



Hochwasserschäden an Gebäuden Schadensbilder, Schadenstypen und Schadensabschätzung

Dr.-Ing. Sebastian Golz

HTW Dresden // Fakultät Bauingenieurwesen // Institut Bauen im Klimawandel

Instandsetzung von Hochwasserschäden

26. Oktober 2023

Wer sind wir?

TEAM



Wozu gibt es das Institut?

MISSION

anwendungsorientierte Forschung, Beratung und Innovation als dauerhafter Beitrag zur **Klimaanpassung im Bauwesen** und zur **Stärkung der Resilienz** von Städten und Gemeinden gegenüber Umwelteinwirkungen

Entwicklung bautechnischer Lösungen, die wirksam die Anpassung der gebauten Umwelt an die Folgen des Klimawandels unterstützen

aktive Beteiligung an der Neu- und **Weiterentwicklung normativer Standards und Richtlinien**

Ansprechpartner für Akteure aus der Politik, Wirtschaft, Bürgerschaft und Wissenschaft sowie Unterstützung seiner Mitglieder bei der Akquise von Projekten und Begleitung von Forschungsarbeiten



Welche Umwelteinwirkungen können zu Risiken führen?

AUSGEWÄHLTE (VERÄNDERTE) UMWELTEINWIRKUNGEN AUF GEBÄUDE

HeatResilientCity

Hitzeresiliente Stadt-
entwicklung in Großstädten
2017 – 2022 (BMBF)

KLIBAU

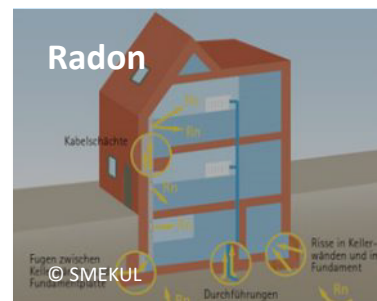
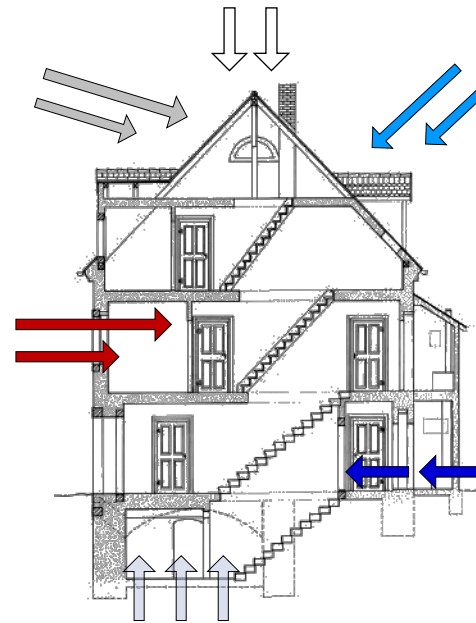
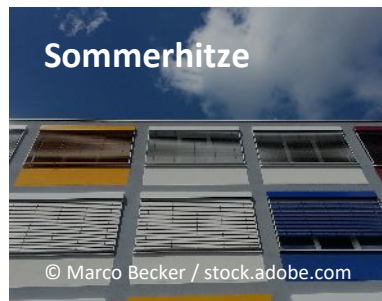
Analyse bestehender
bautechnischer Normen
bzgl. des Klimawandels
2020 (BBSR / Adelphi)

Adaptation Standard

Analyse bestehender Normen
auf Anpassungsbedarfe bzgl.
der Folgen des Klimawandels
2018 – 2021 (UBA / Adelphi)

Sächsische Radontage

jährliche Fachtagung (SMEKUL)
zu Themen der Ausweisung von
Radonvorsorgegebieten und dem
radonsicheren Bauen



Hochwasserschutzfibel
2020 – 2021 (BMI / BBSR)

WAWUR

Wild abfließendes Wasser in
urbanen Räumen
2019 – 2022 (BMU)

Hochwasservorsorgeausweis
Entwicklung + Erprobung
2018 – 2022 (SMEKUL / BDZ)

Nachwuchsforschergruppe IRIS
Resilienz baulicher Strukturen
gegenüber Überflutung
2020 – 2022 (EU EFRE)

INNOVARU
Innovative Vulnerabilitäts- und
Risikobewertung ggü. Überflutung
2019 – 2021 (BMBF)

**Hochwasserangepasstes
Planen und Bauen**
2018 – 2019 (GDV)

Schadenserfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

LANDKREIS AHRWEILER, 07-2021



Überflutungsereignisse sind als **AUSSERGEWÖHNLICHE BEANSPRUCHUNGEN** anzusprechen, die nicht planmäßig auf Gebäude einwirken und somit nicht oder nicht hinreichend in deren Bemessungs- und Entwurfsprozessen berücksichtigt sind.

Hochwasserschäden im Landkreis Ahrweiler

© Benjamin Westhoff

Schadenserfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

KRIPPEN, 07-2021, HOCHWASSER KRIPPENBACH



Bilder © Provierter Krippen (links), Nils Walther (rechts)

Schadenserfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

ROCKESKYLL (OSTEIFEL), 07-2021, HOHE FLIESSGESCHWINDIGKEITEN



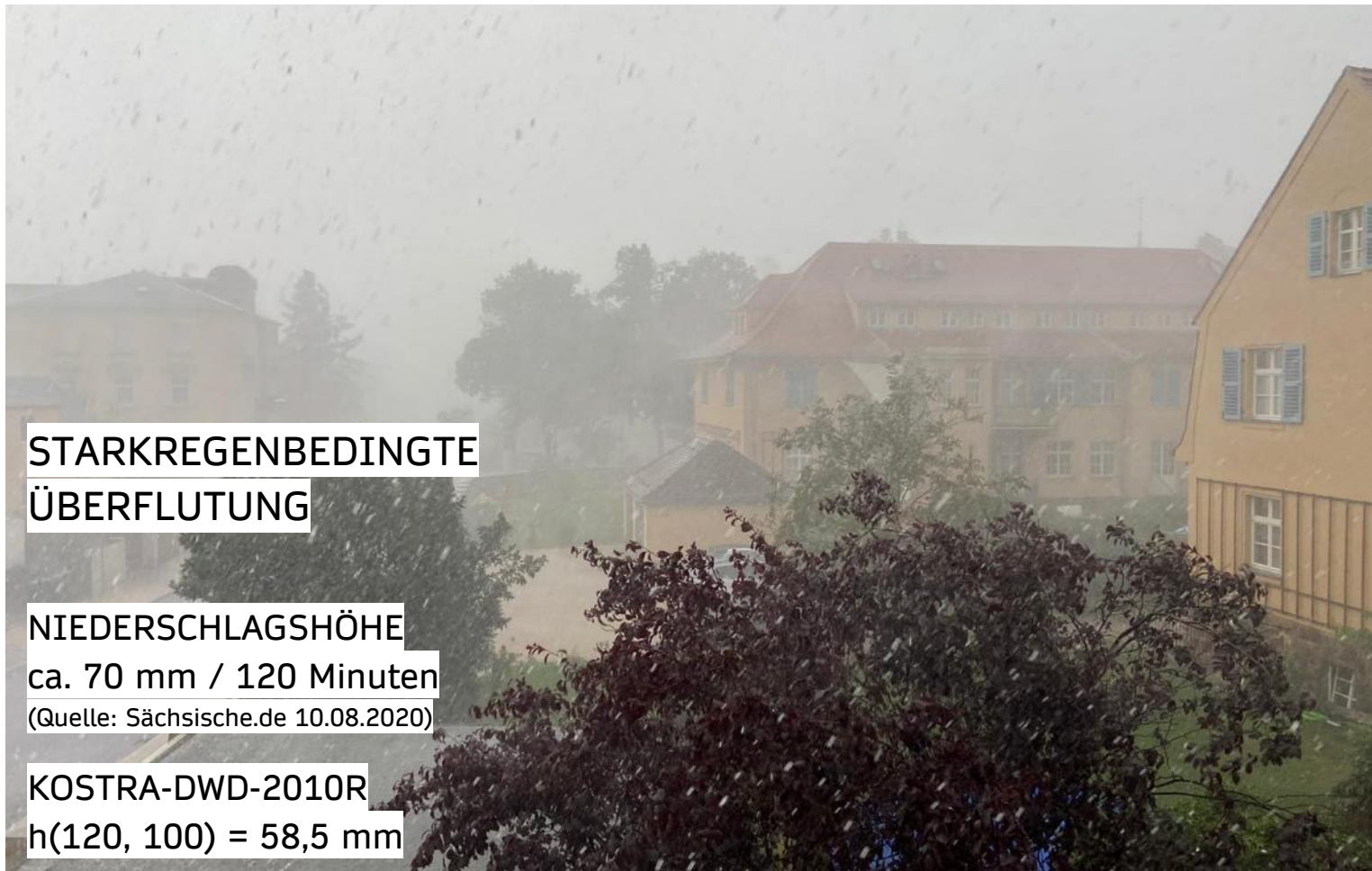
Schadens erfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

ROCKESKYLL (OSTEIFEL), 07-2021, HOHE FLIESSGESCHWINDIGKEITEN



Welche Gefahren gehen von Überflutungsereignissen für Gebäude aus?

SCHADENSERFAHRUNG // RADEBEUL, AUGUST 2020



Alle Bilder (C) Jürgen Schwarz

Schadenserfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

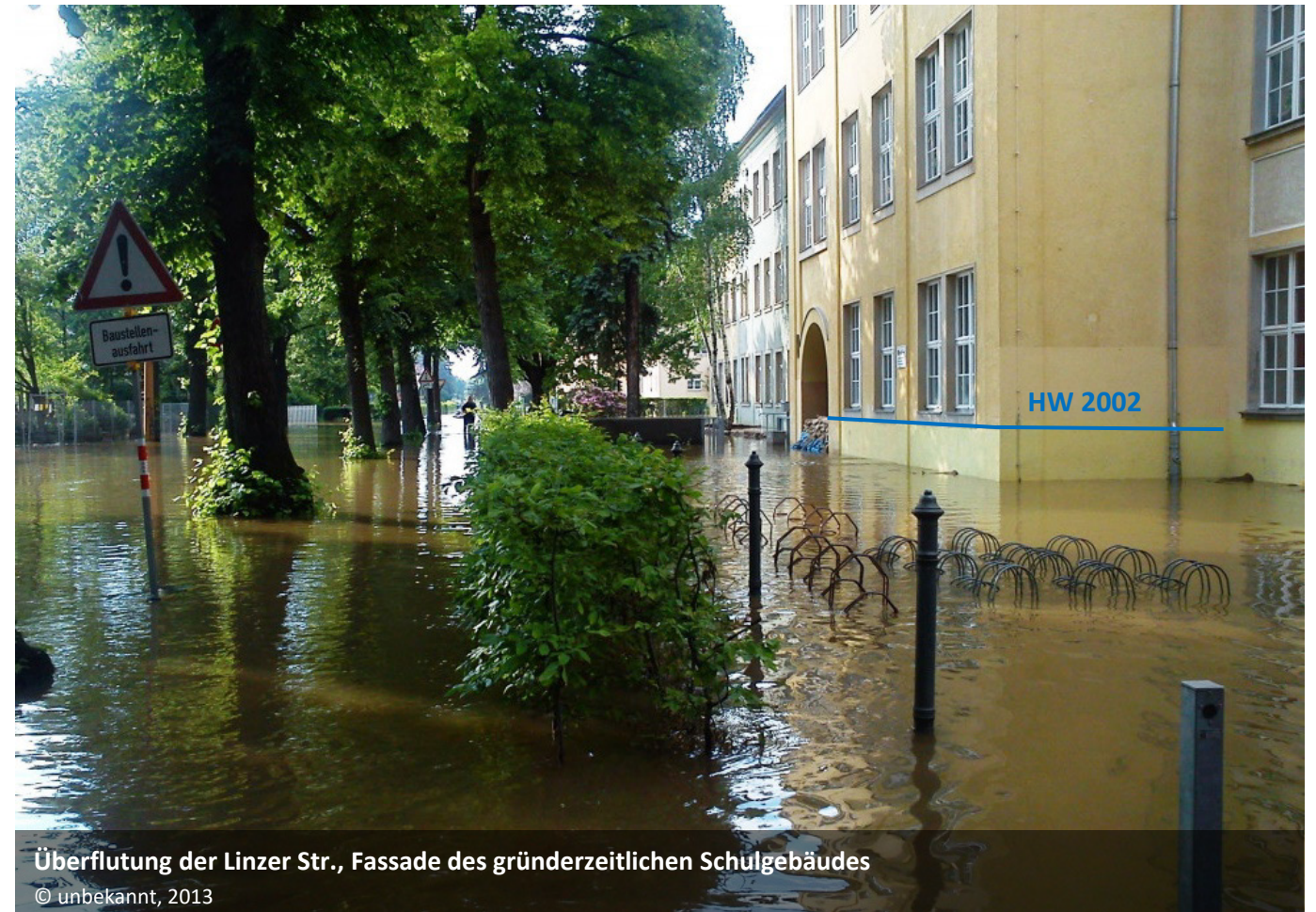
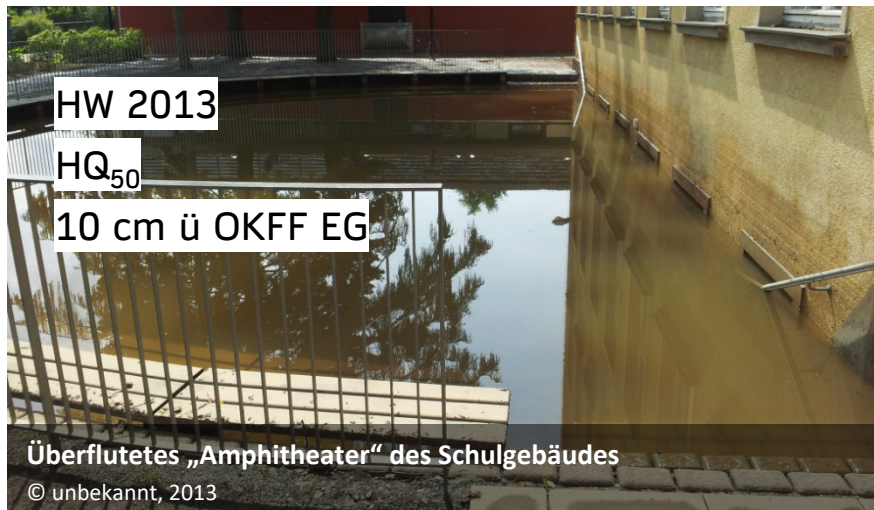
OBERLAUSITZ, 05-2017, STARKREGEN



Alle Bilder © Daniel Schäfer

Schadenserfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

DRESDEN, 06-2013, HOCHWASSER ELBE



Schadenserfahrung aus abgelaufenen Überflutungsereignissen

KÖLN-BRAUNSFELD, 07-2021, KANALISATIONSRÜCKSTAU



Alle Bilder (C) Fam. Klever

Systematisierung von Überflutungsereignissen

ÜBERFLUTUNGSARTEN

Flusshochwasser



Starkregenbedingte Überflutung



Grundhochwasser



Kanalisationsrückstau/ Kanalisationsüberstau



Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER AN DECKEN- UND FUSSBODENKONSTRUKTIONEN



Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER DER GEBÄUDETECHNIK



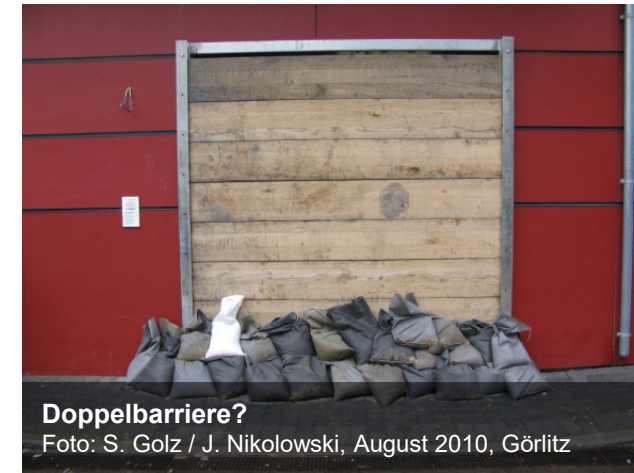
Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER AN AUSSENWANDKONSTRUKTIONEN



Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

VERMEINTLICHE „GOOD PRACTICE“ ANSÄTZE FÜR DEN HOCHWASSERSCHUTZ



Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

VERMEINTLICHE „GOOD PRACTICE“ ANSÄTZE FÜR DEN HOCHWASSERSCHUTZ





Schadensmechanismen

Schadensmechanismen

KLASSIFIZIERUNG VON SCHADENSBILDERN // SCHADENSTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



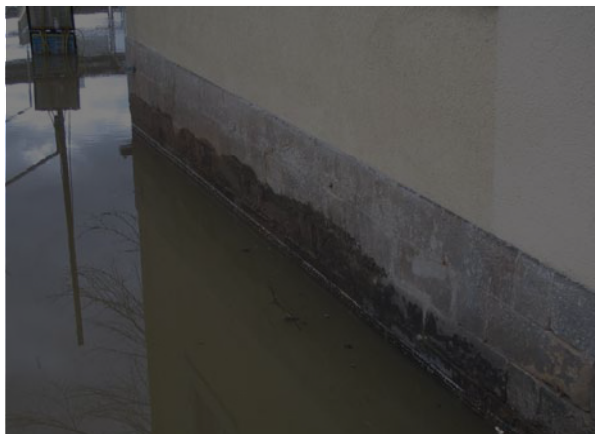
Schäden durch Kontamination



Schadensmechanismen

KLASSIFIZIERUNG VON SCHADENSBILDERN // SCHADENTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



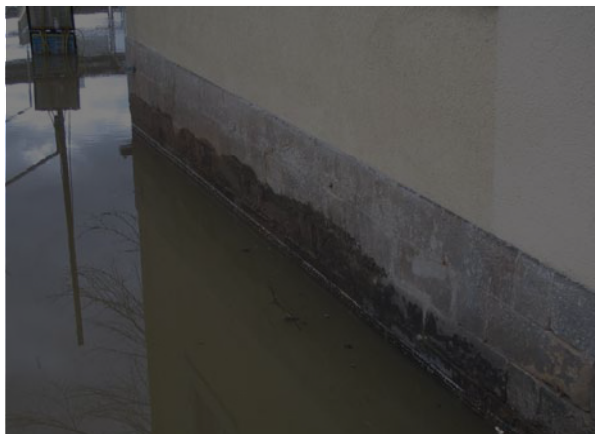
Schäden durch Kontamination



Schadensmechanismen

KLASSIFIZIERUNG VON SCHADENSBILDERN // SCHADENTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



Schäden durch Kontamination



Schadensmechanismen

STRUKTURELLE SCHÄDEN // GRÜNDUNGSSCHÄDEN



Schadensmechanismen

STRUKTURELLE SCHÄDEN // GRÜNDUNGSSCHÄDEN

Schadensursachen

- Freilegung und Unterspülung flach gegründeter Fundamente infolge Strömung, Kolkbildung und Erosion, d. h. Austrag von Bodenteilchen aus dem Bodengefüge
- Plastizitätsänderung bindiger Böden

Relevante Einflussparameter

- Fließgeschwindigkeit (Staudruck, Schleppspannung)
- Wasserstandhöhe
- Einwirkdauer
- Geländeoberfläche (Rauigkeit, Gefälle)
- Baugrundverhältnisse



Schadensmechanismen

STRUKTURELLE SCHÄDEN // LASTANPRALL

Schadensursachen

- Verformungen, Durchbiegungen und Überbelastungen an Bauteilen, wie etwa Außenwänden, infolge hydrostatischer bzw. hydrodynamischer Druckkräfte
- Punktlasten durch anprallendes Treibgut

Relevante Einflussparameter

- Fließgeschwindigkeit
- Wasserstandhöhe
- Geschiebetransport (Art und Mengen)



Schadensmechanismen

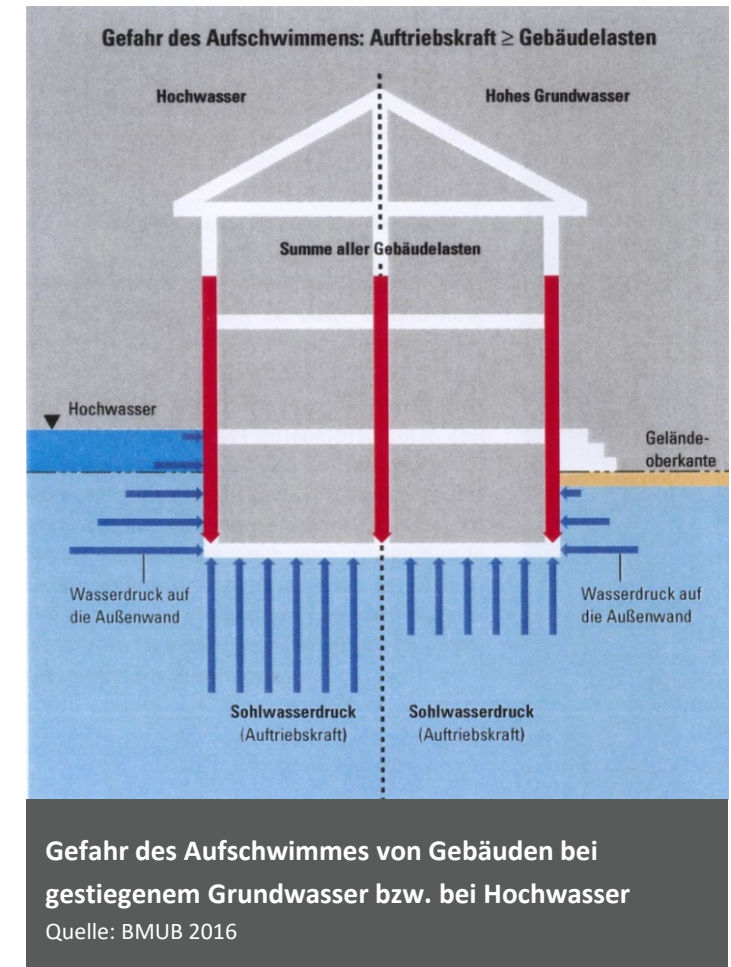
STRUKTURELLE SCHÄDEN // AUFTRIEB GEBÄUDE

Schadensursachen

- Wenn das **Eigengewicht des Gebäudes** (zuzüglich aller Verkehrslasten) **kleiner ist als die Auftriebskraft** (Sohlwasserdruck) des verdrängten Wassers, dann schwimmt das Gebäude auf und verliert sein Gleichgewicht.
- Schäden durch hydrostatischen Auftrieb treten vorwiegend an Gebäuden oder Gebäudeteilen auf, die während eines Hochwasserereignisses von Grund- und/oder Oberflächenwasser umgeben sind und in die (noch) kein Wasser eingedrungen ist (**große Wasserstanddifferenzen zwischen Gebäude und Umgebung**).

Relevante Einflussparameter

- Die resultierenden Auftriebskräfte hängen neben der **Wassertiefe** (Gewichtskraft des verdrängten Grund- und/oder Oberflächenwasservolumens) nur von der **Grundfläche** und nicht von der Form des Gebäudes ab (hydrostatisches Paradoxon).



Schadensmechanismen

STRUKTURELLE SCHÄDEN // ST. BENNO – GYMNASIUM DRESDEN // 2002



alle Bilder

Quelle: Frido Pflügner
www.benno-gymnasium.de

Schadensmechanismen

STRUKTURELLE SCHÄDEN // AUFTRIEB BAUKONSTRUKTION

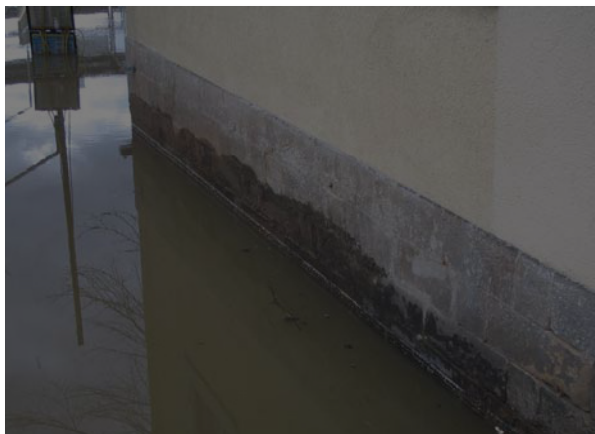
- Auftriebsgefahren sind auch für Baukonstruktionen zu beachten
- Fußbodenkonstruktionen können aufschwimmen, wenn die resultierende Auftriebskraft überfluteter Wärmedämmstoffe die Auflast der darüber liegenden Schichtenfolge übersteigt
- Wärmedämm-Verbundsysteme können sich ablösen, wenn die Auftriebskraft die Haftzugfestigkeit übersteigt
- Prozesse führen in den überwiegenden Fällen zur Zerstörung der jeweiligen Konstruktionsschichten



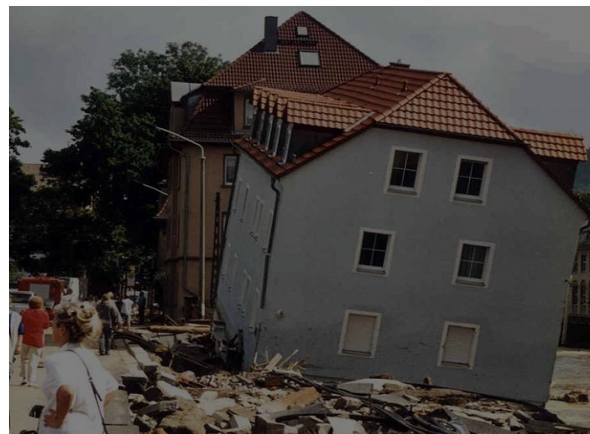
Schadensmechanismen

KLASSIFIZIERUNG VON SCHADENSBILDERN // SCHADENSTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



Schäden durch Kontamination



Schadensmechanismen

SCHÄDEN DURCH KONTAMINATION

Schadensursachen

- Flutwasser fungiert als Lösungs- und Transportmittel für chemische und biologische Schadstoffe, wie etwa Fäkalien oder Heizöl
- Konzentrierte Schadstoffe, die im Flutwasser nicht hinreichend verdünnt vorliegen, belasten die Bausubstanz bei direktem Kontakt

Relevante Einflussparameter

- Kontaminationsgrad des Flutwassers
- Wasserstandhöhe und -dauer

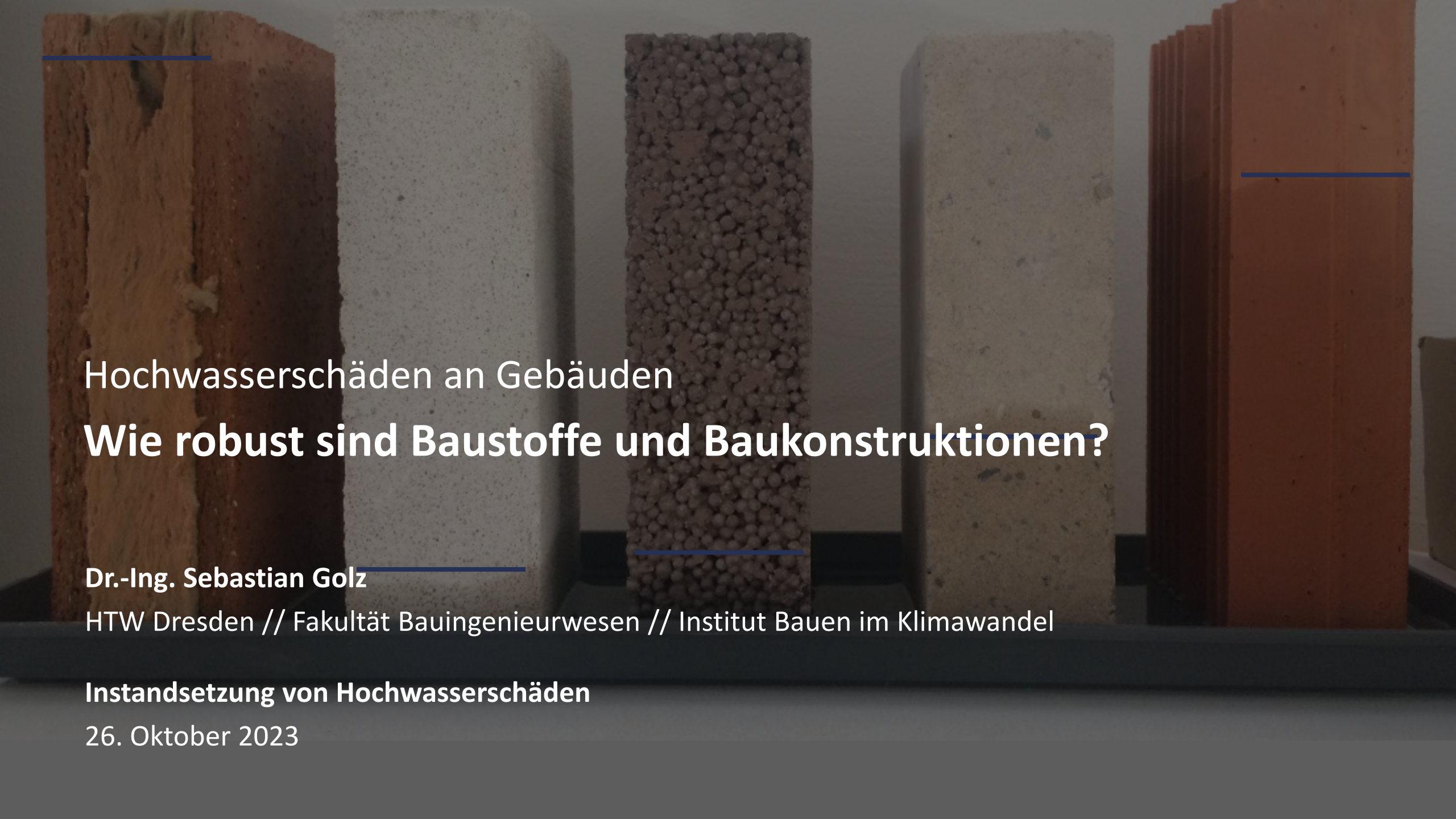


Schadensmechanismen

SCHÄDEN DURCH KONTAMINATION // SOFORTMASSNAHMEN

- bislang keine normativen Regelungen für die Instandsetzung kontaminierter Bauteile
- hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Überschwemmungsgebieten zwingend erforderlich
- Rückbau kontaminierter Bekleidungen, Füllstoffe, Trennwände, Putze usw.
- oberflächige mechanische und chemische Reinigungsverfahren mit eingeschränkter Wirksamkeit
- Austausch der betroffenen Bauteile meist nicht vermeidbar (z. B. Mauerwerksaustausch)





Hochwasserschäden an Gebäuden

Wie robust sind Baustoffe und Baukonstruktionen?

Dr.-Ing. Sebastian Golz

HTW Dresden // Fakultät Bauingenieurwesen // Institut Bauen im Klimawandel

Instandsetzung von Hochwasserschäden

26. Oktober 2023

Schadenserfahrung aus abgelaufenen Ereignissen

HOCHWASSEREINWIRKUNGEN





**Welche Kriterien dienen der Bewertung der
„Robustheit“ üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?**

Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

KRITERIEN

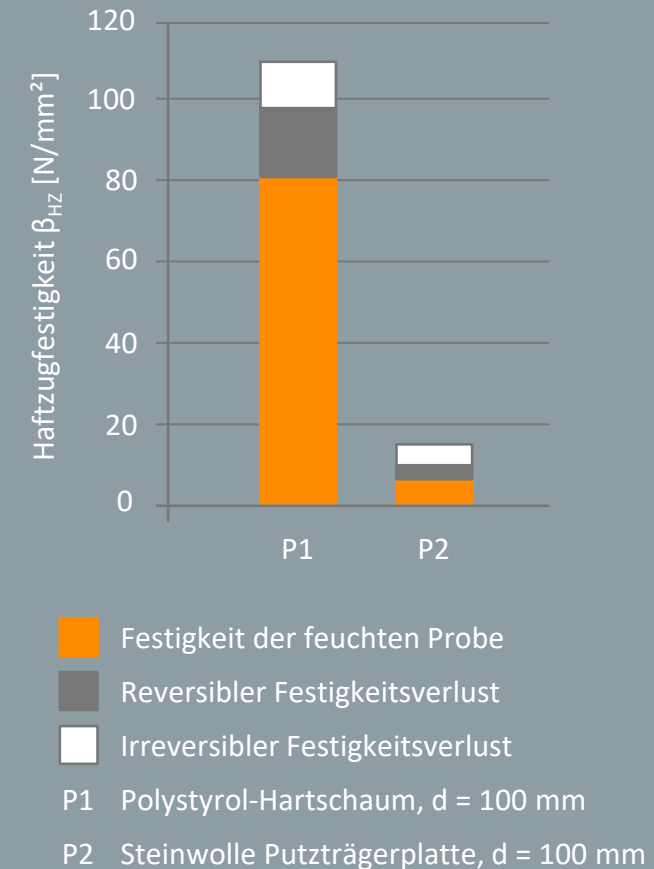
1. Beständigkeit der Baustoffe im Hinblick auf ihre **Festigkeitseigenschaften**, d. h. Beurteilung z. B. der Druckfestigkeit von Wandbaustoffen des Rohbaus oder der Haftzugfestigkeit von Putzen (Indikator = Haftzugfestigkeit bei Sättigungsfeuchte)
2. **Form- und Volumenbeständigkeit** (Dimensionsstabilität), d. h. Beurteilung z. B. der Quell- und Schwindverformung oder der Volumenexpansion bei Frost-Tau-Wechsel (Indikator = hygische Dehnung)
3. **Wasseraufnahmeverhalten**, d. h. Beurteilung der Intensität der Wasseraufnahme bei Überflutung (Indikator = Wasseraufnahmekoeffizient)
4. Eignung zur natürlichen oder technischen **Bautrocknung vor Ort** (Trocknungsverhalten), d.h. Beurteilung der Trocknungsgeschwindigkeit (Indikator = Trocknungskoeffizient)
5. **Erreichbarkeit und Demontierbarkeit** nach dem Hochwasserereignis (Indikator 1 = Anzahl der Füge- und Verbindungsstellen in einer Schichtenfolge; Indikator 2 = die Art der Verbindungsmittel)
6. Widerstandsfähigkeit gegenüber pilzlichem **Schädlingsbefall**, d. h. Beurteilung des Risikos eines Schädlingsbefalls infolge dauerhaft erhöhter Feuchtebelastung im Baustoff nach einem Überflutungsereignis (Indikator = Substratgüte, Nährmedium)

Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

FESTIGKEITSEIGENSCHAFTEN // HAFTZUGFESTIGKEIT

1. Nachlassen des Verbundes an Haftflächen,
z. B. Grenzsicht Untergrund-Dämmstoff oder Dämmstoff-
Außenputz; Art der Verklebung (punktuell, vollflächig)
2. Irreversibler Haftzugfestigkeitsverlust verschiedener
Dämmstoffarten bei Wasserbeanspruchung

Dämmstoffart	u_M [M.-%]	Verbleibende mittlere Haftzugfestigkeit β_{HZ} [%]	
		feucht	rückgetrocknet
P1 Polystyrol- Hartschaum (EPS)	12,430	73,9	91,8
P2 Steinwolle	[-]	44,5	55,7



Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

FORM- UND VOLUMENBESTÄNDIGKEIT

Längen- und Volumenänderung infolge hygrischer Dehnung
oder infolge Frost-Tau-Wechsel

beide Effekte führen zu einer mechanischen Beanspruchung
infolge kritischer Zwangsspannungen

negative Folgen sind z. B. Rissbildung, Gefügeveränderungen,
Zerstörung der Baustoffmatrix, Hohllagen und/oder Ablösung
von Beschichtungen

teilweise Reversibilität der Verformungen



Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

WASSERAUFNAHMEVERHALTEN

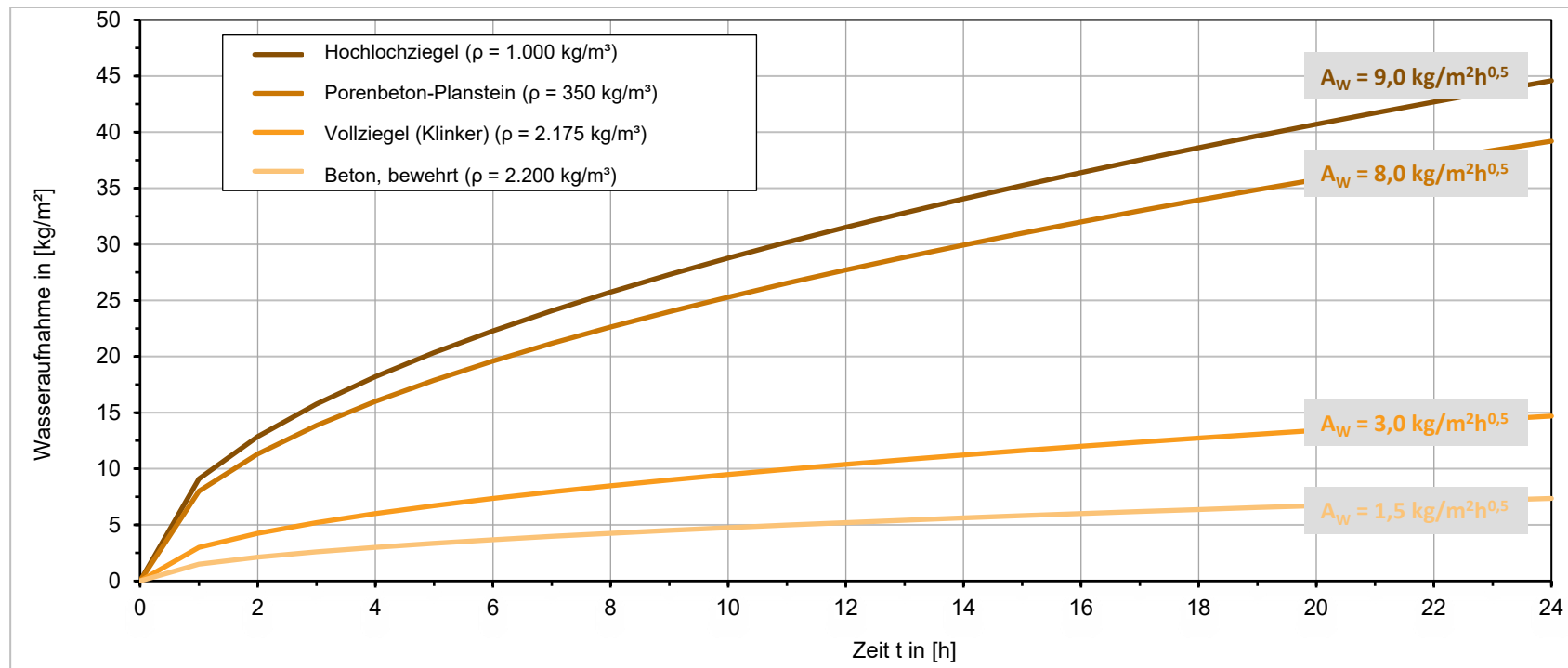


Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

WASSERAUFNAHMEVERHALTEN

Verfahren nach DIN EN ISO 15148:2018-12 „Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen“

Wasseraufnahmekoeffizient A_w in $[\text{kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})]$ als Parameter des Wasseraufnahmeverhaltens



Wertebereich	Spezifizierung
$A_w < 0,1$	wasserdicht
$A_w = 0,1 \dots 0,5$	wasserabweisend
$A_w = 0,5 \dots 2,0$	wasserhemmend
$A_w > 2,0$	wasserdurchlässig

Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

TROCKNUNGSVERHALTEN

1. Trocknungsabschnitt

hohe Trocknungsgeschwindigkeit

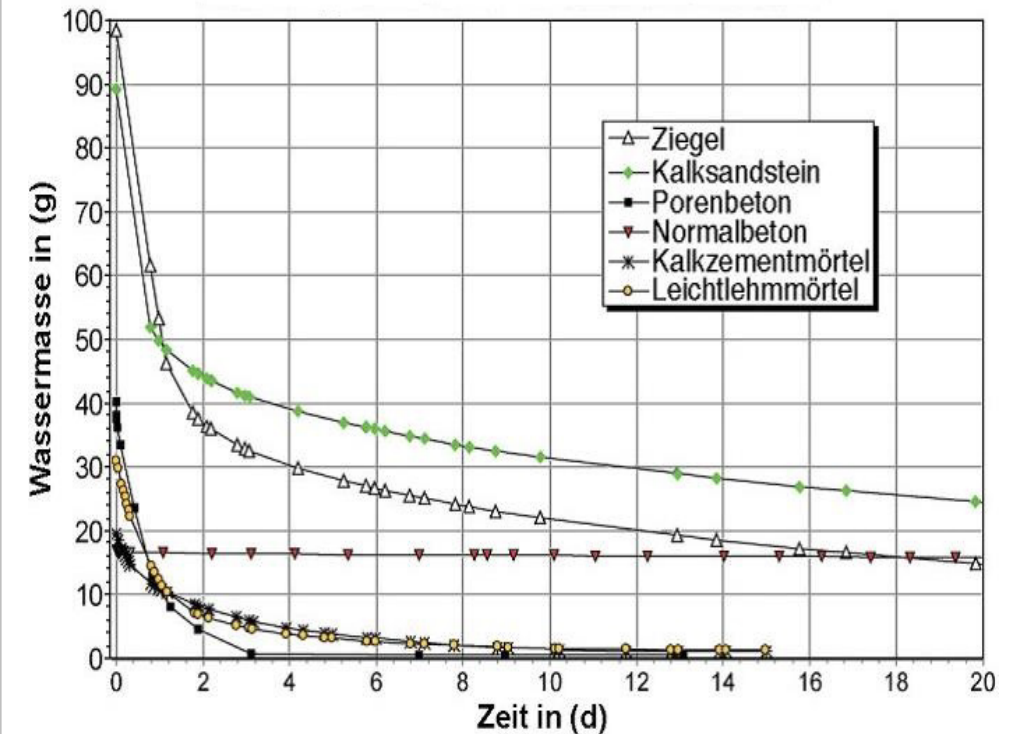
weitgehend lineare, starke Abnahme des Feuchtegehaltes in den ersten Tagen der Trocknung

aufgrund der überwiegend hohen Flüssigwasserleitfähigkeit mineralischer Baustoffe kann zunächst mehr Wasser an die Oberfläche transportiert werden, als dort verdunsten kann

2. Trocknungsabschnitt

abnehmende Trocknungsgeschwindigkeit

mit abnehmendem Feuchtegehalt sinkt auch der Feuchtetransport im Material



Trocknungsverlauf ausgewählter poröser Baustoffe
nach Scheffler und Plagge (2005).

Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

ERREICHBARKEIT UND DEMONTIERBARKEIT

Notwendigkeit mehrschichtiger bzw. mehrschaliger Konstruktionen, um vielfältige Anforderungen an Wärme-, Schall-, Brand-, Einbruch- und Feuchteschutz zu erfüllen

je höher die Anzahl der Schichten in der Materialfolge ist, desto schwieriger ist in der Regel die Erreichbarkeit und Demontierbarkeit einzelner Baustoffe

lösbare Verbindungen: Schraubverbindungen, Nut-Feder-Verbindungen und Schwalbenschwanzverbindungen, Verbindungsbeschläge und Passverzahnungen

nicht lösbaren Verbindungen: stoffschlüssige Niet-, Schweiß- und Lötverbindungen sowie Klebungen



Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

PILZLICHER SCHÄDLINGSBEFALL

Widerstandsfähigkeit eines Bauteils und seiner Komponenten gegenüber Zerstörung infolge pilzlichen Befall

Befall löst mikrobiell induzierte Korrosionsprozesse (z. B. Zersetzung von Holz) aus

Wachstum steht in engem Zusammenhang mit dem im Gefüge beziehungsweise an der Oberfläche des Materials zur Verfügung stehenden Wassers und der Qualität des vorhandenen Nährstoffangebotes (Substratgüte)





**Wie verhalten sich übliche
Bauprodukte (Baustoffe) bei Überflutung?**

Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

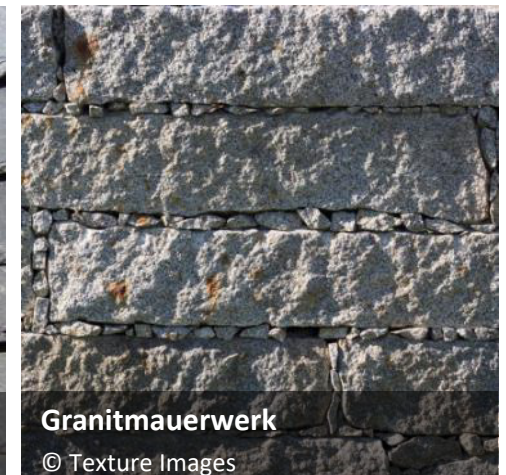
NATURSTEINE

Entstehungsprozesse bestimmen die feuchtetechnische Eigenschaften wesentlich

Sedimentgesteine, wie etwa Sand- oder Kalkstein, verfügen über ein poriges Gefüge, welches Wasser kapillar aufnehmen, speichern und weiterleiten kann

Magmatische Gesteine, wie etwa Basalt, Granit, Porphy, Syenit oder Diorit, sind hingegen praktisch porenfrei und nehmen daher nahezu kein Wasser in ihr Gefüge auf

Metamorphe Gesteine, wie etwa Tonschiefer oder Gneis, sind weitgehend porenarm; daher ist ihr Wasseraufnahmevermögen baupraktisch ebenfalls unkritisch



Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

ZIEGEL UND ANDERE KERAMISCHE PRODUKTE

Mauerziegel mit sehr geringer Rohdichte sind gekennzeichnet durch einen hohen Porenanteil in den Ziegelscherben und einen hohen Lochflächenanteil, z. B. durch Hoch- oder Langlöcher, Griffmulden und Mörteltaschen.

Dies bedingt eine hohe Wasseraufnahme im Überflutungsfall, da ihr Porensystem aufgrund der mehrheitlich vorhandenen Kapillarporen sehr saugfähig ist.

Klinker oder Vollziegel mit hoher Rohdichte besitzen ein dichtes Gefüge; häufige Verwendung als Außenschale von mehrschaligem Mauerwerk bzw. als Außenwandbekleidung.

Keramische Wand- und Bodenfliesen sind, aufgrund ihres ebenfalls sehr dichten Gefüges, wasserundurchlässig.



Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

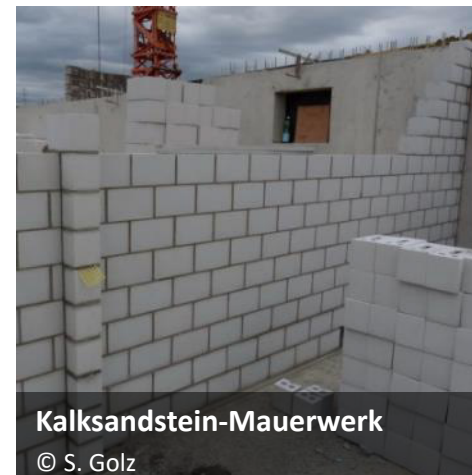
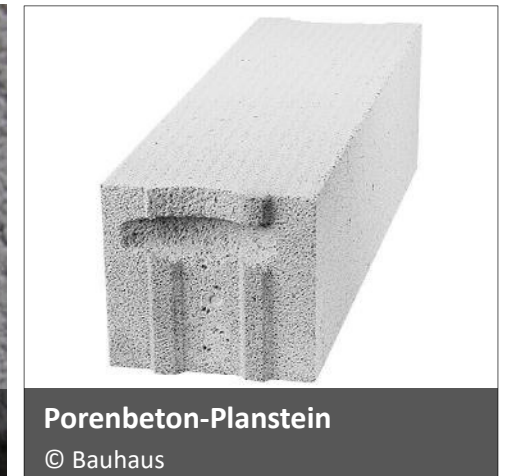
ZEMENT- UND KALKGEBUNDENE BAUPRODUKTE (1)

Betone mit normaler oder leichter Gesteinskörnung, Porenbetone, Kalksandsteine, Hüttensteine sowie der überwiegende Teil der Mauer- und Putzmörtelarten zählen zu den mineralisch gebundenen Baustoffen.

Ihre porige, hydrophile Struktur begünstigt grundsätzlich die Wasseraufnahme, den Wassertransport und die Wasserspeicherung.

Ihr Wasseraufnahmeverhalten kann durch Rezeptur angepasst werden; z. B. Wasserzementwert von Beton beeinflusst die Porosität des erhärteten Zementsteins.

Herstellung wasserundurchlässiger Betonkonstruktionen möglich (u.a. DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“).



Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

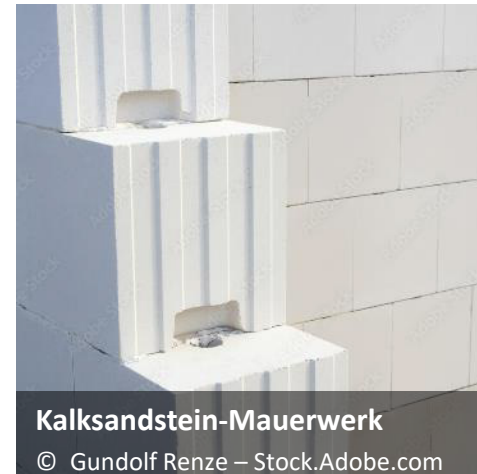
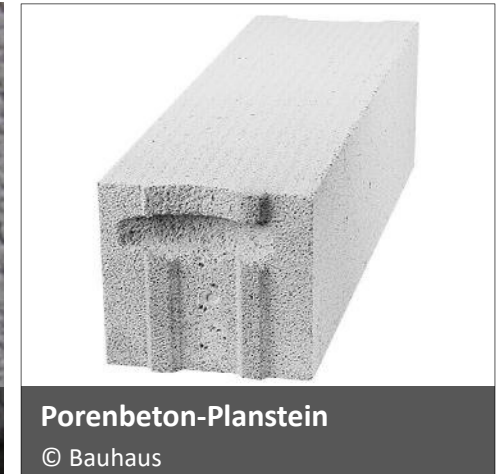
ZEMENT- UND KALKGEBUNDENE BAUPRODUKTE (2)

Porenbeton (Porenanteil bis zu 90 Vol.-%) enthält Kapillarporen, welche die Wasseraufnahme an der Steinoberfläche begünstigen, sowie abgeschlossene, kugelförmige Makroporen, deren Luftfüllung jedoch ein sehr rasches, weiteres Eindringen von Wasser verzögert.

Der Feuchtetransport zurück zur Bauteiloberfläche (Trocknung) wird hierdurch ebenfalls gebremst.

Dies führt zu gering ausgeprägter Kapillaraktivität; langsamer Wasseraufnahme - bei langer Einwirkdauer jedoch sehr hohe Wassergehalte aufgrund des großen Porenvolumens möglich.

Kalksandsteine und kalkgebundene Hüttensteine verhalten sich bei Feuchtebeanspruchung ähnlich wie der Porenbeton.



Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

GIPSGEBUNDENE BAUPRODUKTE

Zu den im Überflutungsfall schadenanfälligen Baumaterialien gehören gipsgebundene Baustoffe wie etwa Calciumsulfat-Estriche, Gipsputze oder Gipsfaserplatten

Derartige Baumaterialien verfügen grundsätzlich über einen vergleichsweise hohen Wasseraufnahmekoeffizienten und erweisen sich darüber hinaus als besonders feuchteempfindlich

Daher nicht geeignet bei intensiver Feuchteeinwirkung; z. B. neigen Calciumsulfat-Estriche bei andauernder Durchfeuchtung zunächst zu irreversiblen Quellverformungen sowie später auch zu Festigkeitsverluste



Quellverformung CA-Estrich

© GB1 Ingenieure



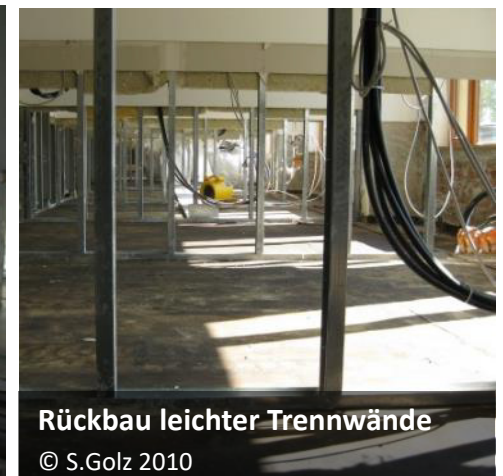
Quellbedingter Bruch CA-Estrich

© R.Schinke /S.Golz 2010



Rückbau Wandbekleidungen

© S. Golz 2010



Rückbau leichter Trennwände

© S.Golz 2010

Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

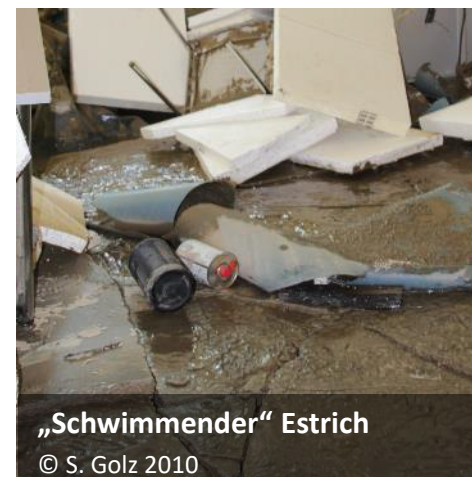
DÄMMSTOFFE

Einsatzzweck von Dämmstoffen erfordert grundsätzlich eine geringe Wärmeleitfähigkeit, was stets mit einer geringen Rohdichte und einem **hohen Hohlraumvolumen** einhergeht

Dämmstoffe können **große Wassermengen** aufnehmen, ihre Formstabilität verlieren und nicht bzw. nur mit unwirtschaftlichem Aufwand getrocknet werden

Mineralwolle, Mineralfaserdämmstoffe, Holzweichfaserplatten, Zelluloseflocken (Einblasdämmung) oder pflanzliche Faserdämmstoffe sind **nach einer Überflutung auszutauschen**

Schaumkunststoffe wie z. B. Polystyrol-Hartschaumplatten erfahren **Auftrieb**, sowie unter langfristiger, intensiver Wassereinwirkung ebenfalls eine **starke Feuchtebelastung**



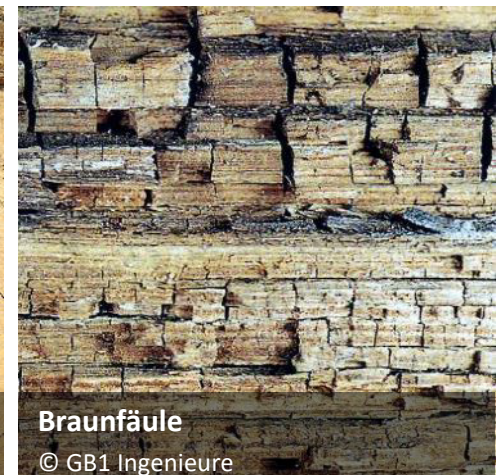
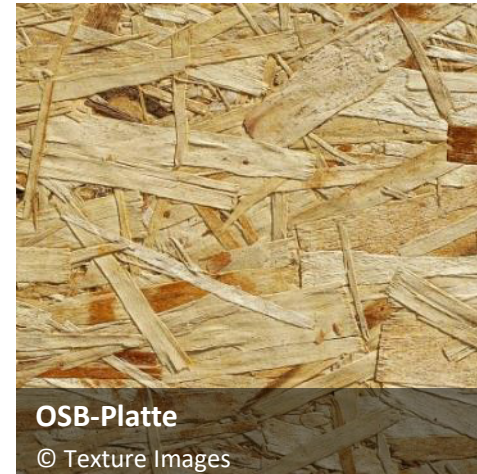
Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

HOLZ UND HOLZWERKSTOFFE

Organische Baustoffe sind im Zusammenhang mit anhaltend hohen Feuchtebelastungen insbesondere durch **pilzliche Holzschädlinge** wie den Echten Hausschwamm, den Weißen Porenschwamm oder den Braunen Kellerschwamm, gefährdet

Holzbauteile sind unter Hochwassereinwirkung charakteristischen **Quell- und Schwindverformungen** ausgesetzt

Holzwerkstoffe wie Spanplatten, OSB-Platten, Furnierschichtholz-Platten oder Sperrholzplatten erleiden während einer Überflutung **irreversible Verformungen** und müssen in der Regel ausgetauscht werden



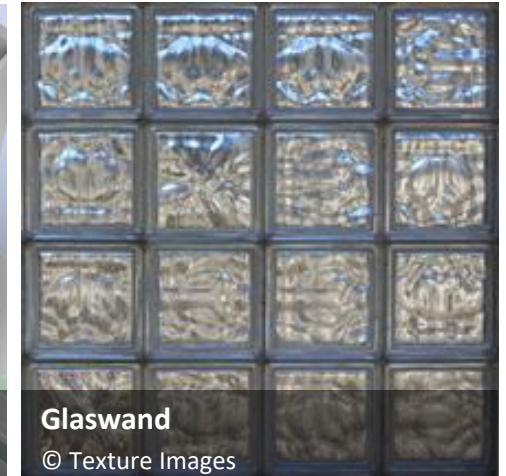
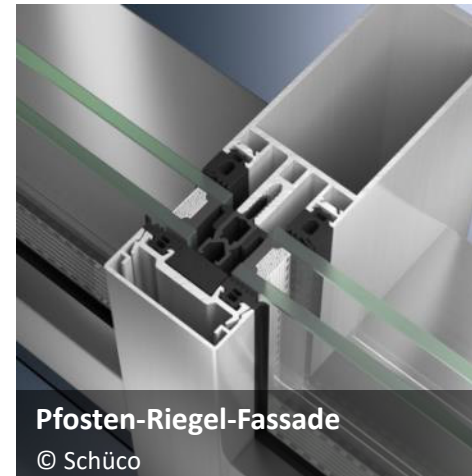
Wie verhalten sich übliche Bauprodukte bei Überflutung?

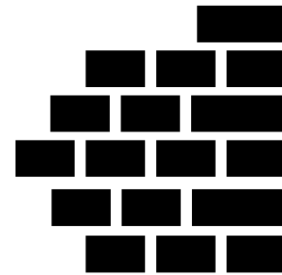
METALLE UND GLÄSER

Homogene Baumaterialien
(auch geschäumtes Glas mit geschlossenen Zellen)

Materialien sind nicht quellfähig und nicht durchlässig für Wassermoleküle, das heißt **sie nehmen kein Wasser in ihr Gefüge auf: Keine Quell- oder Schwindverformungen**

Verwendung in komplexeren Bauprodukten bedingt spezifische Instandsetzungsmaßnahmen, wie etwa Reinigung, Prüfung und gegebenenfalls Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit und des Korrosionsschutzes





**Wie verhalten sich übliche
Bauteile (Baukonstruktionen) bei Überflutung?**

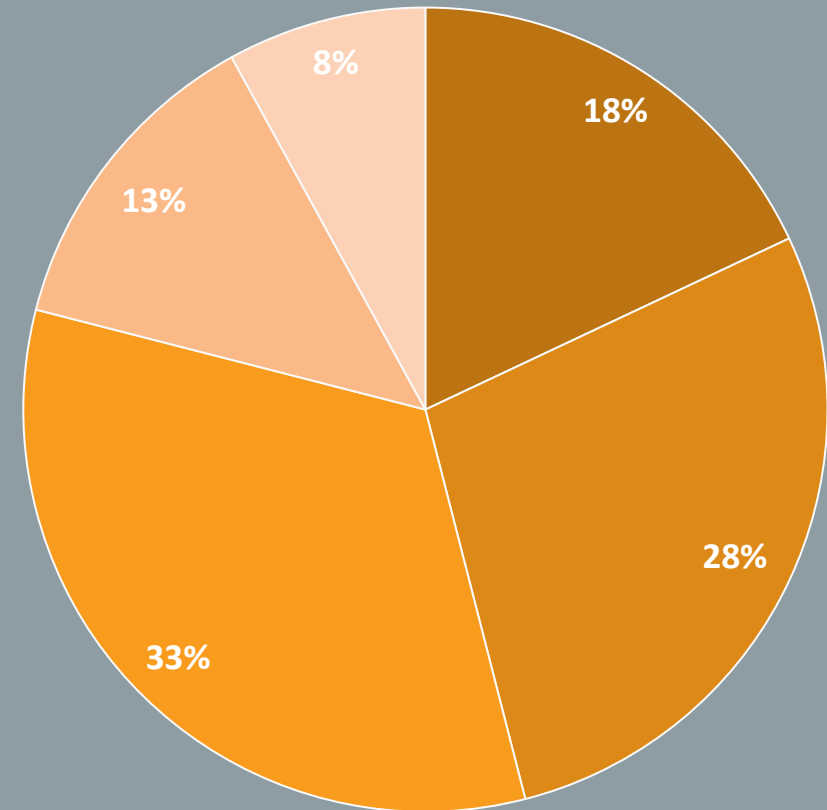
Wie verhalten sich übliche Bauteile bei Überflutung?

SCHADENSVERTEILUNG

Durchschnittliche Verteilung der **Wiederherstellungskosten** nach einem Überflutungsereignis bei Wohngebäuden (bei einer Überflutungshöhe über OK FF EG von 1,0 m)

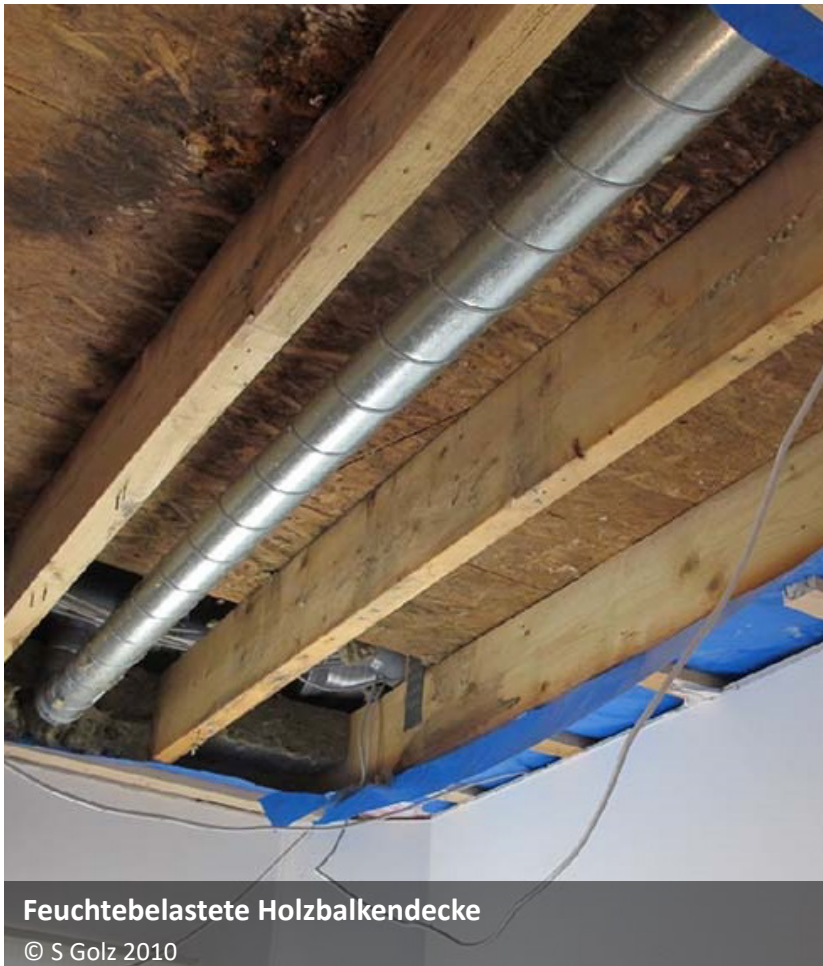
Analyse berücksichtigt insgesamt 28 Wohng Gebäudetypen, darunter auch Gebäudetypen aus England und Spanien

- Deckenkonstruktionen
- Fußbodenaufbau
- Außenwandkonstruktionen
- Innenwandkonstruktionen
- Fenster und Türen



Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

HOLZBALKENDECKE // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER



Füllstoffe / Schüttungen speichern erhebliche Wassermengen und führen aufgrund erhöhter Eigengewichte zur Überbelastung; Durchbiegungen und Verlust der Standsicherheit möglich

Auftriebsgefahr bei Füllstoffen mit geringer Rohdichte

Empfindliche Baustoffe im Bestand hinsichtlich Wasseraufnahme- und Trocknungsverhalten sowie Dimensionsstabilität

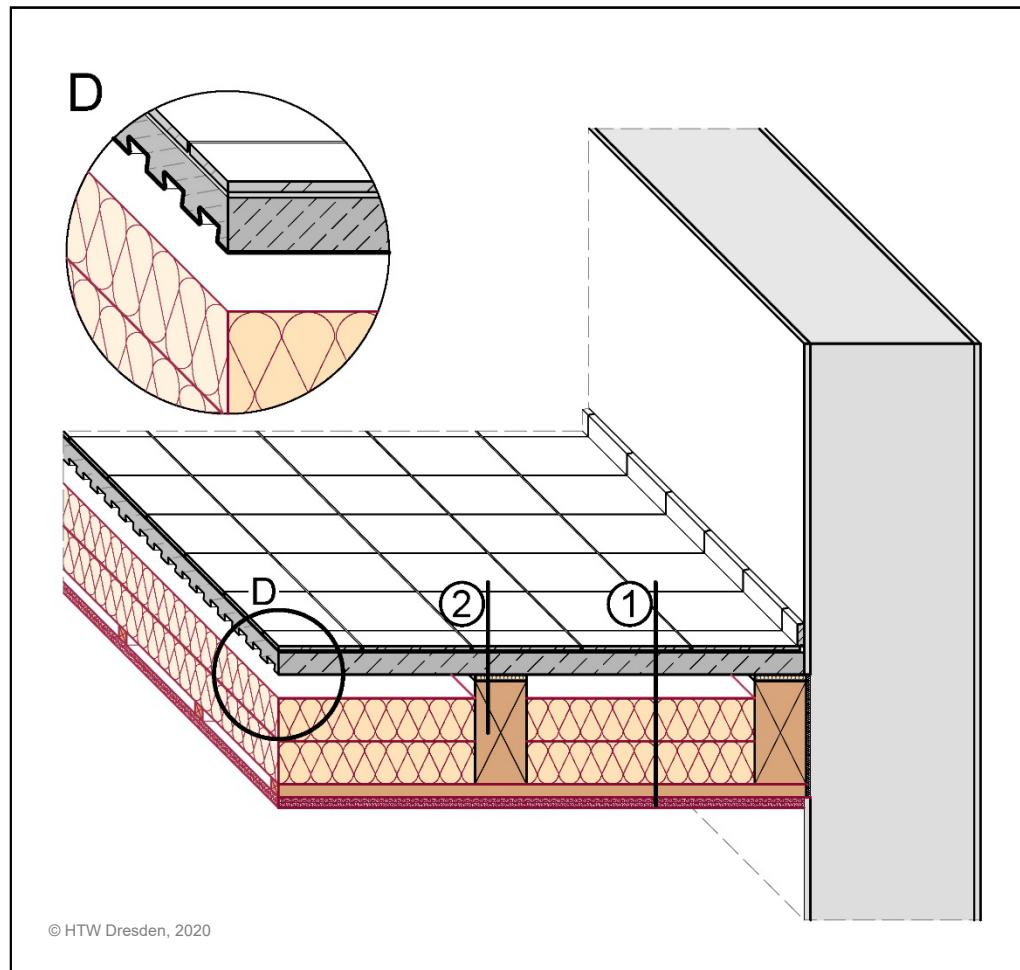
Freilegung der tragenden Holzbalken zur Trocknung erforderlich;
temporär fehlende Begehbarkeit der Deckenkonstruktion

Freilegung der Deckenaufleger notwendig, um Balkenköpfe wirksam zu trocknen

Zunehmende Wahrscheinlichkeit durch pilzlichen Holzschädlingbefall bei nicht vollständiger Trocknung → steigendes Schadensrisiko für die Rohdecke
(im Bestand: Trockenstarre holzerstörender Pilze berücksichtigen)

Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

HOLZBALKENDECKE // ZIEL DES BAUVORSORGEKONZEPTS



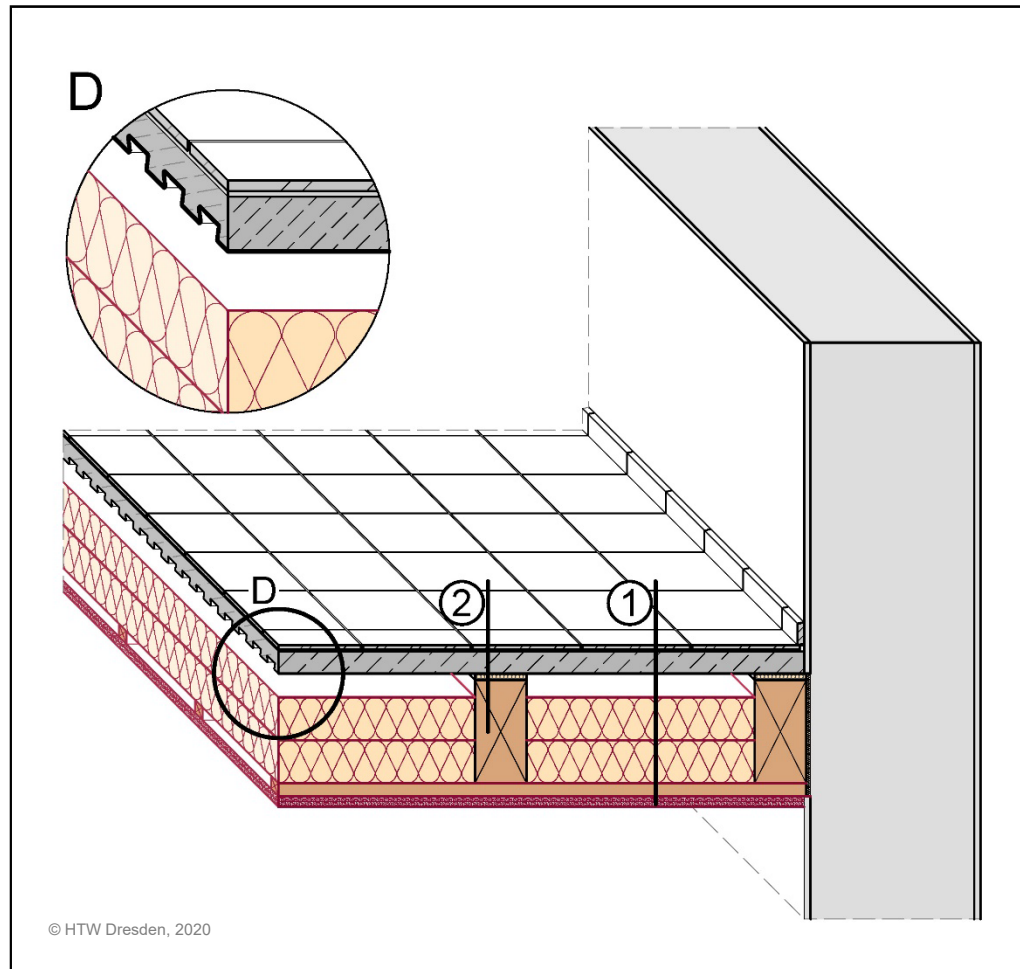
im Überflutungsfall dringt stets Wasser in die Konstruktion ein; deshalb ist mind. die Demontierbarkeit / Erreichbarkeit der Konstruktion von der Unterseite zur Gewährleistung der wirksamen Trocknung der Deckenbalken notwendig

Dämmstoffe (Mineralwolle) und Unterdecke (Gipskarton) können rasch und kostengünstig ersetzt werden

Verwendung wasserunempfindlicher Materialien (Stahlblechprofile, Zementestrich) auf der Deckenoberseite, so dass die Fußbodenkonstruktion oberhalb der Balkenlage nach Überflutung verbleiben kann und die Begehbarkeit / Nutzbarkeit der Geschosdecke uneingeschränkt bestehen bleibt

Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

HOLZBALKENDECKE // ZIEL DES BAUVORSORGEKONZEPTS



- 1** Regelaufbau Feld

 - 15 mm **Bodenfliesen**
Verlegung im Dünnbett
 - > 35 mm **Zementestrich**
 - 16 mm **Schwalbenschwanzprofiltafel**
Stahlblech, chromatisiert
 - 40 mm **Luftraum**
 - 200 mm **Deckenfüllung**
Mineralwolle, 2-Ig., d = 2 x 100 mm
 - 30 mm **Traglattung, 50 x 30 mm**
 - 25 mm **Gipskartonbauplatten**
2-Ig., d = 2 x 12,5 mm
- 2** Regelaufbau Balkenebene

 - 15 mm **Trittschalldämmstreifen**
 - 240 mm **Holzbalkenlage, 120 x 240 mm**

Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

MASSIVDECKE MIT SCHWIMMENDER FUSSBODENKONSTRUKTION // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER



keramische Bodenfliesen bilden keine wirksame Flächenabdichtung; Wasser und Schmutzfrachten können deshalb über Fugen und Randanschlüsse in die Schichtenfolge eindringen

feuchteempfindliche Estriche, wie etwa Calciumsulfat-Estrich, dürfen keiner erhöhten Feuchtebeanspruchung ausgesetzt sein (Dimensionsstabilität, Festigkeit)

hohe Wasseraufnahme und Verlust der Materialeigenschaften der Mineralfaserdämmung

Eingeschränkte Erreichbarkeit der Schichtenfolge für eine wirksame Bauteiltrocknung

Auftriebsgefahr für den Fußbodenaufbau, da Wasser zwischen beziehungsweise unter Dämmstoffschichten gelangen kann

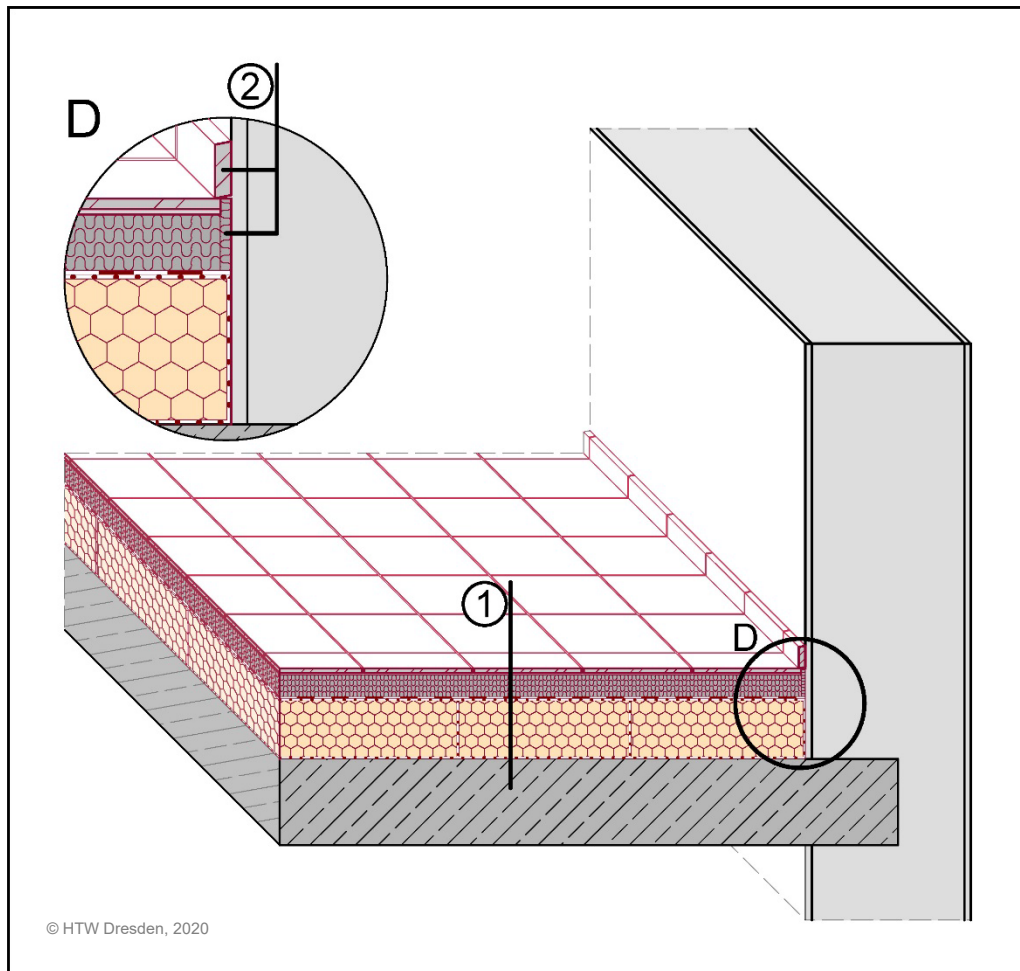
Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

MASSIVDECKE MIT SCHWIMMENDER FUSSBODENKONSTRUKTION // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER



Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

MASSIVDECKE MIT SCHWIMMENDER FUSSBODENKONSTRUKTION // ZIELE DES BAUVORSORGEKONZEPTS



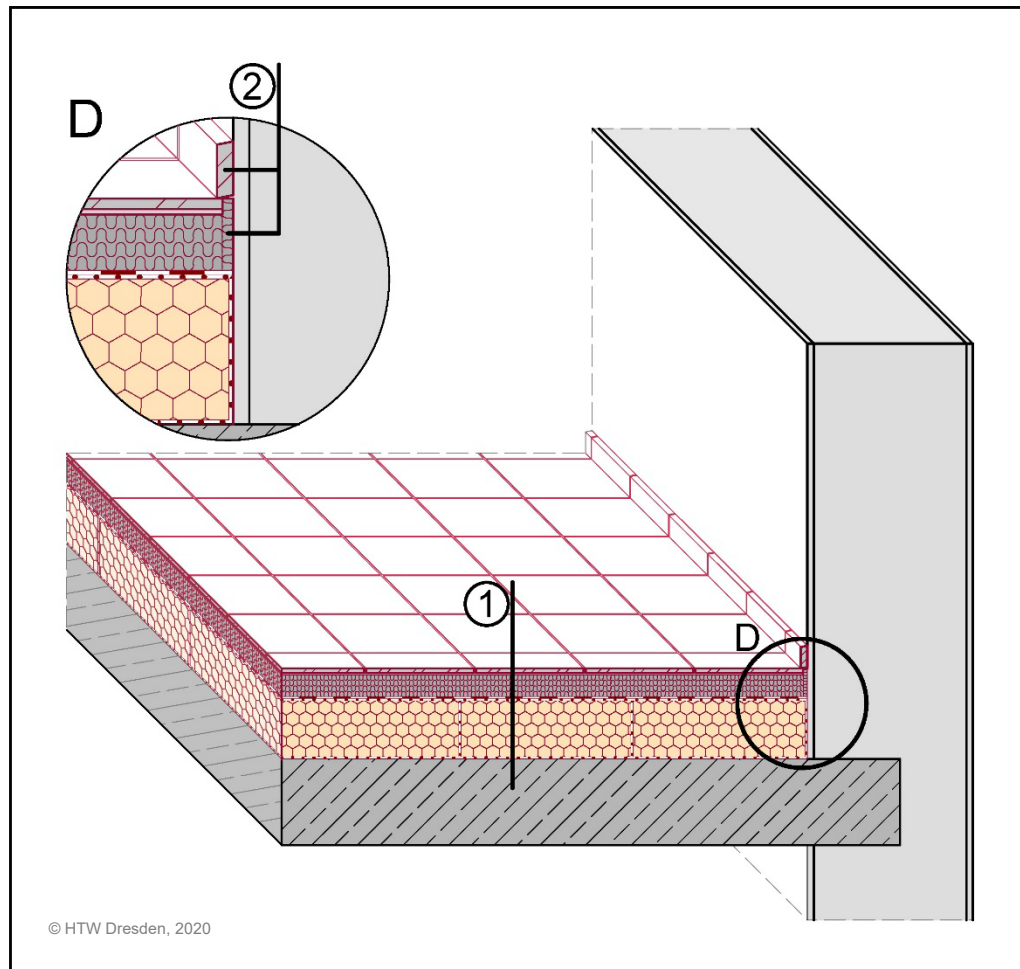
Herstellung eines hohlraumfreien Fußbodenaufbaus, um den Wassereintritt in die Schichtenfolge zu vermeiden und somit die Konstruktion gegen Durchfeuchtung und Auftrieb zu sichern

Integration wasserunempfindlicher Materialien (Schaumglas, Gussasphalt) in eine beständige Schichtenfolge mit keramischen Bodenfliesen als feuchteunempfindlichen Oberbelag

Schutzschicht über Schaumglas-Wärmedämmung vor Gussasphalteinbau sowie nachträgliche Verfüllung der Estrichrandfuge als wichtige Detailpunkte

Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

MASSIVDECKE MIT SCHWIMMENDER FUSSBODENKONSTRUKTION // ZIELE DES BAUVORSORGEKONZEPTS



- ① Regelaufbau
 - 15 mm **Bodenfliesen**
Verlegung im Dünnbett
 - 50 mm **Gussasphaltestrich**
 - 5 mm **Schutzschicht**
Bitumenschweißbahn, 1-lg.
 - 140 mm **Wärmedämmschicht**
Schaumglasplatten, vollflächig
und vollfugig in Heißbitumen
verlegt, Deckabstrich
- ② Detail
 - 10 mm **Sockelfliesen**
Heißbitumen
Fugenverguß nachträglich eingebracht

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMM-VERBUNDSYSTEM // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER BEI ÜBERFLUTUNG



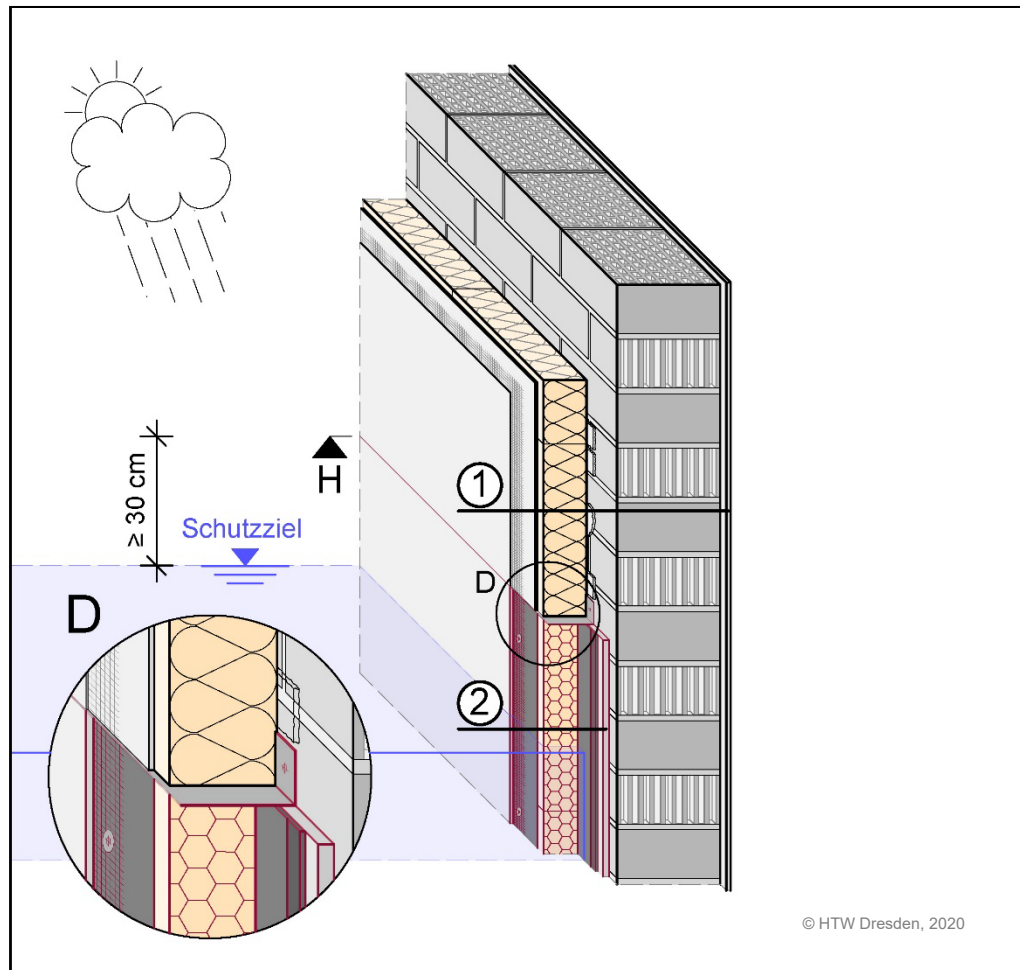
Wasser hinterläuft im Überflutungsfall die teilflächig geklebten **Fassadendämmplatten** und gelangt unmittelbar in die Verbundfuge zum Mauerwerk.

Den Haftverbund zwischen dem Mauerwerk und dem Wärmedämm-Verbundsystem gewährleistet ein planmäßig nicht vollflächig aufgezogener Klebemörtel. Als Folge der Durchfeuchtung kann die **Haftzugfestigkeit der Klebeverbindung nachlassen** und sich das System ablösen.

Die lasttragende Mauerwerkskonstruktion ist für eine rasche Trocknung **nur eingeschränkt erreichbar** (fehlende Demontierbarkeit des Wärmedämm-Verbundsystems).

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMM-VERBUNDSYSTEM // ZIELE DES BAUVORSORGEKONZEPTS



Integration des potenziell betroffenen Außenwandbereichs (bis mindestens 30 cm über das festgelegte Schutzziel) in ein Abdichtungskonzept gegen zeitweise von außen drückendes Wasser unterhalb der Dämmstoffebene, um die Wasseraufnahme bzw. die Wasserdurchlässigkeit der Wandkonstruktion zu minimieren

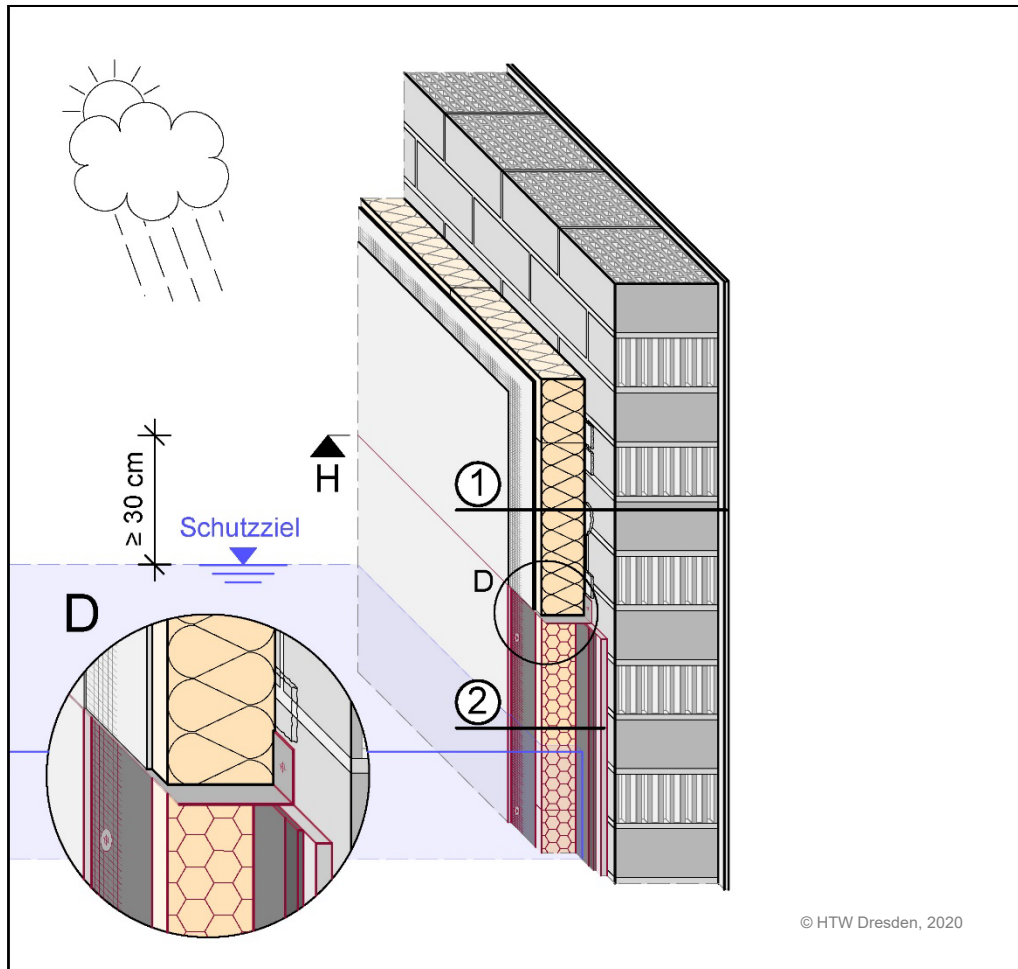
das vollflächige Aufziehen eines Bitumenkaltklebers führt zu einer hohlraumfreien Verbundfuge zwischen Dämmstoff und Abdichtungsebene; in Verbindung mit den vollfugig und rückseitig vollflächig geklebten Schaumglasplatten sowie mit dem zellfüllenden Kaltbitumen-deckabstrich entsteht eine gegen Überflutung robuste Schichtenfolge

die Wandbekleidung kann nach einem Überflutungsereignis verbleiben, sofern keine mechanischen Beschädigungen vorliegen

konstruktive Trennung der Fassadensysteme durch horizontale Gleitlagerprofile

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

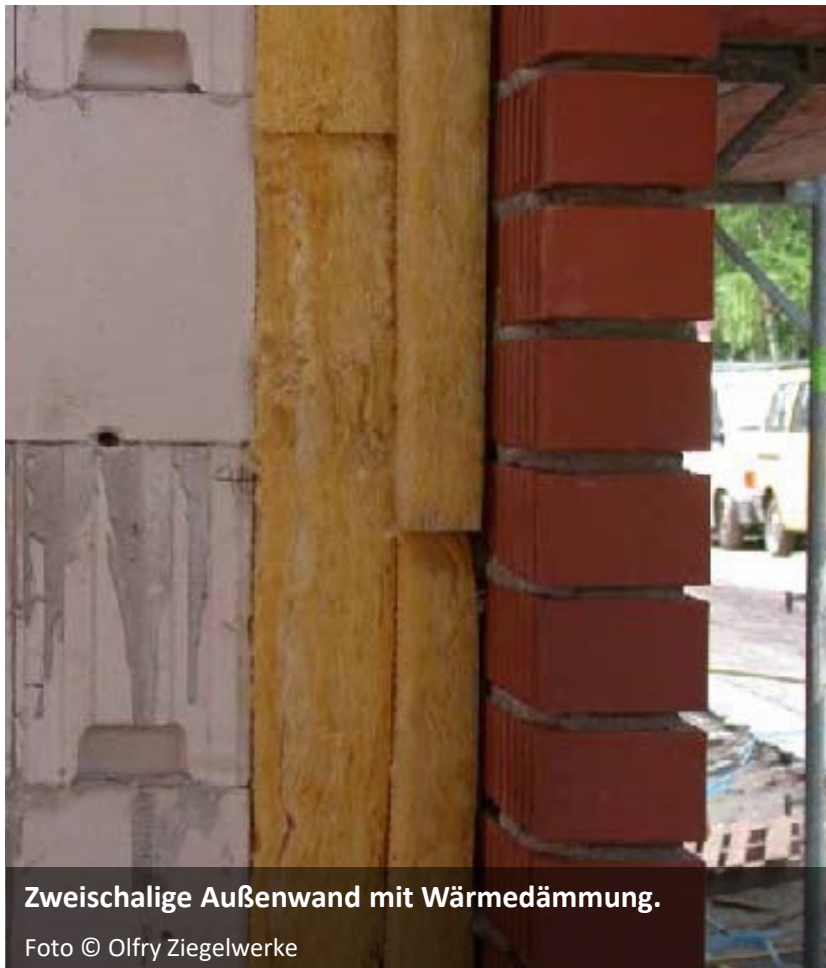
EINSCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMM-VERBUNDSYSTEM // ANGEPASSTER ZUSTAND



- ① nicht überflutungsgefährdeter Bereich
 - 2 mm **Oberputz**
 - 5 mm **Unterputz**
 - 100 mm **Wärmedämmschicht**
 - 240 mm **Mauerwerk**
 - 15 mm **Innenputz**
- ② überflutungsgefährdeter Bereich
 - 5 mm **Dickschichtputz**, mineralisch
Armierung, Textilglasgewebe
 - 2 mm **Deckabstrich**, Kaltbitumen
 - 80 mm **Wärmedämmschicht**
Schaumglas (vollflächig und vollfugig geklebt)
Bitumenkaltkleber
 - 5 mm **Vertikalabdichtung**
PMBC mit Gewebeeinlage
 - 15 mm **Ausgleichsputz**

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

ZWEISCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMMUNG // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER BEI ÜBERFLUTUNG



Wasser gelangt im Überflutungsfall hinter die gemauerte Vorsatzschale in den Belüftungsraum

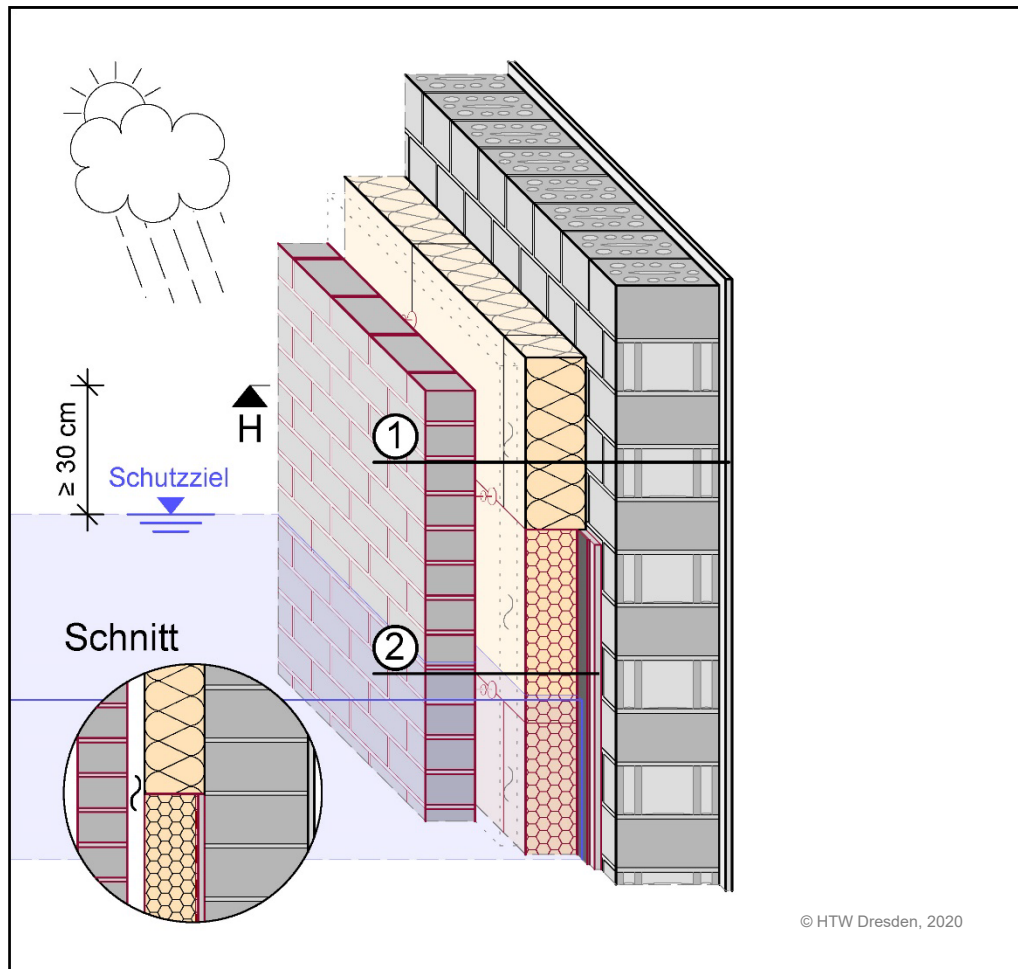
die intensive Wasserbeanspruchung führt zu erheblichen Feuchtegehalten im Gefüge der mineralischen Steinwolle-Fassadendämmplatten; damit verbunden sind vor allem Festigkeitsverluste und Formveränderungen („Zusammensacken“ infolge erhöhter Eigenlasten)

der Wassereintritt ins Fassadensystem führt auch zu einer direkten hygrischen Beanspruchung der Außenwand (Kalksandstein-Mauerwerk), wodurch sich die Notwendigkeit für eine Vertikalabdichtung oberhalb des Geländes ergibt

ein bedeutender Zwangspunkt mehrschaliger Mauerwerkskonstruktionen ist die unzureichende Erreichbarkeit des dämmstoffgefüllten Schalenzwischenraums; die Lage der Kerndämmung erschwert die Trocknung beziehungsweise den Austausch nach einem Überflutungsereignis erheblich

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

ZWEISCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMMUNG // ZIELE DES BAUVORSORGEKONZEPTS



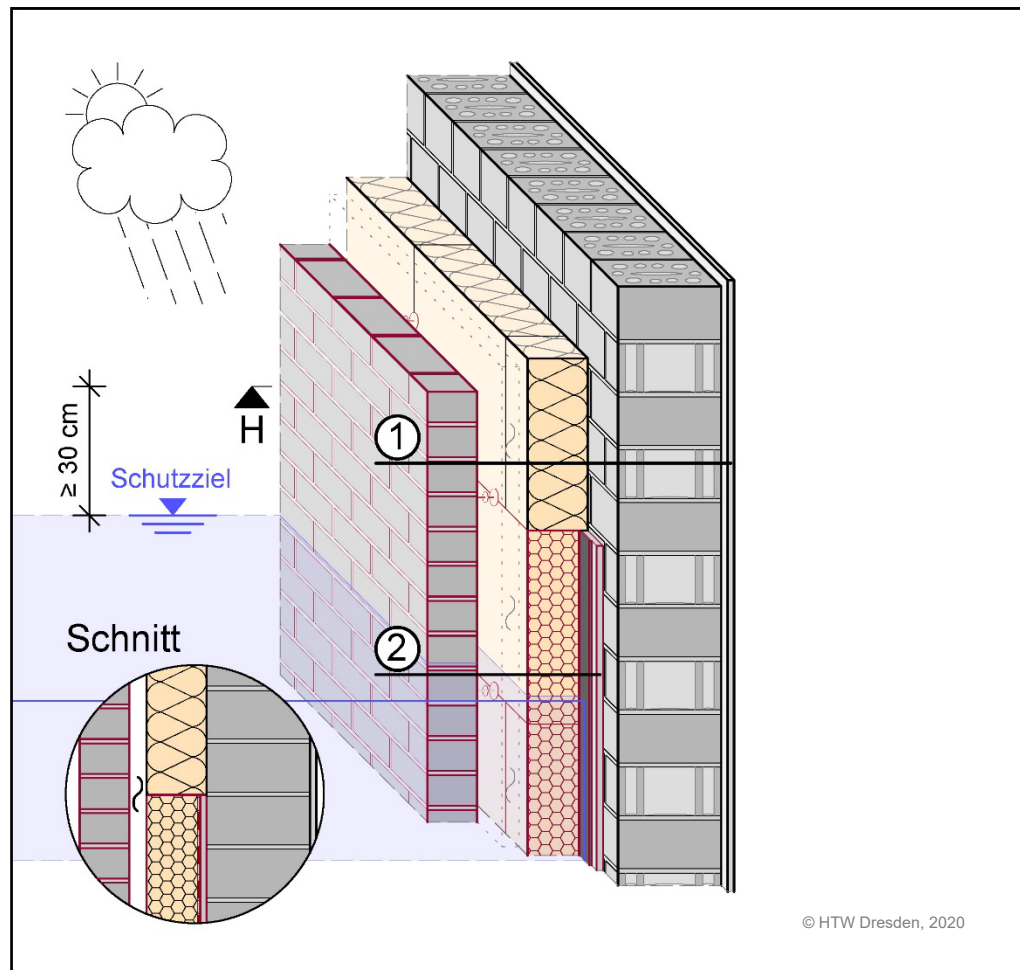
Minderung der Schadensanfälligkeit durch den Austausch der Mineralwolle-Dämmplatten bis in eine Höhe von mindestens 30 cm über dem Schutzziel

im flutgefährdeten Bereich fungieren eine kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (PMBC) als Vertikalabdichtung hinter der Wärmedämmschicht sowie vollfugig und vollflächig verklebte Schaumglasplatten als Wärmedämmschicht (hohlraumfreie Verbundfuge zwischen Dämmstoff und Abdichtungsebene)

oberhalb des flutgefährdeten Fassadenbereiches sind keine weiteren Vorsorgemaßnahmen erforderlich

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

ZWEISCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMMUNG // AUSGANGSZUSTAND



- ① nicht überflutungsgefährdeter Bereich
 - 115 mm **Vormauerschale (Klinker)**
 - 40 mm **Hinterlüftung**
 - 140 mm **Wärmedämmschicht**
 - 240 mm **Mauerwerk**
 - 15 mm **Innenputz**
- ② überflutungsgefährdeter Bereich
 - 115 mm **Vormauerschale (Klinker)**
 - 40 mm **Hinterlüftung**
 - 120 mm **Wärmedämmschicht**
Schaumglas (vollflächig und vollfugig geklebt)
 - Bitumenkaltkleber**
 - 5 mm **Vertikalabdichtung**
PMBC mit Gewebeeinlage
 - 15 mm **Ausgleichsputz**

Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

AUSSENWAND MIT VORGEHÄNGTER HINTERLÜFTETER FASSADE // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER



Im Überflutungsfall gelangt **Wasser** durch Luftspalten hinter die Fassadenpaneele in den **Belüftungsraum**.

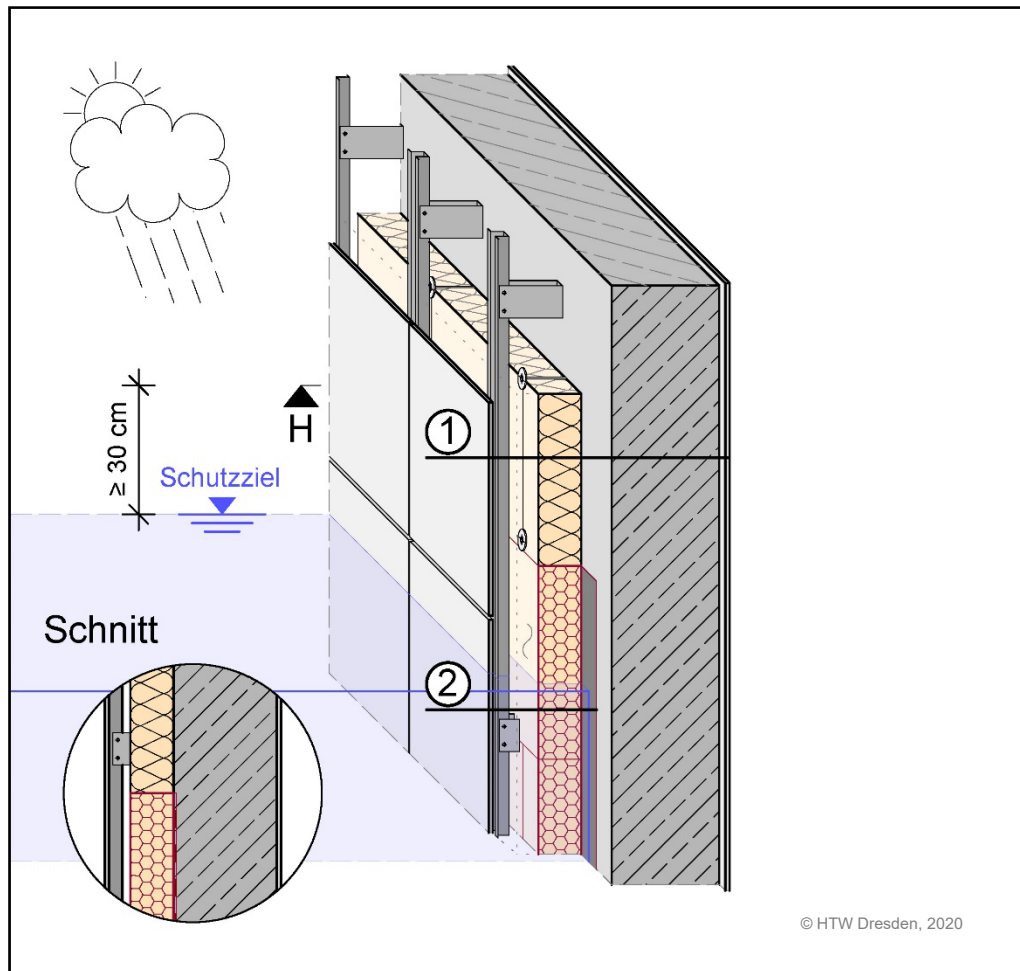
Die intensive Wasserbeanspruchung führt zu **erheblichen Feuchtegehalten** im Gefüge der mineralischen Steinwolle-Fassadendämmplatten. Damit verbunden sind vor allem Festigkeitsverluste und Formveränderungen („Zusammensacken“ infolge erhöhter Eigenlasten).

Der Wassereintritt ins Fassadensystem führt auch zu einer direkten hygrischen Beanspruchung der Außenwand, wodurch sich die Notwendigkeit für eine Vertikalabdichtung oberhalb des Geländes ergeben kann (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wandbaustoff).

ABER: Die **Fassadentafeln** sind mit vergleichsweise **geringem Aufwand demontierbar**, d. h. die Konstruktionsschichten sind für die Trocknung gut erreichbar

Wie lassen sich hochwasserbedingte Schäden mindern?

AUSSENWAND MIT VORGEHÄNGTER HINTERLÜFTETER FASSADE // ZIELE DES BAUVORSORGEKONZEPTS



Austausch der Steinwolle-Dämmplatten bis in eine Höhe von bis mindestens 30 cm über den festgelegten Bemessungswasserstand.

Eine kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (PMBC) bildet die Vertikalabdichtung hinter der Wärmedämmschicht.

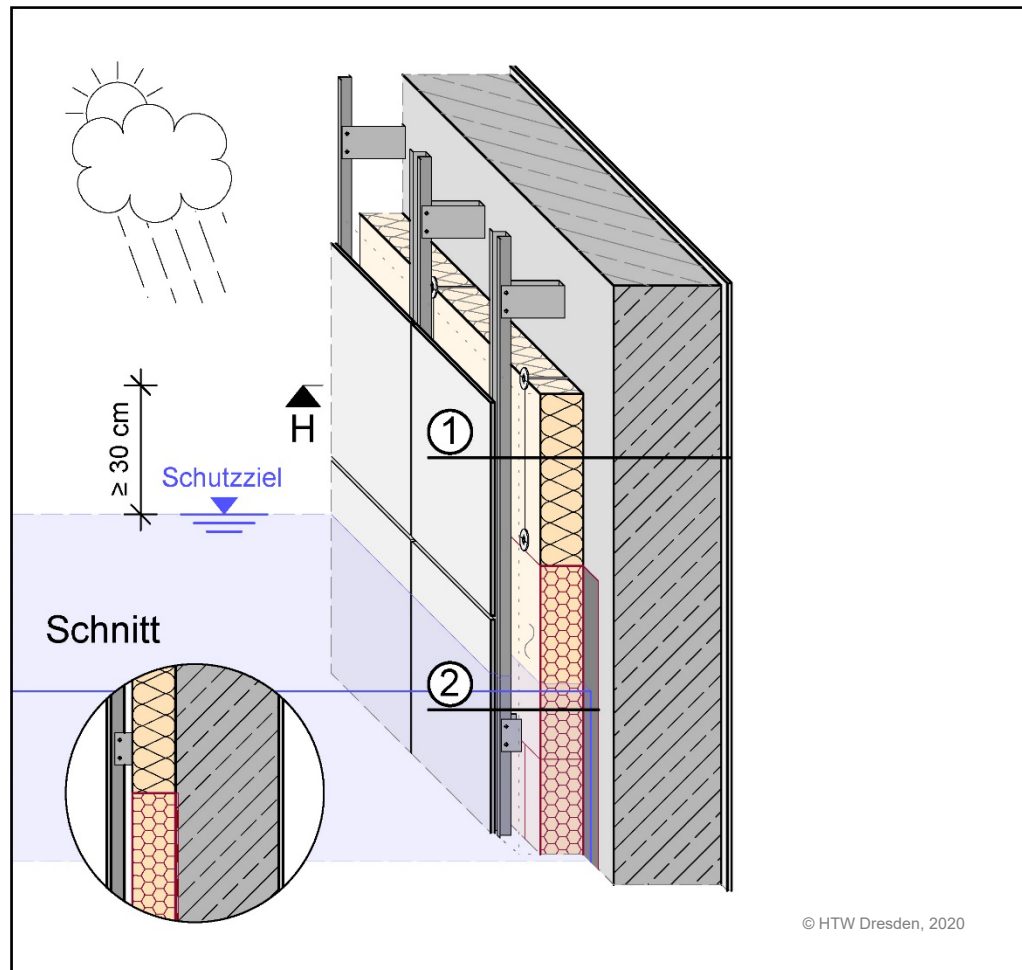
Vollfugig und vollflächig verklebte Schaumglasplatten dienen als Wärmedämmschicht und bilden eine hohlraumfreie Verbundfuge zwischen Dämmstoff und Abdichtungsebene.

Oberhalb des flutgefährdeten Fassadenbereiches sind keine weiteren Vorsorgemaßnahmen erforderlich.

Die Konstruktion der Vorhangfassade kann nach einem Überflutungsereignis verbleiben, sofern keine mechanischen Beschädigungen vorliegen. Die temporäre Demontage von Fassadenbekleidungen für Reinigungsmaßnahmen ist durch Lösen der Verbindungen möglich.

Wie lassen sich hochwasserbedingte Schäden mindern?

AUSSENWAND MIT VORGEHÄNGTER HINTERLÜFTETER FASSADE // ANGEPASSTER ZUSTAND



- ① nicht überflutungsgefährdeter Bereich
 - 10 mm Fassadenbekleidung
 - 30 mm vertikales Tragprofil
 - Hinterlüftung
 - 100 mm Wärmedämmschicht
 - 250 mm Stahlbetonwand
 - 10 mm Innenputz
- ② überflutungsgefährdeter Bereich
 - 10 mm Fassadenbekleidung
 - 30 mm vertikales Tragprofil
 - Hinterlüftung
 - 100 mm Wärmedämmschicht
 - Schaumglas, vollflächig und vollfugig verklebt
 - Bitumenkaltkleber
 - Vertikalabdichtung
 - PMBC mit Gewebeeinlage auf Kratzspachtelung

A photograph of a modern, multi-story brick building with balconies, partially submerged in floodwater. The water is murky brown and reaches up to the ground floor. In the foreground, a closed white patio umbrella stands on a metal pole. To the right, a glass-fronted building is partially visible. The sky is overcast and grey.

Hochwasserschäden an Gebäuden

Was sind Konzepte und Maßnahmen der Bauvorsorge?