

# VERMINDERUNG ÜBERFLUTUNGSBEDINGTER SCHÄDEN AN GEBÄUDEN

HANDLUNGSANLEITUNG FÜR  
KLIMAGERECHTES BAUEN UND SANIEREN



MACH MIT.  
**BAU NACHHALTIG.**  
Energieeffizientes Bauen in Sachsen



**saena**  
Sächsische  
Energieagentur GmbH



**Hinweis zur sprachlichen Gleichstellung:**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit wird auf die Anwendung der Transgender-  
sprache verzichtet. Personen- und Funktionsbezeichnungen gelten für alle Geschlechtsidentitäten.

<b>1. Ausgangssituation</b>	<b>4</b>
<b>2. Eindringwege des Wassers in Gebäude</b>	<b>5</b>
<b>3. Bewertung der Schadensanfälligkeit</b>	<b>6</b>
<b>4. Typische Schadensbilder und zugehörige Schadensmechanismen</b>	<b>7</b>
<b>5. Grundlegende Vorsorgekonzepte</b>	<b>9</b>
5.1 Konzept „Ausweichen“	10
5.2 Konzept „Widerstehen“	10
5.3 Konzept „Anpassen“	11
<b>6. Umsetzung der Bauvorsorgekonzepte an einem Wohn- und Geschäftshaus</b>	<b>15</b>
<b>7. Vorstellung des Bewertungsinstrumentes „Sächsischer Hochwasservorsorgeausweis“</b>	<b>18</b>
<b>8. Checkliste</b>	<b>20</b>
<b>9. Literatur</b>	<b>21</b>
<b>Impressum</b>	<b>23</b>

## 1. Ausgangssituation

Hochwasserereignisse, die durch komplexe meteorologische, hydrologische und hydraulische Wirkungszusammenhänge entstehen, können unter bestimmten Randbedingungen Siedlungsbereiche überfluten. Dort wirkt das Hochwasser auf Gebäude und deren Inventar (Abbildung 1), auf Infrastrukturen sowie Außenanlagen ein. Dabei entstehen in der Regel spezifische Schäden. Das damit verbundene Risiko für die Gesellschaft wächst, sowohl durch gesellschaftliche Entwicklungen als auch durch allmähliche Veränderungen der Umwelt, mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig weiter an. Die Betroffenheit und die Schadensanfälligkeit von Wohn- und Nichtwohngebäuden nehmen durch eine steigende Besiedlungsintensität und eine fortschreitende Wertekonzentration weiter zu. Darüber hinaus ist es wahrscheinlich, dass meteorologisch bedingte Naturgefahren als Folge des Klimawandels sich verschärfen (IPCC 2018). Diese Veränderungen und Entwicklungen verdeutlichen den wachsenden Bedarf an Konzepten zur Minderung überflutungsbedingter Schäden an Gebäuden.

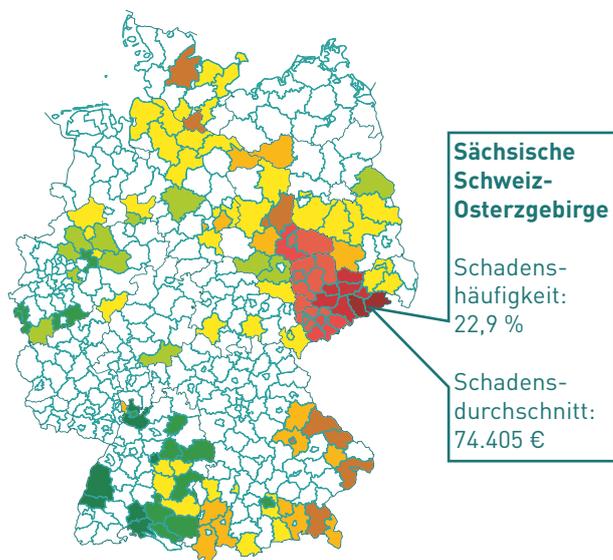
In den letzten beiden Dekaden waren derartige Hochwasserereignisse in Deutschland und anderen europäischen Ländern



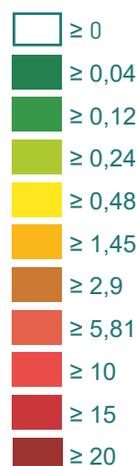
Abbildung 1: Hochwasserereignisse führen verstärkt zu Schäden an Gebäuden und Inventar, so wie in diesem Seminarraum nach nahezu vollständiger Überflutung. Die Fußbodenkonstruktion wurde durch Auftriebskräfte zerstört.

### August-Hochwasser 2002

Anzahl der Schäden	107.000
Schadensaufwand	1,8 Mrd. €
Max. Schaden am Einfamilienhaus	400.000 €
Schadensdurchschnitt an Wohngebäuden	13.500 €



Schadenshäufigkeit



### Juni-Hochwasser 2013

Anzahl der Schäden	120.000
Schadensaufwand	1,65 Mrd. €
Max. Schaden am Einfamilienhaus	513.000 €
Schadensdurchschnitt an Wohngebäuden	19.500 €

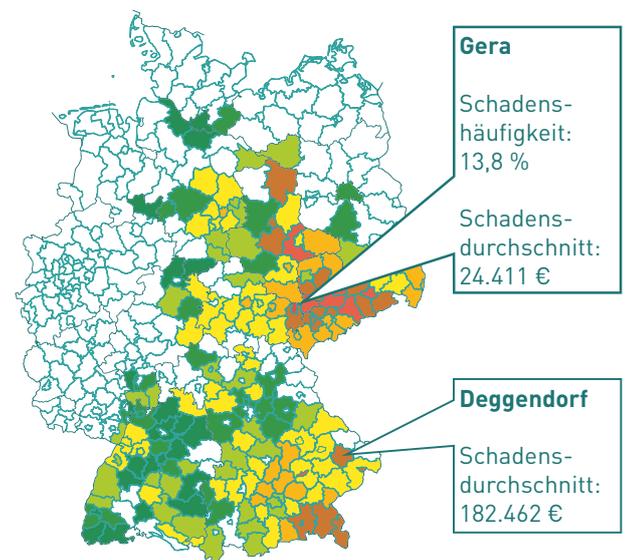


Abbildung 2: Elementarschäden zu Hochwasserereignissen, dargestellt als Schadenshäufigkeit (Verhältnis der Anzahl der Schäden zur Anzahl ganzjähriger Elementarversicherungsverträge) je Landkreis, Datengrundlage: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV): Naturgefahrenreport 2016 – Die Schaden-Chronik der deutschen Versicherer in Zahlen, Stimmen und Ereignissen. Berlin, 2016

häufiger und verursachten Todesfälle sowie volkswirtschaftlich bedeutsame Schadenshöhen (Abbildung 2). Als Ursachen für derartige Überflutungen kommen Starkregenereignisse, Flusshochwasser, ein Anstieg des Grundwassers oder Rückstau im Kanalisationssystem in Betracht. Ein vollständiger technischer Hochwasserschutz ist für überschwemmungsgefährdete Siedlungsbereiche oftmals weder praktisch umsetzbar noch wirtschaftlich angemessen. Deshalb bilden objektspezifische Maßnahmen, und hierbei insbesondere die baukonstruktiv-haustechnische Anpassung der gefährdeten Gebäude, einen wichtigen Baustein zur Reduzierung zukünftiger Hochwasserschäden an bestehenden Gebäuden.

Für die Auswahl von wirksamen Bauvorsorgemaßnahmen sind nicht nur Kenntnisse zu den standortbezogenen Hochwassergefahren erforderlich, sondern auch zur Anfälligkeit der Baukonstruktion und Gebäudetechnik gegenüber unterschiedlichen Überflutungseinwirkungen und den zu erwartenden negativen Konsequenzen. Mit diesen Informationen können Risiken ermittelt und anschließend bewertet werden.

#### Informationsquellen zu grundlegenden Ansätzen der Bauvorsorge

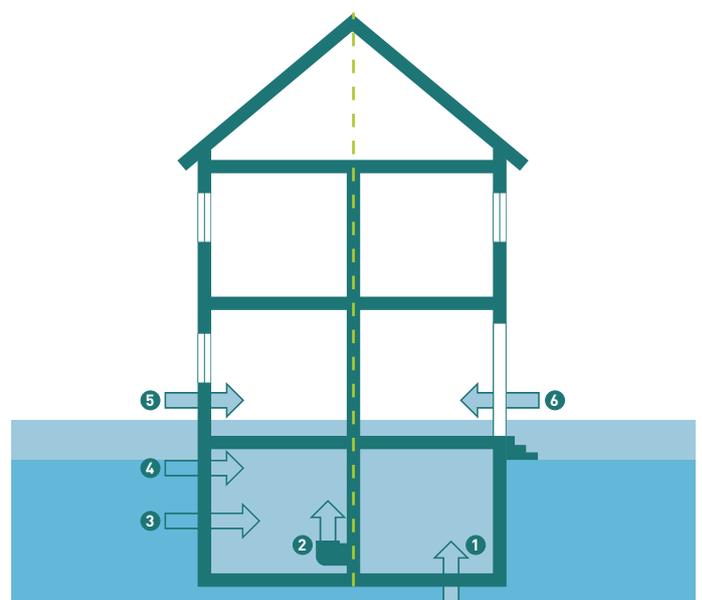
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) (2018). Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge. 8. Auflage. Berlin: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI)
- VdS 6002 (2021): Baukonstruktive Überflutungsvorsorge. Köln: VdS Schadensverhütung GmbH.
- Golz, S.; Naumann, T. (2020): Bautechnische Überflutungsvorsorge für Wohngebäude und kleingewerblich genutzte Gebäude. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:520-qucosa2-714162>
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2016). DWA-Merkblatt M 553 – Hochwasserangepasstes Planen und Bauen. Hennef: DWA
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.) (2006). VDI 6004, Blatt 1: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen. Richtlinien des VDI. Berlin: Beuth Verlag.
- Weller, B., Fahrion, M.-S., Horn, S., Naumann, T. & Nikolowski, J. (2016). Baukonstruktion im Klimawandel. Wiesbaden: Springer Vieweg

## 2. Eindringwege des Wassers in Gebäude

Eine wichtige Grundlage zur Entwicklung von wirksamen, objektbezogenen Maßnahmen der Bauvorsorge ist die Kenntnis der im Überflutungsfall möglichen Eindringwege des Wassers in ein Gebäude. Abbildung 3 zeigt sechs grundlegende Wassereintrittsmöglichkeiten an einem schematisch dargestellten Beispielgebäude.

- 1 Eintritt von Grundwasser durch Kellerwände und Sohle
- 2 Eintritt von rückstauendem Wasser aus der Kanalisation
- 3 Eintritt von Grundwasser durch nicht druckwasserdichte Wanddurchführungen
- 4 Eintritt von Oberflächenwasser durch Lichtschächte oder Kellerfenster
- 5 Eintritt von Oberflächenwasser durch Außenwände
- 6 Eintritt von Oberflächenwasser durch Gebäudeöffnungen (Fenster, Türen)

Abbildung 3: Grundlegende Wassereintrittsmöglichkeiten, dargestellt an einem schematischen Beispielgebäude. In Anlehnung an: BMI 2018.



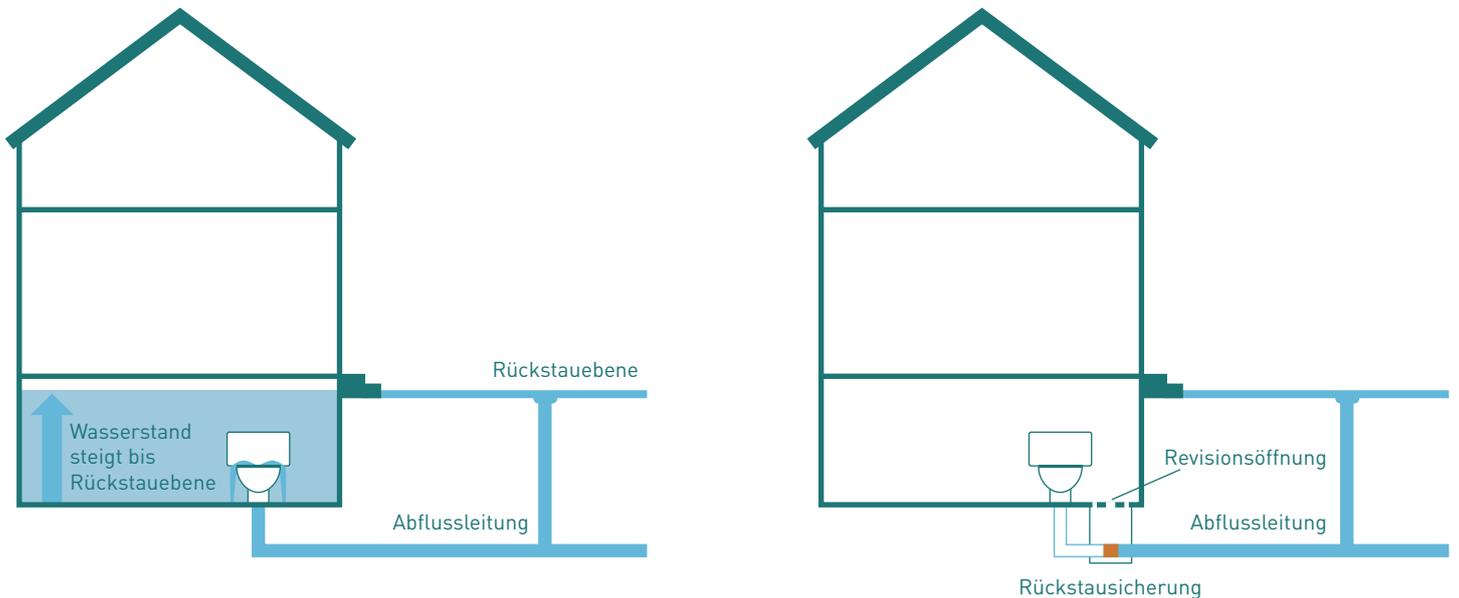


Abbildung 4: Eine fehlende Rückstausicherung kann zu einem erheblichen Schaden führen, der durch geeignete Schutzmaßnahmen verhindert werden könnte. Links: ohne Rückstausicherung, Rechts: mit Rückstausicherung.

### Schutz vor Rückstau

Ein Überflutungsereignis geht häufig mit einer Erhöhung des Wasserspiegels in der Kanalisation einher. Da ein Gebäude in der Regel an die öffentliche Kanalisation angeschlossen ist, kann sich dieser erhöhte Wasserspiegel über Abflussleitungen und Hausanschlüsse bis in das Gebäude zurückstauen. So kann beispielsweise über Sanitäreinrichtungen Wasser in ein Gebäude eindringen. Der maximal mögliche Wasserstand in der Kanalisation ist in der Abwassertechnik als Rückstauenebene definiert. In vielen Fällen ist er mit der Straßenoberkante gleichzusetzen. In überflutunggefährdeten Bereichen liegt jedoch der zu erwartende Wasserstand oftmals über der Rückstauenebene und ist somit für einen möglichen Rückstau in der Kanalisation wesentlich. Für diesen Wasserstand sind geeignete Sicherungen gegen Rückstau, etwa durch Rückstauverschlüsse oder Abwasserhebeanlagen mit Rückstauschleife, zu realisieren. An das Rückstausicherungssystem dürfen jedoch nur solche Entwässerungsgegenstände angeschlossen werden, die unterhalb des zu erwartenden Wasserstandes liegen, damit die Entwässerung höher liegender Geschosse unabhängig von der Rückstausicherung erfolgen kann.

## 3. Bewertung der Schadensanfälligkeit

Durch das Eindringen von Wasser in ein Gebäude werden Baukonstruktionen unplanmäßig, in unterschiedlicher Dauer, durch Feuchte beansprucht. Inwieweit dadurch der Feuchtegehalt zunimmt, hängt vom jeweiligen Wasseraufnahmeverhalten der verwendeten Baustoffe ab, das maßgeblich durch deren spezifische Eigenschaften, wie etwa Porosität, Porengeometrie und Porengrößenverteilung, beeinflusst wird (Abbildung 5). Die kapillare Wasseraufnahme ist zum Beispiel nur dann möglich, wenn die im Baustoffgefüge vorhandenen Poren zugänglich sind und einen bestimmten Radius nicht über- bzw. unterschreiten. Bei lang anhaltender Wasserbeanspruchung bzw. bei erzwungener Wasseraufnahme unter Druck werden größere Luftporen mit Wasser gefüllt. Kleinere Mikroporen sind hingegen lediglich für Wasserdampf durchlässig, so dass eine kapillare Wasseraufnahme nicht möglich ist. Aus diesem Grund weist der Feuchtegehalt von verschiedenen Baustoffen nach gleicher Überflutungsdauer teilweise große Unterschiede auf.

Infolge der Wasseraufnahme verändern sich in der Regel die mechanischen und physikalischen Eigenschaftswerte von Baustoffen und Baukonstruktionen nachteilig, wie etwa die Festigkeit, die Dimensions- bzw. Volumenstabilität oder die Wärmeleitfähigkeit. Die Bewertung der Schadensanfälligkeit basiert dabei auf den nachfolgenden Kriterien (vgl. Golz & Naumann (2020), VdS 6002 (2021)):

- Festigkeitsverhalten
- Form- und Volumenbeständigkeit (Dimensionsstabilität)
- Wasseraufnahmeverhalten
- Trocknungsverhalten
- Erreichbarkeit und Demontierbarkeit
- Widerstandsfähigkeit gegenüber holzschädigenden Pilzen und anderen Schädlingen

Anhand dieser Kriterien lässt sich beurteilen, inwieweit und mit welchem Sanierungsaufwand ein Baustoff nach einem Überflutungsereignis weiterverwendet werden kann. Somit gelingt eine nachvollziehbare Differenzierung in vorteilhafte und nachteilige Konstruktionslösungen.

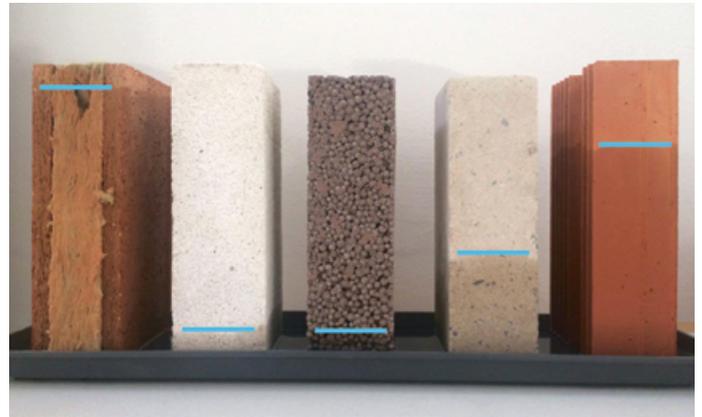


Abbildung 5: Kapillares Saugvermögen verschiedener poröser, mineralischer Wandbaustoffe, nach teilweiser Wasserlagerung unter gleichen Randbedingungen, zur Beschreibung ihres Wasseraufnahmeverhaltens (DIN EN ISO 15148:2016-12). Von links nach rechts: (1) Hochlochziegel mit integrierter Mineralfaser-Wärmedämmung, (2) Porenbeton-Planstein, (3) Zementgebundener Mauerstein mit Blähton-Zuschlägen, (4) Leichtbeton-Blockstein, (5) Hochlochziegel.

## 4. Typische Schadensbilder und zugehörige Schadensmechanismen

Um konstruktionsspezifische Schadensschwerpunkte, Schadensmechanismen und Schwachpunkte für wesentliche Baukonstruktionen beschreiben zu können, ist eine präzise Analyse von Gebäuden, die durch Überflutungen in der Vergangenheit geschädigt wurden, unerlässlich. Eine Überflutung verursacht dabei immer eine intensive Feuchtebelastung von unterschiedlicher Dauer. Der Umfang der daraus resultierenden Konsequenzen für die jeweiligen Baumaterialien ist von den zuvor beschriebenen Kriterien abhängig. Zeitgemäß werden jedoch diese Baumaterialien normalerweise als mehrschichtige, manchmal auch mehrschalige baukonstruktive Schichtenfolgen verbaut. Um die entstehenden Schäden an einer Wand-, Decken- oder Fußbodenkonstruktion zu verringern, ist folglich das Verhalten der **gesamten Schichtenfolge** unter Einwirkung einer Überflutung zu betrachten. Dabei stellen die nachfolgend am Beispiel von Decken- und Fußbodenkonstruktionen

vorgestellten konstruktionsspezifischen Probleme eine wichtige Grundlage dar.

Decken- und Fußbodenkonstruktionen sind meistens sehr stark durch Überflutungen betroffen. Dabei entstehen umfangreiche sowie intensive Schäden, sowohl an der Baukonstruktion als auch an ggf. in der Deckenebene verbauten haustechnischen Anlagen (z. B. Wärmeverteilung über wasserführende Heizleitungen, Wasserleitungen, Fußbodenheizung). Die i. d. R. aus Rohdecke, Fußbodenaufbau und Unterdecke bestehende Schichtenfolge einer Deckenkonstruktion ist dabei als Verbundkonstruktion anzusehen. Da bautechnische Versuche zur einseitigen „Abdichtung“ von Deckenkonstruktionen im Überflutungsfall oftmals nicht die gewünschte Verbesserung der Schadensanfälligkeit bewirken, sind insbesondere solche Vorsorgemaßnahmen sinnvoll, die die gesamte Schichtenfolge berücksichtigen.



Abbildung 6: Links: Hochwasserschaden an einer historischen Holzbalkendecke: Durch die erhöhte Eigenlast nach vollständiger Überflutung sind Schalung und Deckenfüllung (Lehmschlag) abgestürzt. Rechts: Freigelegter Gewölberücken an einer gemauerten Kappendecke: Der Fußbodenaufbau musste wegen vollständiger Überflutung zurückgebaut werden.

Eine leicht nachvollziehbare Grundregel ist, dass Massivdecken überflutungsbedingt weniger geschädigt werden als Konstruktionen aus Holz bzw. Holzwerkstoffen. Nach einer Überflutung müssen Deckenbalken und andere Bauteile aus Holz vollständig freigelegt und ausgetrocknet werden, da eine längerfristig erhöhte Holzfeuchte einen Befall durch holzschädigende Pilze (z. B. Echter Hausschwamm, Weißer Porenschwamm) begünstigt. Hierfür sind umfangreiche bauliche Maßnahmen unumgänglich.

Die nicht selten vorhandenen Stahlbauteile und Deckenfüllkörper (z. B. aus gebrannten Ziegeln, Gipsbaustoffen oder Leichtbeton), die überwiegend im Altbau verbaute Massivdecken aufweisen, erhöhen den Instandsetzungs- und Trocknungsaufwand nach einem Überflutungserreignis. Hingegen sind Decken aus massiven Stahlbetonplatten besonders robust, da der Werkstoff Stahlbeton mit seiner Struktur und Porosität unter Wasserbeanspruchung weder zu einer hohen Wasseraufnahme neigt noch die Struktur grundlegend geschädigt wird.

Eine weitere, weit verbreitete Konstruktionsform im Gebäudebestand, insbesondere für Kellerdecken, stellen gewölbte Massivdecken aus gebrannten Mauerziegeln oder Natursteinen dar. Auch diese Konstruktionen verfügen über eine gewisse Robustheit. Jedoch können solche Decken durch ein Ausweichen der Auflager während einer Überflutung strukturell geschädigt werden. Ebenso ist zu beachten, dass nach einer Überflutung das Freilegen und Instandsetzen des Gewölberückens (Oberseite) aufgrund der größeren Höhendifferenzen mit erhöhtem baulichem Aufwand verbunden ist.

Darüber hinaus entstehen Schäden innerhalb der Schichtenfolge von Fußbodenkonstruktionen insbesondere an vielen verbreiteten Dämmstoffen zur Wärme- und Trittschalldämmung. Aufgrund der aufwendigen, technischen Trocknung der durchfeuchteten Dämmstoffschichten ist in vielen Fällen der Austausch dieser Schichten bis zur Rohdecke die technisch und teilweise auch wirtschaftlich zu empfehlendere Methode zur Instandsetzung.

Innerhalb von überstauten Fußbodenkonstruktionen können durch Wärmedämmstoffe auch erhebliche Auftriebskräfte auf die darüber liegenden Schichten wirken und eventuell ein „Aufschwimmen“ dieser Schichten hervorrufen (Abbildung 7). Durch dauerhafte oder zeitweilige Auflasten während des Flutereignisses kann dies verhindert werden.

Unter den Estrichkonstruktionen sind Calciumsulfatestriche oder Trockenestrichlösungen für flutgefährdete Gebäudeteile grundsätzlich weniger geeignet als Gussasphalt- oder Zementestriche. Die Volumenvergrößerung bei langer intensiver Wasserbeanspruchung der im Wohnungsbau weit verbreiteten Calciumsulfatestriche macht deren Austausch unvermeidlich. Der Einsatz von Schaumglas-Dämmschichten in Heißbitumen und/oder von Gussasphaltestrichen bei überflutungsgefährdeten Gebäuden hat sich in der Baupraxis als sinnvoll erwiesen.

Sofern in den Schichtenfolgen feuchteempfindliche Holzwerkstoffe wie z. B. Laminatböden, Spanplatten, OSB-Platten, Holzbauteile wie Parkett und Dielenböden oder gipsgebundene Tro-



Abbildung 7: Schadensbilder an Fußbodenkonstruktionen mit verschiedenen Estricharten. Links: Zementestrich durch Auftriebskraft der Wärmedämmschicht (15 cm) zerstört. Mitte: Calciumsulfatestrich durch Auftriebskraft und Volumenvergrößerung zerstört. Rechts: Gussasphaltestrich durch Auftriebskraft des oberseitig verklebten Parkettbodens zerstört.

ckenbauelemente vorhanden sind, verformen sich diese unter Wassereinwirkung irreparabel, so dass ihre Weiternutzung unmöglich wird. Dicht gebrannte Bodenfliesen sind im Überflutungsfall aufgrund ihrer Materialeigenschaften, wie Form- und Volumenbeständigkeit bzw. Wasseraufnahmeverhalten, als vergleichsweise robust zu bewerten. Jedoch verhindern dichte Fliesen- und Plattenbeläge ohne zusätzliche Flächenabdichtungen im Überflutungsfall das Eindringen von Feuchtigkeit in tiefere Schichten nicht. Deshalb kommt es mindestens im Fugenraster sowie im Bereich von Rand- oder Bewegungsfugen bei nicht kurzzeitiger Überflutung zu einem Feuchtezutritt in angrenzende Fußboden- oder Wandbereiche. Sind hier feuchteempfindliche Materialien vorhanden, so ist wiederum mit einem nicht zu unterschätzenden Austrocknungs- und Instandsetzungsaufwand zu rechnen. Besser ist es deshalb, robuste Bodenfliesen, einschließlich einer zugehörigen Verbundabdichtung, direkt auf mineralischen Baustoffen mit geringen Wasseraufnahmekoeffizienten zu verlegen und auf besonders verletzbare Konstruktionselemente in der Schichtenfolge zu verzichten.

## 5. Grundlegende Vorsorgekonzepte

Objektspezifische Maßnahmen der Bauvorsorge können die nachteiligen Folgen zukünftiger Überflutungsereignisse für das baukonstruktive Gefüge, die Haustechnik und das Inventar von Gebäuden reduzieren. Für die Planung und Umsetzung solcher Bauvorsorgemaßnahmen wurden in den letzten Jahren mehrere themenspezifische Publikationen und Regelwerke erarbeitet (VDI 2006, DWA 2016). Alle Maßnahmen der Bauvorsorge können dabei drei grundsätzlichen Konzepten zugeordnet werden: Ausweichen, Widerstehen und Anpassen (DWA 2016). Nach einer objektbezogenen Überprüfung der schadensmindernden Wirkungen der drei Konzepte wird sich in den überwiegenden Fällen eine Kombination aus Maßnahmen mehrerer Bauvorsorgekonzepte als Vorzugsvariante erweisen.

### Hinweis:

Alle Maßnahmen der Bauvorsorge müssen die Vorgaben und Anforderungen der Standsicherheit sowie des Wärme-, Schall- und Brandschutzes berücksichtigen. Nur solche Maßnahmen, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik folgen, finden Akzeptanz bei Bauherren, Planern und Bauausführenden.

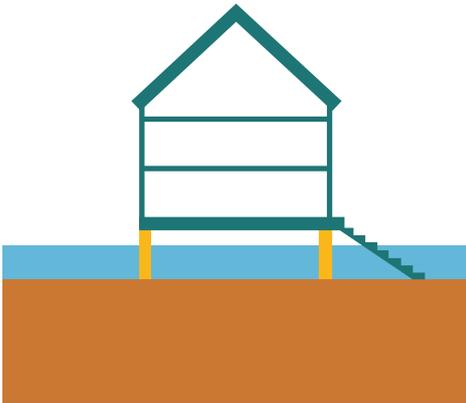


Abbildung 8: Links: Schematische Darstellung des Vorsorgekonzeptes „Ausweichen“. Mitte: Auf schlanken Pfeilern errichtetes Nichtwohngebäude an einem innerstädtischen Flutgraben in Dresden. Rechts: Wohn- und Bürogebäude in Warft-Bauweise in der Hafen-City Hamburg.

## 5.1 Konzept „Ausweichen“

Das Konzept „Ausweichen“ umfasst alle Maßnahmen, mit denen das Hochwasser im Ereignisfall von der Gebäudehülle ferngehalten wird. Dies ist durch vertikale bzw. horizontale Verlagerung von Gebäuden, Gebäudeteilen oder hochwertigen Nutzungen möglich. Zu den verbreiteten Maßnahmen zählt hier unter anderem der Einsatz von mobilen oder permanenten Hochwasserschutzsystemen im Außenraum, die einen Siedlungsbereich oder einzelne Gebäude vor der Überflutung abschirmen. Alternativ dazu ist eine Erhöhung des Gebäudestandortes mittels Aufschüttungen oder aufgeständerter Bauweisen möglich. Aber auch der planmäßige Verzicht auf eine Unterkellerung bzw. die planvolle Verlagerung hochwertiger Nutzungsbereiche in höherliegende Geschosse zählen zum Konzept „Ausweichen“. Grundsätzlich sollten Neubauvorhaben jedoch ausschließlich außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete umgesetzt werden.

## 5.2 Konzept „Widerstehen“

Unter dem Konzept „Widerstehen“ werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die die Flutung eines Gebäudes während eines Hochwasserereignisses bis zu einer vorab festgelegten Überflutungshöhe verhindern. Um dieses Konzept wirksam umzusetzen, sind insbesondere alle möglichen Eintrittswege des Wassers durch die Gebäudehülle in die Betrachtung einzubeziehen. Für das Konzept des „Widerstehens“ ist deshalb besonders wichtig, dass

- sowohl die Gebäudeöffnungen, Durchdringungen sowie die Kanalisationsverbindungen durch geeignete Barriersysteme bzw. Sonderbauteile temporär wasserdicht verschlossen sind
- als auch die Gebäudehülle durch permanent wasserdichte Wand- und Fußbodenkonstruktionen, einschließlich aller Fugen, dauerhaft abgedichtet ist.

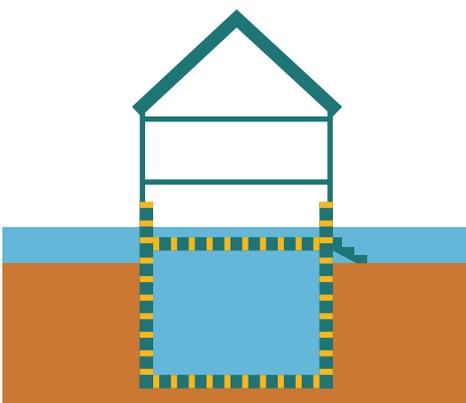


Abbildung 9: Links: Schematische Darstellung des Vorsorgekonzeptes „Widerstehen“. Mitte: Vertikalabdichtung gegen zeitweise von außen drückendes Wasser, ausgeführt mittels zweilagiger Polymerbitumen-Schweißbahnen. Rechts: Dammbalkensystem vor einer Türöffnung zum Schutz vor eindringendem Flutwasser.

Für die Abdichtung von Gebäuden, die dem Lastfall „von außen drückendes Wasser“ widerstehen können, stehen

- entweder gesonderte Flächenabdichtungen auf den umlaufenden Außenflächen einer Rohbaukonstruktion („Schwarze Wanne“)
- oder besondere Rohbaukonstruktionen aus Stahlbeton, die neben einer tragenden Funktion auch Aufgaben zur Abdichtung wahrnehmen („Weiße Wanne“),

zur Verfügung.

Innerhalb des Konzeptes „Widerstehen“ können Gebäudeöffnungen, wie etwa Fenster und Türen, temporär durch mobile Damm-balken oder Schottsysteme verschlossen werden. Neben einer ausreichenden Vorwarnzeit werden für deren effektiven Einsatz Kenntnisse über die korrekte Montage, Lagerung und Instandhaltung benötigt. Darüber hinaus darf ein möglicher Rückstau aus der Kanalisation nicht außer Acht gelassen werden und ist beispielsweise mittels Rückstausicherungen zu verhindern.

Während eines Überflutungsereignisses wirken hydrostatische Kräfte auf die Außenwände und die Bauwerkssohle ein, die mit ansteigendem Wasserstand zunehmen. Diese können erhebliche strukturelle Schäden durch Aufschwimmen des Gebäudes oder durch Nachgeben der einseitig belasteten Außenwände verursachen. Potentiell betroffene Eigentümer können ein Aufschwimmen ihres Gebäudes durch eine vorsorgliche (Teil-)Flutung von Gebäudeteilen mit Frischwasser verhindern. Um strukturelle Schäden am Baukörper zu vermeiden, ist eine übliche Empfehlung für typische Außenwände aus Mauerwerk in Fachveröffentlichungen (Durchschnittswert), einseitige Überflutungshöhen von mehr als 90 cm über Oberkante Gelände zu vermeiden. Dieser Näherungswert kann durch vorbereitende Untersuchungen eines Tragwerksplaners gebäudespezifisch angepasst werden.

## 5.3 Konzept „Anpassen“

Das Konzept „Anpassen“ bildet eine zunehmend bedeutende dritte Strategie der Bauvorsorge. Ziel ist es dabei, potentielle Schäden an der Bausubstanz von Gebäuden auch bei einem nicht mehr zu vermeidenden Flutwassereintritt zu verringern, so dass der Umfang der baulichen Maßnahmen zur Schadensbeseitigung reduziert und die schnelle Wiederherstellung der planmäßigen Nutzung des Gebäudes gewährleistet werden kann. Insbesondere bei gewerblich genutzten Immobilien ist dies von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

Im Gegensatz zum Konzept „Widerstehen“, in dem eher *gegen das Wasser* gearbeitet wird, hat das Konzept „Anpassen“ das Ziel, *mit dem Wasser zu leben*. Dafür müssen Baukonstruktionen und Haustechnik in dieser Hinsicht optimiert werden. Hohe Priorität haben dabei:

- die Verwendung wenig schadensanfälliger Schichtenfolgen für gefährdete Wand-, Decken- und Fußbodenkonstruktionen;
- die Verwendung wenig schadensanfälliger Bauteile für hochwasserbeanspruchte Ausbaukonstruktionen (Türen, Fenster, Bodenbeläge, Wandbekleidungen) und
- ggf. die gezielte Verwendung schadensanfälliger, jedoch zeit- und kostengünstig wiederherstellbarer Konstruktionen zur Verringerung der Schadenskosten.

Zur Umsetzung des Konzeptes „Anpassen“ sollten wasserbeständige bzw. wasserunempfindliche Baustoffe verwendet und zielgerichtet in flutgefährdete Decken-, Fußboden-, Außenwand- oder Innenwandkonstruktionen integriert werden. Alternativ kann die Konstruktion derart optimiert werden, dass eine spätere Renovierung mit möglichst geringem Zeit- und Materialaufwand möglich ist. Oberhalb der hochwassergefährdeten Gebäudebereiche können hingegen weiterhin ortsübliche Bauweisen zur Ausführung kommen.

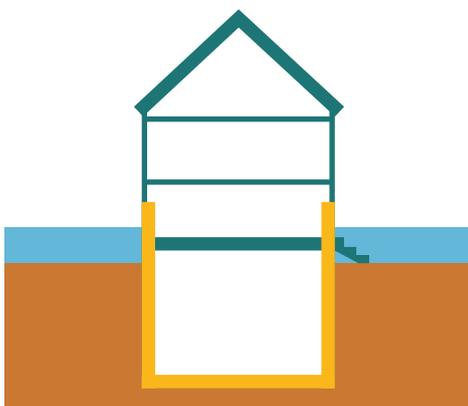
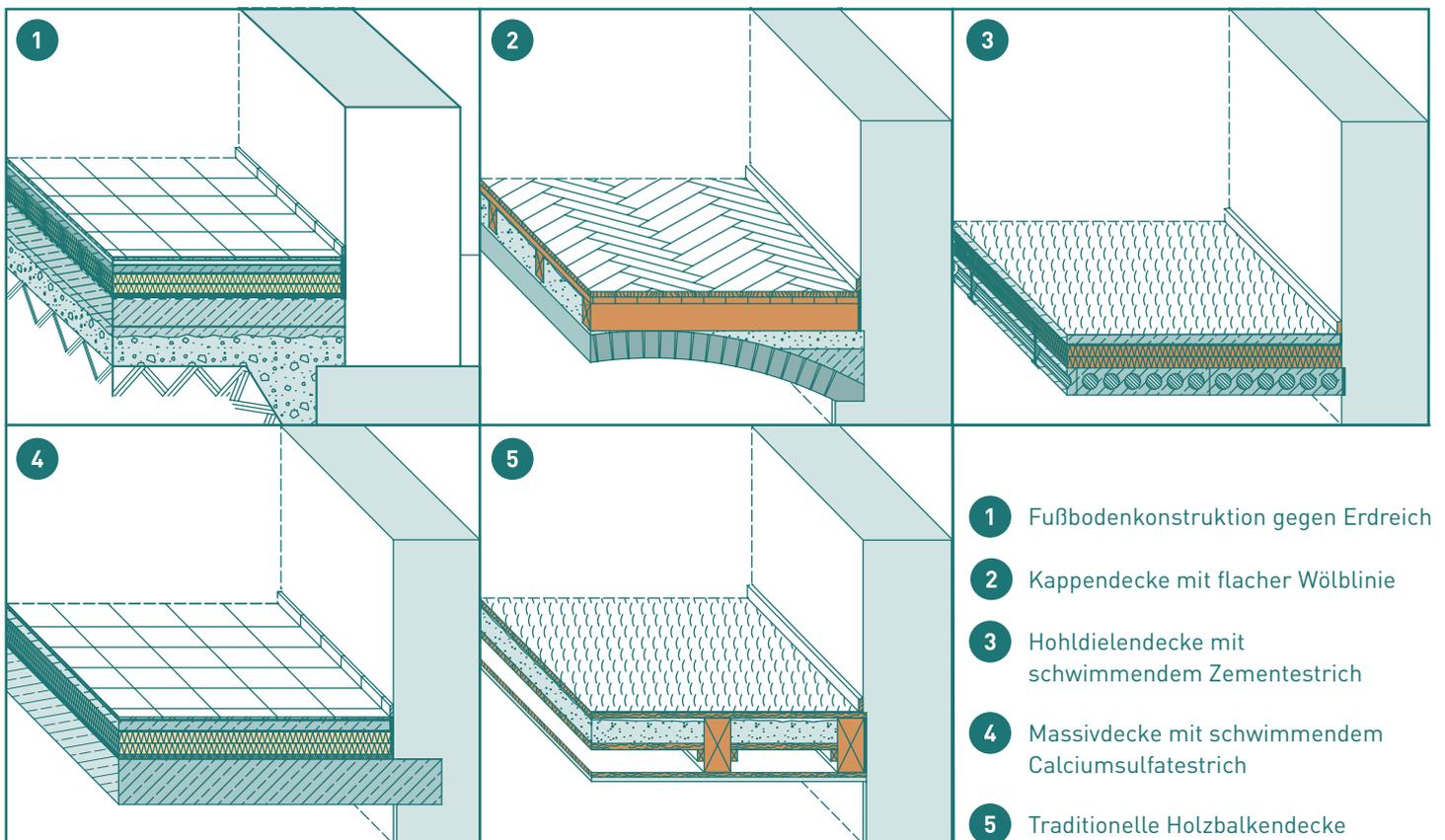


Abbildung 10: Links: Schematische Darstellung des Vorsorgekonzeptes „Anpassen“. Mitte: Anpassungsmaßnahmen im Erdgeschoss eines überflutungsgefährdeten, historischen Wohngebäudes an der Elbe. Steinsichtige Wandoberflächen. Rechts: Einbau eines Gussasphaltestrichs auf Schaumglas-Wärmedämmung zur Herstellung eines hohlraumfreien, wasserunempfindlichen Fußbodenaufbaus.

Die schematische Darstellung enthält eine Auswahl typischer Decken- und Fußbodenkonstruktionen für Wohngebäude, für die in Golz & Naumann (2020) oder in VdS 6002 (2021) Anpassungsempfehlungen vorliegen, um die Schadensanfälligkeit dieser Konstruktionen zu mindern. Aus diesem Bauteilkatalog ist nachfolgend der Anpassungsprozess beispielhaft anhand einer flachen Stahlbetondecke mit schwimmendem Estrich (Kellerdecke) dargestellt.



Auswahl typischer Decken- und Fußbodenkonstruktionen.

### Bauteilkatalog zu angepassten Wand- und Fußbodenkonstruktionen

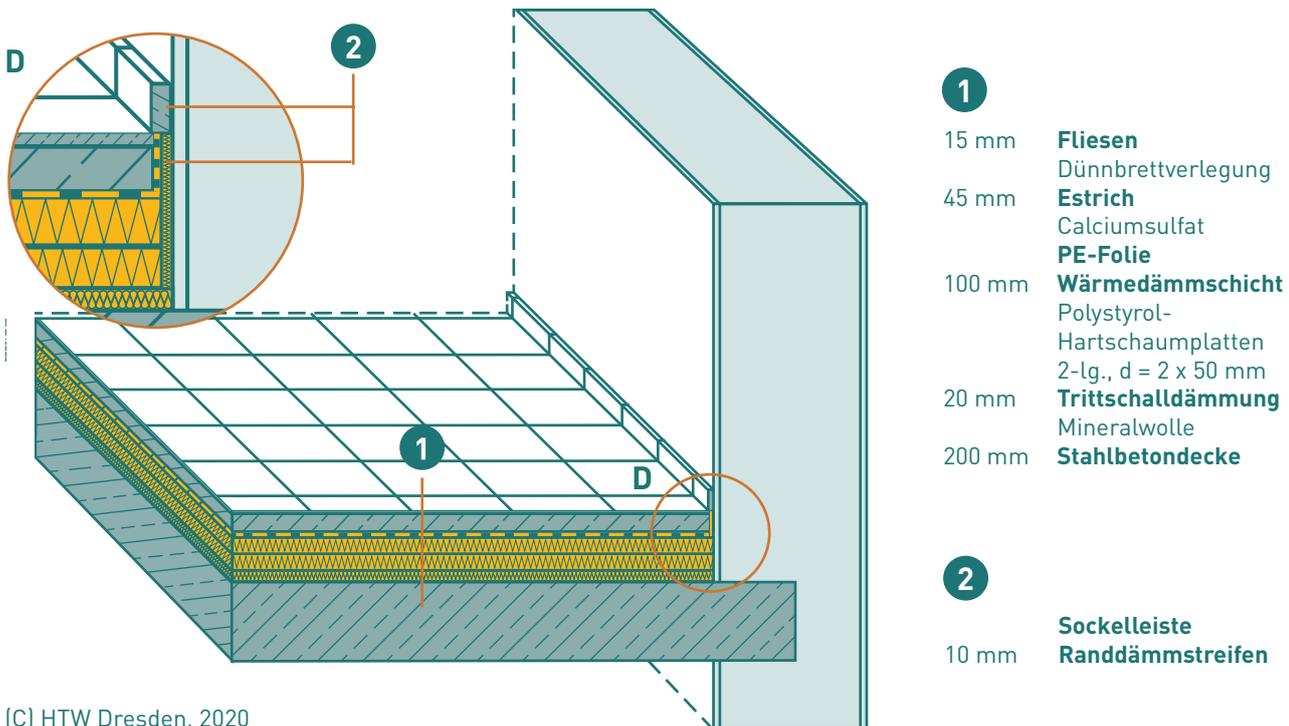
Gefördert durch den Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) entwickelten die Autoren einen Bauteilkatalog, der im Sinne einer Beispielsammlung typische Ausführungsvarianten von Außenwand- sowie von Decken- und Fußbodenkonstruktionen bezüglich deren Anpassungsmöglichkeiten zur Reduzierung der Schadensanfälligkeit bei Überflutungsbeanspruchung enthält:

Golz, S.; Naumann, T. (2020): Bautechnische Überflutungsvorsorge für Wohngebäude und kleingewerblich genutzte Gebäude. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden.  
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:520-qucosa2-714162>



## Flache Stahlbetondecke mit schwimmendem Estrich (Kellerdecke)

### Ausgangskonstruktion

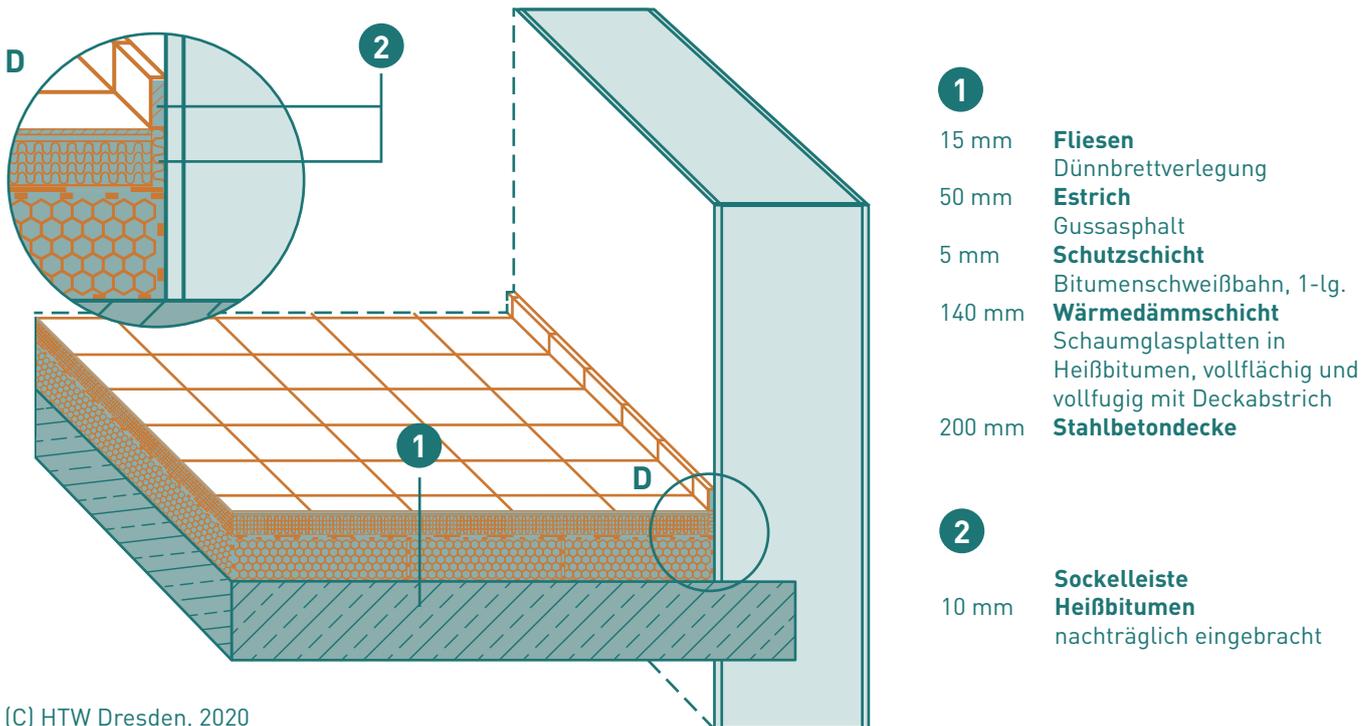


### Bautechnische Problemfelder bei Überflutung der Ausgangskonstruktion

- Keramische Bodenfliesen bilden im Überflutungsfall keine wirksame Flächenabdichtung für zeitweise drückende Wasserbeanspruchung.
- Bei nicht kurzzeitiger Überflutungsbeanspruchung kommt es deshalb mindestens im Fugenraster sowie im Bereich von Wartungsfugen zu einem Feuchtezutritt in angrenzende Fußboden- oder Wandbereiche, in denen dann der Feuchtetransport sowie die Wasseraufnahme von den dort vorhandenen Baustoffen abhängen.
- Der vorhandene Calciumsulfat-Estrich darf keiner erhöhten Feuchtebeanspruchung ausgesetzt werden, da er sonst zu Festigkeitsverlusten und erheblichen Quellverformungen neigt, die wiederum zu irreversiblen Rissen und Aufwölbungen führen können.
- In platten- oder lamellenförmigen Dämmstoffen aus Mineralfasern können erhöhte Feuchtegehalte das Bindemittel (z. B. Kunstharz) lösen und somit den Faserverbund erheblich schwächen, dies führt zu einem Verlust der Querkzugfestigkeit und Formstabilität der Dämmstoffplatten.
- Im Überflutungsfall besteht Auftriebsgefahr für den Fußbodenaufbau, da Wasser zwischen bzw. unter die Dämmstoffschichten gelangen kann.

## Flache Stahlbetondecke mit schwimmendem Estrich (Kellerdecke)

### Anpassungsvariante



### Zielstellung des Bauvorsorgekonzeptes

- 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 (z. B. Schaumglas in Heißbitumen, Gussasphalt) in eine beständige Schichtenfolge; keramische Bodenfliesen als feuchteunempfindlicher Bodenbelag
- wichtige Detailpunkte: Anordnung einer Schutzschicht (Bitumenbahn) über der Schaumglas-Wärmedämmung vor dem Gussasphalteinbau sowie die nachträgliche Verfüllung der Estrichrandfuge mit Heißbitumen

## 6. Umsetzung der Bauvorsorgekonzepte an einem Wohn- und Geschäftshaus

Das zweigeschossige, unter Denkmalschutz stehende Wohn- und Geschäftshaus besteht aus zwei Baukörpern unterschiedlichen Alters. Die Errichtung des ursprünglichen Baukörpers reicht mindestens bis ins frühe 19. Jahrhundert zurück. In den 1930er-Jahren wurde der vorhandene Baukörper erweitert. Gegenwärtig werden das Erdgeschoss und Teile des Obergeschosses als Verkaufs-, Büro-, Lager- und Aufenthaltsfläche von einer Apotheke genutzt.

Das Gebäude befindet sich innerhalb eines amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebietes und ist durch Hochwasser der Elbe sowie des rechtselbischen Nebenflusses Kirnitzsch gefährdet. Beide Fließgewässer führten in den letzten beiden Dekaden zu erheblichen Überflutungen, so dass das betrachtete Gebäude bereits mehrfach von Hochwasserereignissen betroffen war.

Während des letzten Hochwasserereignisses im Juni 2013 wurde das Kellergeschoss (KG) für die Dauer von etwa einer Woche vollständig überflutet. Im Erdgeschoss (EG) bildete sich ein Wasserstand mit einer Höhe von etwa 2 m über der Oberkante des Fertigfußbodens, so dass noch etwa 50 cm bis zur Unterkante der Geschosdecke verblieben.

Mit Blick auf die beschriebene Hochwassergefährdung wurden am betrachteten Wohn- und Geschäftshaus Maßnahmen der Bauvorsorge (Strategien *Widerstehen* und *Anpassen*) umgesetzt sowie Änderungen der Gebäudenutzung und Gebäudeorganisation (Strategie *Ausweichen*) vorgenommen. Die wesentlichen Ziele der Vorsorgemaßnahmen lagen darin, die zu erwartenden Schäden an der Bausubstanz, der Gebäudetechnik sowie am Inventar signifikant zu mindern, und infolge dessen die Aufwendungen zur Wiederherstellung nach einem zukünftigen Hochwasserereignis zu reduzieren.



Abbildung 11: Links: Außenansicht des Wohn- und Geschäftshauses. Rechts: Das Foto zeigt das Gebäude im Überflutungsfall während des Hochwassers 2002.

## → 16 | Umsetzung der Bauvorsorgekonzepte

Wesentliche Vorgaben seitens des gewerblichen Nutzers waren in diesem Zusammenhang:

- Gewährleistung einer weiterhin uneingeschränkten Nutzung der Verkaufsfläche im Erdgeschoss
- Aufrechterhaltung der medizinischen Versorgung in der Region, auch kurz nach einem Hochwasserereignis mit Betroffenheit des Gebäudes
- Auswahl robuster Konstruktionslösungen und -materialien
- Umsetzung der baulichen Anpassungsmaßnahmen ohne Betriebsunterbrechungen.

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben wurde für das Gebäude ein umfangreiches Maßnahmenkonzept erarbeitet, um zukünftigen Überflutungsereignissen vorzubeugen. Dabei wurden Maßnahmen zum Schutz vor eindringendem Oberflächenwasser mit bau- und haustechnischen sowie nutzungsspezifischen und organisatorischen Maßnahmen kombiniert (siehe Abbildung 12). Nachfolgend wird das eingesetzte Barriersystem zum Schutz vor Oberflächenwasser näher vorgestellt.

Um den Eintritt von Oberflächenwasser in das Gebäude zu verzögern bzw. bis zu einer festgelegten Überflutungshöhe zu verhindern, werden Barriersysteme zum temporären Verschluss der Gebäudeöffnungen vorgehalten. Hier sind vor den Kellerfenstern und bodentiefen Schaufenstern im Erdgeschoss jeweils Schottplatten (vier- bzw. dreiseitig dichtend) und an den Eingangstüren jeweils Dammbalkensysteme (dreiseitig dichtend) angeordnet. Der Wassereintritt in das Gebäude kann dadurch bis zu einer zuvor definierten Wasserstandshöhe am Gebäude verhindert werden. Bei einer zu großen Wasserstands Differenz zwischen der Innen- und Außenseite können die horizontale Beanspruchung der Außenwände bzw. die Auftriebskräfte an der Fußboden-/Gründungskonstruktion zu strukturellen Schäden führen. Bei dem betrachteten Gebäude wurde die maximal zulässige Wasserstands Differenz zu 90 cm über der Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss ermittelt, was einer Überflutungshöhe von 1,40 m am Gebäude entspricht.



Abbildung 12: Maßnahmenkonzept der Bauvorsorge mit insgesamt vier Interventionsebenen. Darstellung: S. Kunze in Publikation Naumann et al. (2018).



Abbildung 13: Testweise Montage der Schottplatten und Dammbalkensysteme vor den Gebäudeöffnungen.

Neben dem Schutz vor eindringendem Oberflächenwasser muss, beispielsweise durch die Anordnung eines Absperrschiebers für Abwasserleitungen, ein wirksamer Schutz vor Kanalisationsrückstau zwingend installiert werden. Ergänzend ist zu beachten, dass die Mauerwerks-Außenwände des denkmalgeschützten Wohn- und Geschäftshauses nicht wasserdicht ausgebildet sind. Insbesondere bei lang andauernden Überflutungen kann deshalb auch durch die Außenwände Feuchtigkeit in die Innenräume des Erdgeschosses gelangen.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Vorsorgemaßnahmen am Beispielobjekt ist in Naumann et. al (2018) zu finden.



Abbildung 14: identisch gelagertes Gefährdungsniveau beim Hochwasser 2013 in Dresden Laubegast

## 7. Das Bewertungsinstrument „Sächsischer Hochwasservorsorgeausweis“

Den meisten Hauseigentümern fehlen individuell aufbereitete Informationen zur Einschätzung der Gefährdung und Schadensanfälligkeit eines Gebäudes sowie zum Nachweis der Wirksamkeit verschiedener Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen. Ohne diese Informationen bestehen i. d. R. große Hemmnisse im Hinblick auf die eigeninitiierte, praktische Umsetzung von Präventionsmaßnahmen.

Um die Eigenvorsorge zu unterstützen, fördert das Sächsische Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) das Kompetenzzentrum Hochwassereigenvorsorge Sachsen (BDZ) und die Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTW) bei der Entwicklung und Erprobung eines neuen Bewertungs- und Vorsorgeinstrumentes: den Sächsischen Hochwasservorsorgeausweis (HWVA).

Den HWVA erarbeiten ausschließlich spezifisch ausgebildete und zertifizierte Sachkundige aus der Region, die das Gebäude und dessen Umfeld vor Ort begutachten, die grundsätzliche Gefährdungssituation einschätzen, mögliche Eindringpunkte des Wassers identifizieren und die potenziell betroffenen Gebäude-

bereiche und Bauteile abgrenzen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen wird zunächst die Schadensanfälligkeit des Gebäudes im Ausgangszustand bewertet. In diesem Prozess werden die verwendeten Baustoffe und Baukonstruktionen ebenso wie die gebäudetechnischen Anlagen und die Art der Gebäudenutzung berücksichtigt.

Anhand einer einfachen Bewertungskennzahl (0 bis 10) zeigt der HWVA die Schadensanfälligkeit eines Gebäudes gegenüber Überflutungseinwirkungen an. Die Schadensanfälligkeit verringert sich mit zunehmender Kennzahl. Somit ist mit Hilfe dieses Instrumentes die Verletzbarkeit eines Gebäudes objektiv bestimmbar.



Abbildung 14: Bewertungsdiagramm des Sächsischen HWVA für ein Beispielgebäude. Durch die Umsetzung der Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen verringert sich die Schadensanfälligkeit des Gebäudes deutlich; die Bewertungszahl steigt von 5,2 (Ausgangszustand) auf 9,7 (Ziel-Zustand) von maximal erreichbaren 10 Punkten.

In einem weiteren Schritt grenzt der Sachkundige, in Abstimmung mit dem Hauseigentümer, ein sinnvolles Schutzziel für das Gebäude ab. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit untersucht, inwieweit Oberflächenwasser oder Grundwasser zeitweilig bis zu einer bestimmten Höhe ansteigen und zu einer erheblichen Wasserbeanspruchung von Bauteilen führen kann (Bemessungswasserstand). Auch die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen wird berücksichtigt.

Anhand dieses Schutzzieles erarbeitet der Sachkundige konkrete Vorschläge für geeignete Vorsorge- sowie Anpassungsmaßnahmen und bewertet das Gebäude im Ziel-Zustand erneut. Dabei erfolgt auch eine Optimierung des Vorsorgekonzeptes unter Beachtung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses. Durch den Vergleich der Bewertungszahlen für den Ausgangs- und den Zielzustand ist die Wirkung der Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen „messbar“.

Der abschließend ausgestellte Hochwasservorsorgeausweis fasst alle wichtigen Informationen zusammen und unterstützt den Gebäudeeigentümer, wirksame und kosteneffiziente Lösungen zu finden, die zur zukünftigen Minderung überflutungsbedingter Sachschäden beitragen.

Neben den konkreten Chancen, die Bauvorsorge bieten kann, hilft der Hochwasservorsorgeausweis aber auch, klare Grenzen der Gebäudeanpassung zu ziehen, außerhalb derer Maßnahmen und ihre Kombinationen nachweislich unwirksam und unwirtschaftlich sind. Die verbleibenden Risiken werden ausgewiesen. Sie können vom Eigentümer entweder übertragen (z. B. an einen Versicherer) oder toleriert werden.

#### Weitere Informationsmöglichkeiten

Über das Kompetenzzentrum Hochwassereigenvorsorge Sachsen können weitere Informationen zum Sächsischen Hochwasservorsorgeausweis bezogen sowie Kontakte zu zertifizierten Sachkundigen hergestellt werden.



[www.bdz-hochwassereigenvorsorge.de](http://www.bdz-hochwassereigenvorsorge.de)

## 8. Checkliste

### Wie wahrscheinlich ist eine Überflutung des Gebäudestandorts? (Gefährdungssituation)

- War der Gebäudestandort in der Vergangenheit bereits durch eine Überflutung betroffen?
- Befindet sich der Gebäudestandort in einem festgesetzten Überschwemmungsgebiet oder einem überschwemmungsgefährdeten Gebiet (siehe auch Hochwasserrisikokarten im Freistaat Sachsen unter <https://www.sachsen.de>)?
- Welche Erfahrungen gibt es am Gebäudestandort zu den Konsequenzen eines Starkregenereignisses? Befindet sich der Gebäudestandort an einem durch Starkregen gefährdeten Bereich (beispielsweise aufgrund des Höhen- oder Geländeprofiles)?
- Liegen für den Gebäudestandort Informationen zu einem möglichen Kanalüberstau vor (Informationen bzw. Festlegungen der örtlichen Entwässerungsbetriebe)?

### Welche Schwachpunkte sind bei Gebäuden häufig vorhanden?

- Welche potenziellen Eindringwege des Wassers gibt es ins Gebäude? (Abklärung **aller** Möglichkeiten)
- Wie hoch ist die maximale Wasserstands Differenz an den Außenwänden, um ein Versagen der Außenwände aufgrund einer Überbelastung durch hydrostatischen Druck zu verhindern?
- Ist das Abdichtungskonzept des Gebäudes für drückendes Wasser ausgebildet?
- Sind Durchdringungen (Fenster, Türen, Medieneinführungen, Lichtschächte) in den Außenwänden ausreichend resistent gegenüber drückendem Wasser?
- Befinden sich in der Fußbodenkonstruktion Baustoffe, die ein Aufschwimmen der Konstruktion im Überflutungsfall begünstigen?
- Sind im überflutungsgefährdeten Bereich durchfeuchtungsempfindliche Baustoffe (Wärmedämmstoffe, Holzbauteile, Holzwerkstoffe etc.) vorhanden?

### Welche Möglichkeiten zur Bauvorsorge gibt es?

- Um ein Eindringen von Wasser in ein Gebäude zu verhindern, sollten am Gebäude oder vor Türen und Fensteröffnungen mobile Barriersysteme oder Schottplatten vorgesehen werden.
- Für zeitweilig überflutete Wand-, Decken- und Fußbodenkonstruktionen sollte die Schichtenfolge wasserunempfindlich ausgebildet werden.
- Wandflächen in überflutungsgefährdeten Bereichen steinsichtig zu belassen, kann die Schadensanfälligkeit des Gebäudes verringern.
- Hochwasserempfindliche technische Gebäudeausrüstung (Heizungszentrale, Elektroverteilung, Aufzugstechnik etc.) sollte in höher gelegene Geschosse verlagert werden (siehe auch VDI 2006).
- Medieneinführungen sowie Fenster- und Türanschlüsse sollten druckwasserdicht ausgeführt werden.
- Die Verlagerung von hochwertigen Nutzungen in höher gelegene Geschosse trägt zur Reduzierung der Schadensanfälligkeit des Gebäudes bei.
- Um eine Überflutung von wasserempfindlichen Bereichen zu verhindern, sollte Pumpentechnik in Verbindung mit Möglichkeiten zur Notstromerzeugung vorgehalten werden.
- Insbesondere für größere Immobilien sollte ein Notfall- und Einsatzplan aufgestellt werden, der auch die regelmäßige Wartung sowie Trainingsmaßnahmen beinhaltet.

## 9. Literatur

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) (2018). Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge. 8. Auflage. Berlin: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2016). DWA-Merkblatt M 553 – Hochwasserangepasstes Planen und Bauen. Hennef: DWA

Golz, S. & Naumann, T. (2020). Bautechnische Überflutungsvorsorge für Wohngebäude und kleingewerblich genutzte Gebäude. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:520-qucosa2-714162>

Naumann, T., Golz, S. & Kunze, S. (2018). Objektvorsorgemaßnahmen in hochwassergefährdeten Gebieten – Strategien, Umsetzung und Wirtschaftlichkeit. WasserWirtschaft, 12(2018), 40–47.

IPCC (2018): Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission path-ways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sus-tainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hrsg.)]. In Press.

Von [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/si-tes/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/si-tes/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf) abgerufen.

Naumann, T., Golz, S., Kunze, S., & Günther, B. (2018). Gegen Hochwasser besser rüsten – Sanierung von Hochwasserschäden, Teil 3: Umsetzungsbeispiele. B+B Bauen im Bestand, 41 (1), 18–25.

VDI 6004, Blatt 1 (2006): Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen. Richtlinien des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI). Berlin: Beuth Verlag.

VdS 6002 (2021): Baukonstruktive Überflutungsvorsorge. Köln: VdS Schadensverhütung GmbH.

Weller, B., Fahrion, M.-S., Horn, S., Naumann, T. & Nikolowski, J. (2016). Baukonstruktion im Klimawandel. Wiesbaden: Springer Vieweg



### Projekt

Handlungsanleitung für klimaangepasstes Bauen und Sanieren –  
Minderung überflutungsbedingter Schäden an Gebäuden

### Stand

Oktober 2021

### Auftraggeber/Redaktion

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH  
Pirnaische Straße 9, 01069 Dresden



### Autoren

Dipl.-Ing. Stefanie Kunze  
Dr.-Ing. Sebastian Golz  
Prof. Dr.-Ing. Thomas Naumann



Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden  
Fakultät Bauingenieurwesen  
Lehrgebiet Baukonstruktion und Bauwerkserhaltung  
Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden

### Gestaltung

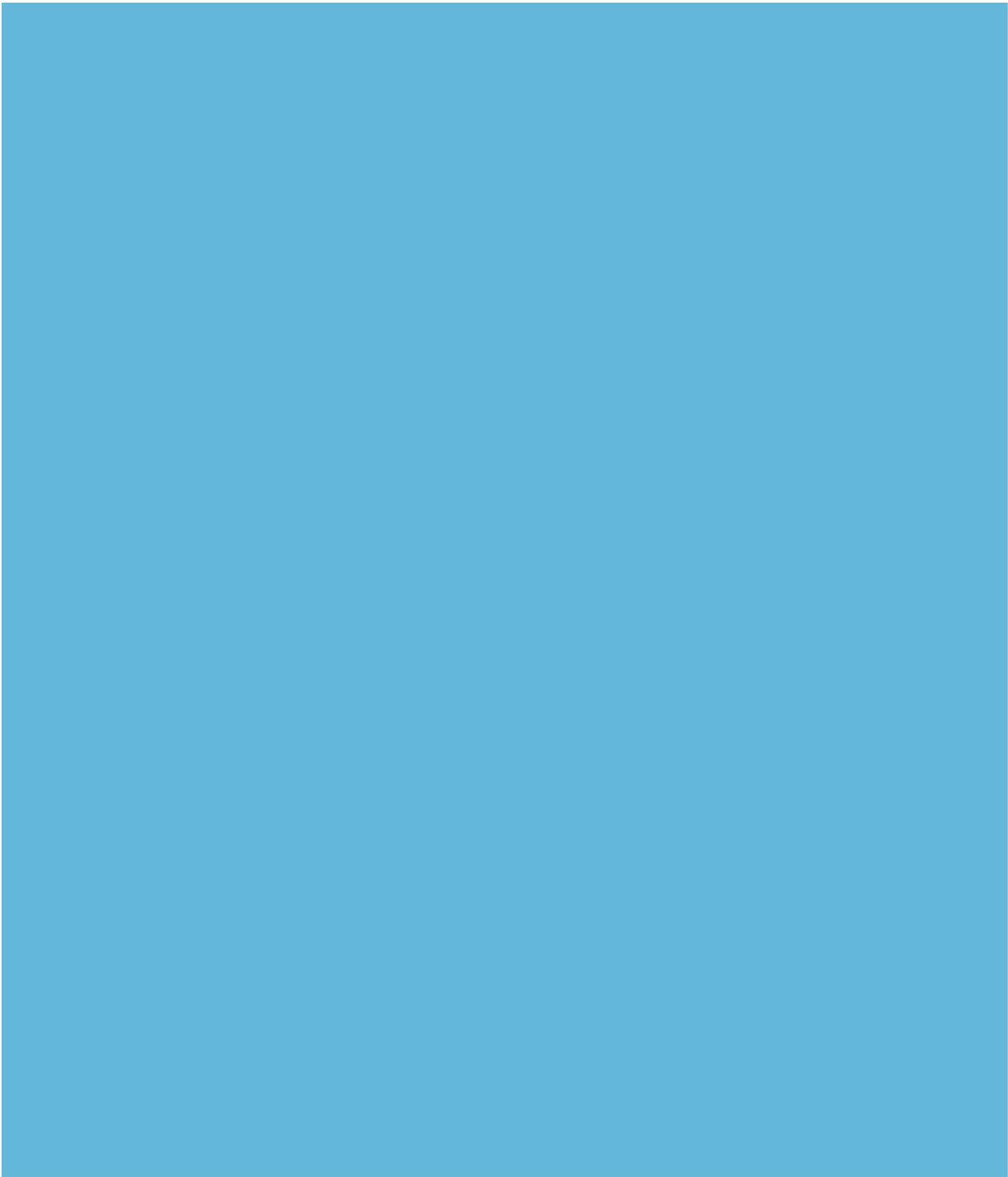
blaurock markenkommunikation

### Fotos

Shutterstock.com/Valentin Ivantsov (S. 1); S. Golz, HTW Dresden (S. 4, 7, 8, 9 l. + r., 10 o. r. + u. r., 11 u. M.); T. Naumann, HTW Dresden (S. 9 M., 10 u. M.); J. Nikolowski, GB1 Ingenieure (S. 10 o. M.); B. Günther, GB1 Ingenieure (S. 11 u. r., 17 o.); A. Walter (S. 15 r.); Saena Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH (S. 15 l., 17 M. + u.)

### Druck

Lößnitz-Druck GmbH



gedruckt auf 100 % Recyclingpapier