnlich und beliefen sich lokal auf etwas mehr als 50 mm innerhalb von 24 Stunden.

<sup>(1)</sup> Für weitere Informationen verweisen wir auf die Webseite <https://www.meteo.be/fr/infos/actualite/ce-que-lon-sait-sur-les-pluies-exceptionnelles-des-14-et-15-juliet-2021>.

Die lokale Sturzflut, die sich Ende Juli in Dinant ereignete, bei der innerhalb einer Stunde 50 bis 60 Liter Regen pro Quadratmeter fielen, war ebenfalls ein Extremereignis mit einer Wiederkehrzeit von über 100 Jahren. Außerdem verstärkten sich ihre Auswirkungen aufgrund der Tatsache, dass der Boden noch von der vorherigen Regenperiode gesättigt war.

Auch wenn wir den gesamten Sommer 2021 betrachten, stellen wir fest, dass die Gesamtniederschlagsmenge außergewöhnlich war. Sogar der Rekord für den nassesten



1 | Karte der zwischen dem 14. und 15. Juli 8 Uhr auf-gezeichneten Niederschlagsmengen.

Sommer seit Beginn der Messungen in Ussel im Jahr 1833 wurde mit über 410 mm Niederschlag gebrochen.

Eine aktuelle Studie der *World Weather Attribution Initiative* <sup>(2)</sup> weist aus, dass die maximale Niederschlagsmenge während eines Tages im Sommer in Westeuropa im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter aufgrund des Klimawandels um circa **3 bis 19 %** zugenommen hat. Auch bei der Niederschlagsmenge während zwei Tagen gab es eine vergleichbare Zunahme. Aus einer Studie mit fünf Klimamodellen ging hervor, dass die derzeitige Klimaerwärmung die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen dieser Art um den Faktor 1,2 bis 9 erhöht. Das bedeutet, dass sich die Wahrscheinlichkeit extremer Niederschläge in Westeuropa um **20 bis sogar 800 %** erhöht hat.

## Arten von Überflutungen

Wir unterscheiden zwischen drei Arten von Überflutungen:

- **pluviale Überflutungen:** Dabei kann das Regenwasser aufgrund lokaler starker Niederschläge nicht im Boden versickern und entstehen temporäre Wasserströme. Pluviale Überflutungen treten hauptsächlich bei starken Sommergewittern auf. In diesem Sommer war dies beispielsweise



2 | Pluviale Überflutung in Mellery.

in Dinant der Fall, wo in einer Stunde circa 50 bis 60 Liter Regen pro Quadratmeter fielen. Das Foto unten zeigt eine pluviale Überflutung in Mellery

- **fluviale Überflutungen:** Dabei treten Gewässer aufgrund anhaltender Niederschläge in einem Einzugsgebiet über ihre Ufer, was beispielsweise in Pepinster der Fall war. Dort, wo sich solche Überflutungen normalerweise vor allem im Winter ereignen, war es das erste Mal, dass extreme Regenfälle dieser Art in unserem Land im Sommer auftraten
- **Küstenhochwasser:** Diese Überflutungen entstehen durch einen Anstieg des Meeresspiegels.

## Folgen immer extremerer Niederschläge

Die Hauptfolgen der immer extremeren Niederschläge sind einerseits eine **Vergrößerung des gesamten Überschwemmungsgebiets** und damit der Zahl der von Überschwemmungen betroffenen Gebäude, andererseits ein **Anstieg der maximalen Überschwemmungshöhe** von Gebäuden, die derzeit im Überschwemmungsgebiet liegen. Nach Einschätzung von Patrick Willems, Professor für Hydrologie an der KU Leuven, könnte sich der Anteil der ‚potenziell von gefährlichen Überschwemmungen betroffenen Gebäude‘ (d.h. mit einer Überschwemmungshöhe > 70 cm und großen Folgen für Wirtschaft und Gesundheit) aufgrund des Klimawandels von 2,6 % auf **7 % des gesamten Bauerbes** erhöhen.

Aus den detaillierten Karten zur Überschwemmungsgefahr geht hervor, dass zahlreiche verdichtete Wohngebiete in hochwassergefährdeten Bereichen liegen <sup>(3)</sup>.

## Pufferung und Versickerung von Wasser

Überschwemmungen können bei extremen Niederschlägen zwar nie ganz vermieden werden, aber Häufigkeit und Auswirkungen von pluvialen und fluvialen Überflutungen lassen sich durch eine lokale Pufferung und Versickerung und/oder einen verzögerten Abfluss des Wassers verringern. Dies ist die dritte Achse der *Trias aquatica* (siehe [Les Dossiers du CSTC 2021/4.9](#)). Es handelt sich also um Maßnahmen, die mit denen vergleichbar sind, die im Rahmen der Dürreproblematik ratsam sind.

In **ländlichen Regionen** müssen, wo dies möglich ist, mehr Bereiche für die Rückhaltung und vorübergehende Speicherung von abfließendem Regenwasser geschaffen werden (z.B. in Grün- und Pufferstreifen, temporären Versickerungsbereichen, Grachten, auf verfügbaren Weideflächen oder in Naturschutzgebieten und Regenrückhaltebecken). Auf diese Weise können Flüsse vorübergehend entlastet werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der im Rahmen des *Blue Deals* in Flandern zu beachten ist, besteht darin, unseren Flüssen mehr Platz einzuräumen und sie wie-

<sup>(2)</sup> Für weitere Informationen verweisen wir auf die Website <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf>.

<sup>(3)</sup> Auf der Website <http://geoapps.wallonie.be/Cigale/Public/#CTX=ALEA> wurden die Überschwemmungsgebiete in Wallonien kartiert.



der mäandern zu lassen. In den engen wallonischen Tälern ist dies jedoch nicht immer möglich, was dazu führt, dass sich Überschwemmungen bei extremen Niederschlägen nur schwer vermeiden lassen.

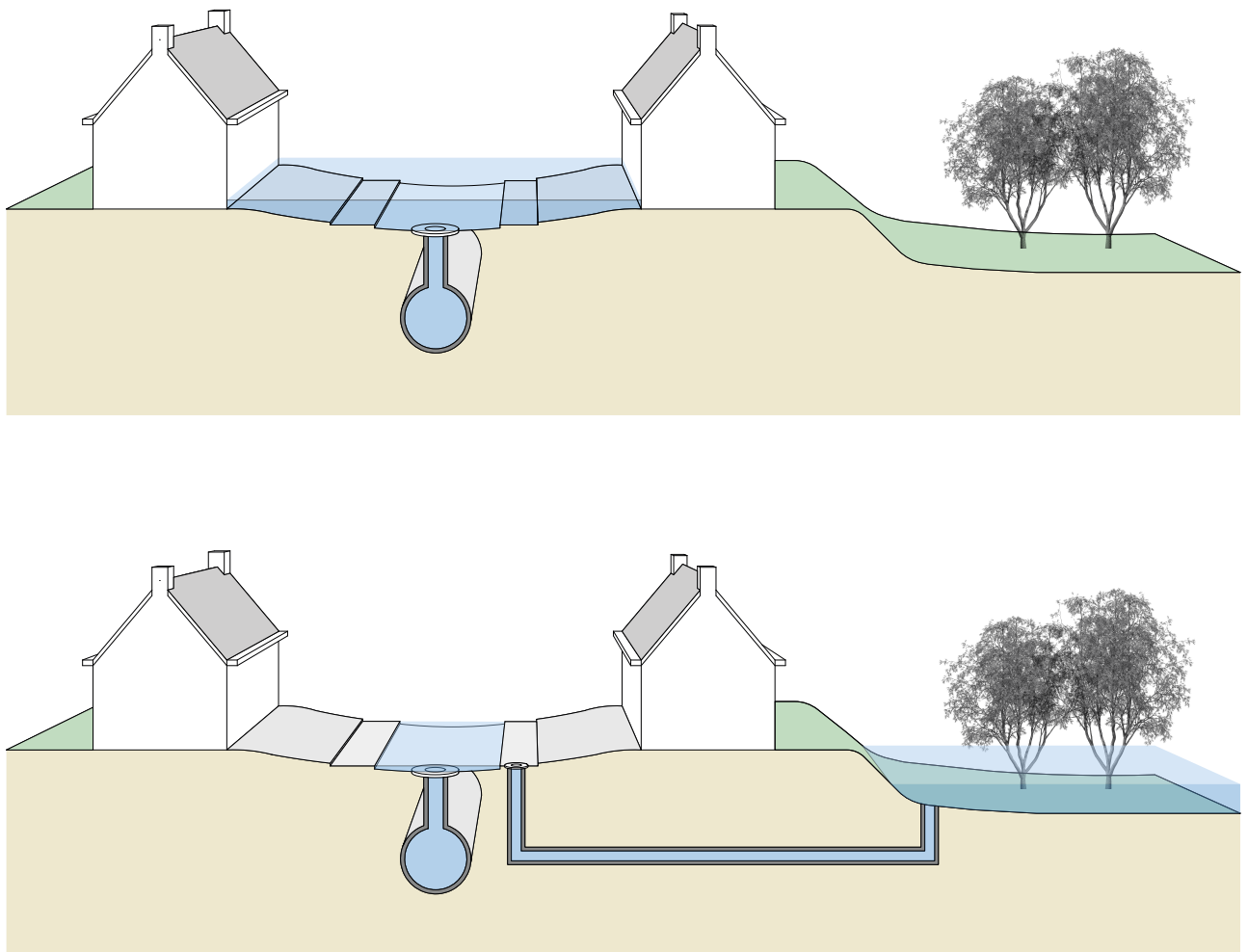
In **bebauten und urbanisierten Regionen** müssen wir dafür sorgen, dass weniger Wasser direkt in die Kanalisation eingeleitet wird. Auf dem eigenen Grundstück ist dies möglich, indem zur Förderung der Versickerung mehr entsiegelt wird. Durch das Auffangen von Regenwasser in Regenwassertanks wird auch Pufferkapazität geschaffen. Der Überlauf dieser Tanks kann mit Versickerungseinrichtungen oder Versickerungsmulden (das sind mit Kies und Sand gefüllte (Wasser-)Gräben, in denen das Wasser sowohl gespeichert wird als auch versickern kann) verbunden werden. Gründächer und in geringerem Maße grüne Fassaden beeinflussen in zweifacher Hinsicht die Entwässerung. Sie reduzieren die Gesamtmenge des abgeleiteten Regenwassers und bewirken eine Begrenzung und zeitliche Verzögerung von Volumenspitzen bei Starkregen. Dadurch wird das Abwassernetz ein wenig entlastet, was die Zahl der Überschwemmungen in Risikobereichen verringert (siehe § 2.1.2 der **TI 229**). Eine große Rolle spielen dabei auch die Art des Substrats, die Dicke der Substratschicht und die Art der Bepflanzung.

Auch Veränderungen **im öffentlichen Raum und in der Infrastruktur** können zur Verbesserung der Versickerung beitragen. Beispiele aus diesem Bereich sind kollektive Regenwassertanks. Das sind Straßen, die vorübergehend genutzt werden können, um Wasser direkt im Boden versickern zu lassen und in Versickerungsmulden, auf wasserdurchlässige Plätze oder in *Rain Gardens* (das sind bepflanzte Versickerungsmulden) zu leiten (siehe Abbildungen 3 und 4).

Es gibt zwei Arten von Versickerungseinrichtungen:

- **oberirdische Versickerungseinrichtungen**, bei denen sichergestellt wird, dass der befestigte oder auch nicht befestigte Boden auf irgendeine Art und Weise Regenwasser durchlässt
- **unterirdische Versickerungseinrichtungen**.

Oberirdische Versickerungseinrichtungen sind vorzuziehen, da sie Sichtkontrollen unterzogen und leicht instand gehalten werden können. Bei Platzmangel oder hoher Bebauungsdichte und/oder befestigten Flächen kann es jedoch erforderlich sein, unterirdische Versickerungseinrichtungen zu wählen. Welche Art von Einrichtung eingesetzt werden kann, hängt auch vom mittleren höchsten Grundwasserstand und von der Durchlässigkeit des Bodens ab.



3 | Gemeinschaftslösung zur Ableitung von Wasser in tiefer liegende Versickerungsmulden.

In der Flämischen Region ist der Einbau von Versickerungseinrichtungen derzeit bereits Pflicht bei Neubau, Wiederaufbau, Erweiterungen mit einer Fläche von mehr als 40 m<sup>2</sup> und bei Gesamtgrundstücksflächen von 250 m<sup>2</sup> oder mehr mit Ausnahme von Grundwasserentnahmeschutzgebieten des Typs I oder II <sup>(4)</sup>. In der Wallonischen Region schreibt der *Code de l'eau* seit 2017 vor, dass die Regenwasserbewirtschaftung auf dem eigenen Grundstück nach folgender Hierarchie zu erfolgen hat:

1. Versickerung
2. Anschluss an ein Gewässer, falls Lösung 1 nicht möglich ist
3. Anschluss an ein Kanalisationsnetz, falls Lösung 2 nicht möglich ist.

In den Richtlinien für oberirdische Versickerungseinrichtungen (RBI) und den Richtlinien für unterirdische Versickerungseinrichtungen (ROI) von VLARIO <sup>(5)</sup> werden allgemeine Entwurfsvorschriften und spezifische zu beachtende Aspekte für die jeweiligen Versickerungseinrichtungen aufgelistet. Die Tabelle auf der nächsten Seite bietet einen Überblick über einige gängige Versickerungseinrichtungen und Vorschriften zu den dafür zu verwendenden Materialien und zur Ausführung.

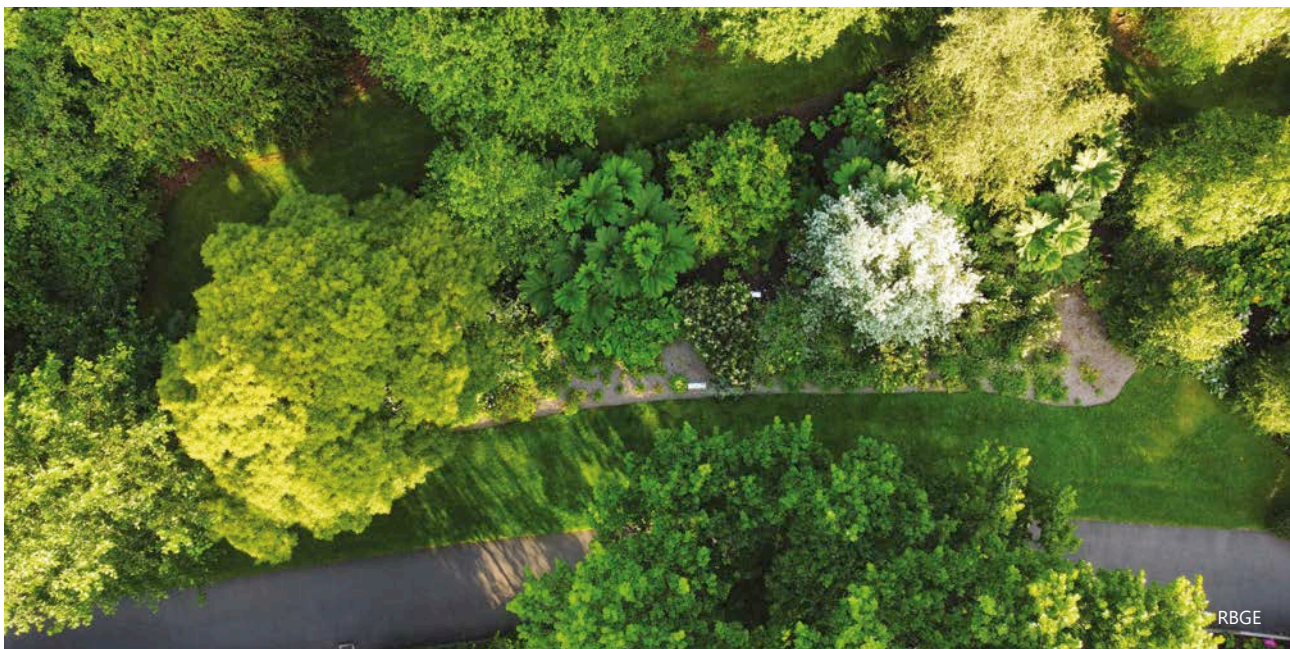
Derzeit werden bei COPRO, einem unabhängigen Institut für die Kontrolle und Zertifizierung von Bauprodukten, von den Vertretern des Sektors hierzu spezielle Richtlinien entwickelt, und zwar die Technischen Vorschriften (PTV) 8003

bezüglich der qualitativ hochwertigen Errichtung von unterirdischen Versickerungssystemen und der Vorbehandlung.

### Weitere zu beachtende Aspekte

In ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten muss bei Flachdächern neben der normalen Regenentwässerungsanlage stets eine **Notentwässerung** vorgesehen werden (siehe [Les Dossiers du CSTC 2019/5.8](#)). Denn im Falle eines Rückstaus bei Starkregen kann das freie Abfließen von Regenwasser in den Fallrohren verhindert werden, was zu einer unerwünschten Anstauung von Wasser auf dem Dach führen könnte. Selbstverständlich sollte in Gebieten dieser Art auch besonderes Augenmerk auf die korrekte Dimensionierung der normalen Regenentwässerungsanlage gelegt werden (siehe [TI 270](#)).

Wenn Sanitärobjekte unter der Rückstaeubebene angeordnet sind (das ist die höchste Ebene, bis zu der das Wasser in einer Abwasserinstallation infolge einer Überflutung der öffentlichen Kanalisation ansteigen kann), so ist ein wichtiger zu beachtender Aspekt zur Vorbeugung gegen einen Rückstau aus der Kanalisation bei Überflutungen die Ausstattung der Installation mit einer **Rückstauklappe**. Eine weitere sicherere – aber teurere – Möglichkeit ist der Einsatz einer Hebeanlage. Für weitere Informationen zu diesen Lösungen verweisen wir auf [Les Dossiers du CSTC 2017/3.11](#). 



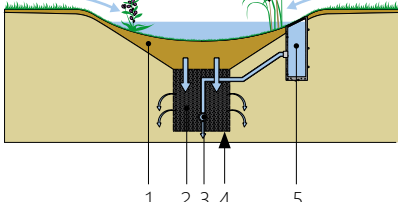
4 | Beispiel für einen Rain Garden.

<sup>(4)</sup> Für weitere Informationen zu diesem Thema verweisen wir auf den Beschluss der flämischen Regierung zur Verabschiedung einer Verordnung bezüglich Regenwassertanks, Versickerungseinrichtungen, Puffereinrichtungen und der getrennten Einleitung von Schmutz- und Regenwasser vom 8. Oktober 2013.

<sup>(5)</sup> VLARIO ist die Beratungsplattform für Regenwasser- und Abwasserbewirtschaftung in Flandern. Die Richtlinien für oberirdische Versickerungseinrichtungen finden Sie unter folgendem Link: <https://www.vlario.be/site/files/downloads/Richtlijnen-bovengrondse-infiltratie-RBI-V1.pdf>. Die Richtlinien für unterirdische Versickerungseinrichtungen finden Sie unter <https://www.vlario.be/website/files/downloads/Richtlijnen-ondergrondse-infiltratie-ROI-V2-1.pdf>.



Vorschriften und Referenzdokumente für verschiedene Arten von Versickerungseinrichtungen.

| Art der Einrichtung                                                                                                                                                                                                                                | Vorschriften bezüglich Materialien                                                                                                                                                                                                                                                                              | Vorschriften bezüglich Ausführung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Referenzdokumente                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Oberirdische Versickerungseinrichtungen</b>                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| <b>Versickerungsbecken (*) / Versickerungsmulde / Rain Garden</b>  <p>1. Bodenverbesserung<br/>2. Rigole<br/>3. Drainagerohr<br/>4. Geotextil<br/>5. Überlauf</p> | <p>Liste der Pflanzen und Eignung für Böschung oder Boden: siehe RBI, S. 28</p>                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung von Böschungen mit geringem Gefälle (1/10 bis 1/12)</li> <li>• Säen von Rasen auf Böschungen und an der Sohle</li> <li>• Einbau eines Notüberlaufs (z.B. mit einbetoniertem Ablauf)</li> <li>• Ausführung eines Drainagegrabens und einer Drainageleitung in Böden mit geringerer Durchlässigkeit</li> <li>• Einbau eines Überlaufs (das ist eine Entwässerungsanlage mit Siphon und Wasserspülung), über den Überlaufwasser bei Belastungsspitzen direkt in den Drainagegraben geleitet wird</li> </ul>                                | <p>RBI, S. 24</p>                                                                                                          |
| <b>Wasserdurchlässige Außenbeläge</b>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schotterflächen</li> <li>• Betonpflastersteine und Platten aus Beton (siehe PTV 122)</li> <li>• Betonsteinplatten</li> <li>• Pflasterklinker</li> <li>• Rasengittersteine aus Beton (siehe PTV 126)</li> <li>• Kunststoff-Rasengitter</li> </ul>                       | <p>System-, Produkt- und Verlegeanforderungen von wasserdurchlässigen Außenbelägen: siehe PTV 827</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PTV 827</li> <li>• RBI, S. 16-23</li> <li>• PTV 122</li> <li>• PTV 126</li> </ul> |
| <b>Unterirdische Versickerungseinrichtungen</b>                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| <b>Sickerrohre</b>                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betonrohre: siehe PTV 104</li> <li>• Kunststoffrohre (mind. DN/OD 250): siehe NBN T 42-115</li> <li>• Wickelrohre mit verstärkter Wandung: siehe NBN EN 13476-3 und DIN 16961</li> <li>• Geotextilvlies: Typ 5.3 nach der Norm NBN EN 13252 (siehe PTV 829)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbau mit geringem Gefälle (1 %) zwischen zwei Kontrollschächten (max. 100 m)</li> <li>• Vorsehen eines Mindestabstands von 1 m zwischen zwei parallel verlaufenden Rohren</li> <li>• Einhüllung in Drainagematerial</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>ROI, S. 15-18</p>                                                                                                       |
| <b>Sickerboxen</b>                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sickerbox (PP): siehe prNBN T 42-606 und NBN EN 17152-1</li> <li>• Geotextilgewebe: Typ 5.3 nach der Norm NBN EN 13252 (siehe PTV 829)</li> </ul>                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbau von im Becken oder Rohr integrierten Verbindungsschächten mit einem Mindestdurchmesser DN/OD von 500 mm für den Zugang zu den Kunststoffboxen</li> <li>• Vorsehen einer Leitung zwischen den Zugangs- oder Verbindungsschächten und den Kunststoffboxen mit einem Mindestdurchmesser DN/OD von 200 mm</li> <li>• Einbau eines perfekt abgezogenen ebenen Bodens aus Drainagesand auf einem wasserdurchlässigen Geotextilgewebe</li> <li>• Auskleidung des Beckens mit Geotextil und lageweises Verfüllen und Verdichten mit Sand</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEN/TR 17179</li> <li>• ROI, S. 20-21</li> </ul>                                  |
| <p>(*) Eine ausgehobene Mulde oder ein langgestreckter Graben mit geringer Tiefe. Die Pufferhöhe des Wassers beträgt in Bezug zum mittleren höchsten Grundwasserstand circa 30 cm.</p>                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                            |

# Zwei weitere Artikel sind in Vorbereitung!



Das Heizen spielt bei der Trocknung von Gebäuden eine wichtige Rolle. Daher ist es von wesentlicher Bedeutung, dass die Heizungsanlage nach einer Überschwemmung bald wieder in Betrieb genommen werden kann. Falls dies nicht möglich ist, sollten Alternativlösungen erwogen werden. Bei Redaktionsschluss dieses Magazins arbeiteten wir an der Fertigstellung von zwei Artikeln zu diesem Thema. Bleiben Sie auf dem Laufenden, indem Sie unseren Newsletter abonnieren oder unsere Spezialseite zum Thema Überschwemmungen auf unserer Website besuchen.



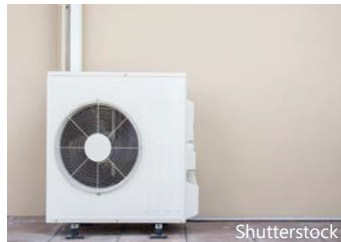
## Wiederinbetriebnahme von Heizungsanlagen

Dieser Artikel behandelt die verschiedenen Komponenten, die bei der Wiederinbetriebnahme der Anlagen nach einer Überschwemmung überprüft und bei Bedarf ausgetauscht werden müssen. Alle Bestandteile des Heizungssystems werden untersucht: Tanks und Speicher, Heizkessel, Regelung, Heizkörper ... Eine Checkliste soll die Firmen in die Lage versetzen, all diese Komponenten zu überprüfen.



## Welche Alternativlösungen können in Erwägung gezogen werden?

In von Überschwemmungen betroffenen Vierteln verfügen viele Häuser nicht mehr über eine Möglichkeit der Beheizung. Dieses Problem kann verschiedene Ursachen haben: fehlende Gaszufuhr oder ein Ausrüstungsmangel, wodurch eine schnelle Wiederinbetriebnahme nicht möglich ist ... Die Folgen sind jedoch nicht zu unterschätzen, sowohl für die Belegung von Gebäuden als auch für deren Trocknung. In diesem Artikel werden zwei energieeffiziente Alternativlösungen behandelt: Wärmepumpen und Pelletöfen.



## 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](http://www.cstc.be))
- in gedruckter Form.

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

## Schulungen

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11) oder per E-Mail ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)) an T. Vangheel.
- Nützlicher Link: [www.cstc.be](http://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](http://www.wtb.be)

Übersetzung: Communicationwise  
Layout: J. Beaulercq, J. D'Heygere und D. Van de Velde

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 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](mailto:info@bbri.be)  
Website: [www.wtb.be](http://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