Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Hochwasserschutzfibel

Objektschutz und bauliche Vorsorge

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
Referat Öffentlichkeitsarbeit • 11055 Berlin
E-Mail: service@bmub.bund.de · Internet: www.bmub.bund.de

Redaktion
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
Referat B I 5 (Bauingenieurwesen, Nachhaltiges Bauen, Bauforschung) • Ministerialrat Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordung (BBR)
Referat II 6 Bauen und Umwelt • Dr. Bernhard Fischer
Ruiz Rodriguez + Zeisler + Blank GbR, Wiesbaden • Peter Zeisler
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR), Dresden • Dr. Thomas Naumann, Sebastian Golz

Gestaltung
Design Partner, Stuttgart

Druck
dcm Meckenheim

Bildnachweise
Siehe Seite 63

Stand
März 2015

6. überarbeitete Auflage
5.000 Exemplare

Bestellung dieser Publikation
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09 • 18192 Rostock
Tel.: 030 / 18 272 272 1 • Fax: 030 / 18 10 272 272 1
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: www.bmub.bund.de/bestellformular

Hinweis
Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.

Hochwasserschutzfibel

Objektschutz und bauliche Vorsorge

Stand: März 2015

Diese Fibel ist kein Lehrbuch und versteht sich ausdrücklich nicht darin, Vorgabe im Sinne einer Bauordnung oder Norm zu sein. Alle Hinweise sollen helfen, im Rahmen der Eigenvorsorge gemäß § 5 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vor, während und nach einem Hochwasser fundierte Entscheidungen treffen zu können, um Schäden zu vermeiden oder zu vermindern.

Durch ihre Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigene Entscheidungen und gewissenhaftes Handeln.

Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, dass die Erläuterungen der Fibel zu dem Verhalten von Baustoffen und Materialverbünden unter Hochwassereinfluss keine baurechtliche Eignung bewirken oder aberkennen. Vielmehr soll ein erstes Verständnis für diese bauphysikalischen Zusammenhänge vermittelt werden.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **6**

1 Einführung **7**

1.1 Hochwasser – ein Naturereignis 8

1.2 Hochwasseraufzeichnungen und Statistik 9

1.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die Hochwassersituation 9

1.4 Starkregenereignisse 11

Teil A: Aspekte des vorsorgenden Hochwasserschutzes

2 Strategien zur Hochwasservorsorge **12**

3 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen **13**

4 Flächenvorsorge und Hochwasserbewirtschaftung **18**

5 Technischer Hochwasserschutz **19**

5.1 Funktion der technischen Hochwasserschutzsysteme 19

5.2 Wirtschaftlichkeit von Hochwasserschutzmaßnahmen 20

5.3 Mögliche Versagensarten von Schutzeinrichtungen 20

5.4 Hochwasserschutz im Kanalsystem / Sicherung der Schmutz- und Regenwasserentwässerung im Binnenland 21

5.5 Küstenschutz 22

Teil B: Hinweise für betroffene Bürger und Immobilienbesitzer

6 Hochwassergefährdungspotenzial und Bauvorsorge **24**

6.1 Strategien zur Bauvorsorge 24

6.2 Eindringen von Wasser in Gebäude 25

6.3 Wasserdruck und Auftrieb 25

6.4 Überprüfung der Standsicherheit bestehender Gebäude 26

6.4.1 Ausreichende Gebäudelasten, Wand-/Sohlendimensionierung 26

6.4.2 Notflutung von Gebäuden 27

6.5 Strömung 28

7 Baukonstruktive Empfehlungen zum hochwasserangepassten Bauen **29**

7.1 Schutz der Gebäude vor eindringendem Grundwasser 29

7.2 Schutz der Gebäude vor eindringendem Kanalisationswasser (Rückstau) 31

7.3 Schutz der Gebäude vor Oberflächenwasser 32

7.4 Strategie Anpassen – Bauliche Vorsorge im Gebäude 36

7.4.1 Heizung und Elektroinstallation 36

7.4.2 Sicherung des Heizöltanks vor Aufschwimmen/Auftrieb 37

7.4.3 Lagerung und Umgang mit sonstigen wassergefährdenden Stoffen 38

8 Hochwasserbeständigkeit von Baustoffen und baukonstruktiven Schichtenfolgen **39**

8.1 Grundsätzliches 39

8.2 Schadensbilder 39

8.3 Verhalten üblicher Baustoffe bei Hochwasserbeanspruchung 41

8.3.1 Natursteine 41

8.3.2 Mauerziegel und andere keramische Produkte 42

8.3.3 Zementgebundene Baustoffe 42

8.3.4 Kalkgebundene Baustoffe 43

8.3.5 Gipsgebundene Baustoffe 43

8.3.6 Porenbeton ... 43
8.3.7 Dämmstoffe ... 44
8.3.8 Holz und Holzwerkstoffe ... 44
8.3.9 Metalle und Gläser ... 44
8.4 Wand-, Decken- und Fußbodenkonstruktionen ... 45
8.4.1 Außen- und Innenwandkonstruktionen ... 45
8.4.2 Decken- und Fußbodenkonstruktionen ... 47

Teil C: Hochwasservorsorge und Hochwasserbewältigung

9 Informationsvorsorge ... 48
9.1 Hochwassergefahrenkarten: „Wissen um die Gefahr“ ... 48
9.2 Onlineinformationssysteme ... 49
9.3 Hochwasservorhersage ... 50
10 Verhaltensvorsorge ... 51
10.1 Persönliche Alarm- und Einsatzpläne (Hochwassercheckliste) ... 51
10.2 Organisation einer Nachbarschaftshilfe ... 51
10.3 Hochwasserausrüstung ... 51
10.4 Evakuierung des Mobiliars ... 52
10.5 Notgepäck und Dokumente, Notquartier ... 52
11 Hochwasserbewältigung und Wiederaufbau ... 53
11.1 Selbstschutz ... 53
11.2 Dokumentation ... 53
11.3 Abpumpen ... 53
11.4 Schlamm ... 53
11.5 Trocknung ... 53
11.6 Ölschaden ... 54
11.7 Wiederaufbau ... 54
12 Risikovorsorge ... 55
13 Zusätzliche Materialien ... 56

Anhänge: Tipps zur privaten Hochwasservorsorge

Anhang 1: Checkliste „Planung der privaten Hochwasservorsorge“ ... 58
Was Sie schon heute tun können ... 58
Letzte Vorbereitungen vor dem Hochwasser ... 59
Nach dem Hochwasser ... 59
Anhang 2: Checkliste „Die richtige Hochwasserausrüstung“ ... 60
Anhang 3: Checkliste „Auto und Hochwasser“ ... 61
Zitierte Gesetze, Richtlinien und Normen ... 62
Bildnachweise ... 63

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

bei Hochwassern handelt es sich in erster Linie um Naturereignisse als Bestandteile des Naturhaushaltes. So bieten zum Beispiel die regelmäßig überfluteten Auen Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten. Gleichzeitig richten Hochwasser Jahr für Jahr erhebliche Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen an.

Neben den Flusshochwassern tragen mittlerweile Starkniederschläge mit meist sehr kleinräumiger Ausdehnung erheblich zur Schadensbilanz bei. Hier wirken sich menschliche Einflüsse und nicht zuletzt die Folgen des Klimawandels verstärkend aus. Der aktuelle Sachstandsbericht des Weltklimarates IPPC bestätigt, dass infolge des Klimawandels ein weiterer Anstieg der Intensität und der Häufigkeit von Hochwassern erwartet werden muss. Wetterextreme wie Hitzewellen und Starkregenereignisse werden häufiger beobachtet und sehr wahrscheinlich zukünftig noch öfter und intensiver auftreten. Der Meeresspiegel wird bis zum Ende des Jahrhunderts um voraussichtlich mehrere Dezimeter ansteigen und damit Küstengebiete und Inseln mit geringer Höhe über dem Meeresspiegel bedrohen.

Trotz Fortschritten bei der Früherkennung, Prognose und Schadensabwehr werden wir auch zukünftig mit dem Naturereignis Hochwasser leben müssen. Deshalb sind überall große Anstrengungen notwendig, um den Gefahren wirksam entgegenzuwirken. Die Strategien zum Hochwasserschutz haben sich in den letzten Jahren grundlegend gewandelt. Früher wurden zumeist lokale Lösungsansätze gesucht, um nach einem Hochwasser an gleicher Stelle vergleichbare Schäden zu vermeiden. Heute verbinden wir den notwendigen technischen Hochwasserschutz vor Ort mit einer weitflächigen Vorsorge. Dabei müssen wir auch über das Bauen in hochwassergefährdeten Gebieten unter Einbeziehung der unterschiedlichen Nutzungen und Anforderungen diskutieren.

Ungeachtet dessen bleibt die gesetzliche Verpflichtung zur privaten Vorsorge ein unverzichtbarer Baustein, um Elementarschäden wirksam abzuwenden oder zu minimieren. Die Hochwasserschutzfibel kann Bauherren, Hausbesitzern und Mietern hierzu wertvolle Hinweise geben. Aber auch für Architekten und Ingenieure, die im Rahmen der Gebäudeplanung Schutzkonzepte entwerfen, kann sie eine wichtige Planungshilfe sein und dazu beitragen, dass größere Schäden verhindert und unnötige finanzielle Belastungen vermieden werden.

Mit der Hochwasserschutzfibel kann das Bewusstsein für eine wirksame Hochwasservorsorge auch dort gestärkt werden, wo es bisher keine Erfahrungen mit Hochwassern gibt. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre mit vielen guten Erkenntnissen.

Barbara Hendricks

Dr. Barbara Hendricks
Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

1 Einführung

Land unter

Extreme Niederschlagsereignisse haben in den letzten Jahren im mitteleuropäischen Raum zu Hochwassern mit hohen volkswirtschaftlichen Schäden geführt. Die Auswirkungen dieser Hochwasser waren für viele der privaten Haushalte, zahlreiche Betriebe und für viele der betroffenen Gemeinden ohne Hilfe von außen nicht zu bewältigen.

Auch die Nord- und Ostseeküsten bleiben von extremen meteorologischen Ereignissen nicht verschont. Nach der letzten verheerenden Sturmflut in Deutschland im Jahr 1962 wurden allerdings umfangreiche technische Maßnahmen ergriffen, um Siedlungsgebiete an den deutschen Küsten gegen vergleichbare Fluten besser zu schützen. Anders als beim Hochwasserschutz im Binnenland sind die Handlungsmöglichkeiten des Einzelnen dort sehr beschränkt. Allerdings können vor allem im Bereich der Rückgangsküsten (Küstenabschnitte, die sich ohne Schutzmaßnahmen ständig natürlich verändern) oder innerhalb der Städte wie zum Beispiel Hamburg und Bremen die Inhalte dieser Broschüre auch für die dort von Sturmfluten Betroffenen hilfreich sein.

Diese Hochwasserschutzfibel gibt Hinweise und Arbeitsanleitungen, damit bei der Mehrzahl der zukünftigen Hochwasserereignisse schädigende Auswirkungen vermieden beziehungsweise abgemindert werden. Sie soll vor allem bei Wohngebäuden Anwendung finden. Im Grundsatz sind alle Hinweise auch auf den öffentlichen und gewerblichen Bereich übertragbar. Allerdings entstehen durch die Besonderheiten jedes einzelnen Betriebes viele Einzelfälle, die über den Rahmen dieser Broschüre hinausgehen.

Teil A der Fibel befasst sich mit den Grundlagen und allgemeinem Wissen über die Hochwassergefahr und die Hochwasservorsorge. Teil B widmet sich der Bauvorsorge mit konkreten Beispielen zur geeigneten Vorsorge. Im Teil C folgen weitere Aspekte der Hochwasservorsorge wie zum Beispiel die Informationsvorsorge, die Verhaltensvorsorge und die Risikovorsorge. Ein zusätzliches Kapitel widmet sich der Hochwasserbewältigung und dem Wiederaufbau nach einem Hochwasserereignis.

Im Anhang finden sich Materialien für die Organisation und die Durchführung von Maßnahmen der privaten Hochwasservorsorge.

1.1 Hochwasser – ein Naturereignis

In unregelmäßigen Zeitabständen führen außergewöhnliche Wetterlagen zu Hochwasser. Diese gehören – wie die Jahreszeiten – zu den ständig wiederkehrenden Naturereignissen; Hochwasser sind ein Bestandteil des Naturhaushaltes. Viele Arten und Lebensgemeinschaften haben sich nicht nur an das Hochwassergeschehen angepasst, sondern brauchen eine regelmäßige Überflutung und bevorzugen die Auen als Lebensraum. Der Mensch hingegen kann sich mit seinem Lebensumfeld nicht immer an die Dynamik eines Hochwassers anpassen. Das Wissen über das Hochwasser zusammen mit der richtigen Vorsorge kann helfen, die Schäden, die ihm durch Hochwasser entstehen können, gering zu halten.

Hochwasser lassen sich nach Entstehung und Erscheinungsform unterscheiden:

Starkregenereignisse sind besonders in den Sommermonaten als Folge von Gewitterfronten zu beobachten. Starkregen weisen die größten Niederschlagsintensitäten auf, sind räumlich begrenzt und haben eine relativ kurze Dauer. Besonders Bäche und Flüsse mit kleinen Einzugsgebieten reagieren mit einem sehr schnellen Anstieg des Abflusses und des Wasserstandes. In der Regel sind die Reaktionszeiten so gering, dass für Ergreifen von Schutzmaßnahmen wenig beziehungsweise keine Zeit bleibt. Eine präzise Vorhersage ist nicht möglich. Deshalb ist zur Schadensminderung eine bauliche Vorsorge am Gebäude besonders wichtig.

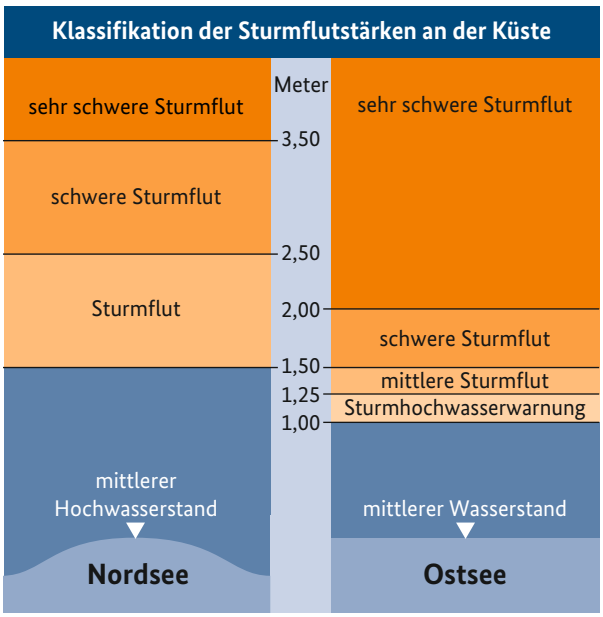
Hochwasser in Flüssen treten immer dann auf, wenn räumlich ausgedehnte, lang anhaltende Niederschläge, teilweise in Verbindung mit Schneeschmelze, die Abflussmenge im Gewässer so groß werden lassen, dass diese ausufern. Die Wasserstandsschwankungen liegen dabei im Meterbereich. Aufgrund der an vielen Gewässern vorhandenen Hochwasservorhersagesysteme lassen sich der zeitliche Verlauf und der Höchstwasserstand des Hochwassers gut abschätzen. Hier erhält die Verhaltensvorsorge des Einzelnen, aufgrund der vorhandenen Reaktionszeit, eine besondere Bedeutung bei der Schadensminderung. Selbstverständlich sind auch hier eine gute bauliche Vorsorge und eine hochwasserangepasste Bauweise erforderlich.

Kanalrückstau kann sowohl als Folge von Starkniederschlägen als auch als Folge von Hochwasser in Flüssen auftreten. Werden Abwasserkanäle durch zu große Regenmengen überlastet oder gelangt Flusswasser oder hohes Grundwasser in erheblicher Menge in das Kanalsystem, kommt es zum Rückstau im Abwasserkanal. Das über die Hausanschlussleitung in die Kellerräume einströmende Wasser kann erhebliche Schäden verursachen.

Grundhochwasser ist die Folge lang anhaltender Niederschläge oder Nassperioden im Klimageschehen sowie von ausgedehnten Hochwasserereignissen. Solche Hochwasserereignisse führen zuerst in der Aue, später im Binnenland zu einem meist zeitverzögerten Grundwasseranstieg.

Eisgang in Flüssen kann in Verbindung mit kleineren Hochwasserereignissen lokal zu hohen Wasserständen führen. Besonders vor künstlichen Hindernissen wie beispielsweise Brücken können sich treibende Eisschollen verkeilen, das Abflussprofil versperren und oberhalb zu einem Rückstau führen. Löst sich die Eisbarriere plötzlich auf, kann die dabei entstehende Schwallwelle unterhalb hohen Schaden anrichten.

Sturmflut wird ein Ereignis an der Küste genannt, wenn durch entsprechende Dauer und Stärke des auflandigen Windes sowie des Tidehubes der Wasserstand höher als 1,5 Meter über dem mittleren Hochwasserstand (MHW) liegt. Vom zuständigen Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) gibt es eine Klassifikation von Sturmflutstärken. Dabei gelten an der Nordsee als Sturmflut 1,5 bis 2,5 Meter über MHW, als schwere Sturmflut 2,5 bis 3,5 Meter über MHW und als sehr schwere Sturmflut mehr als 3,5 Meter über MHW. Für die Ostsee gibt das BSH bei einem Wasserstand über 1,0 Meter über mittlerem Wasserstand (MW) eine Sturmhochwasserwarnung aus. Darüber gelten an der Ostseeküste als mittlere Sturmflut Wasserstände mit 1,25 bis 1,5 Meter über MW, als schwere Sturmflut Wasserstände mit 1,5 bis 2,0 Meter über MW und als sehr schwere Sturmflut Wasserstände mit mehr als 2,0 Meter über MW.



Quelle: Wertangabe des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

1.2 Hochwasseraufzeichnungen und Statistik

Hochwasser gibt es seit jeher. Allerdings existieren quantitative Aufzeichnungen von historischen Hochwasserereignissen erst seit etwa 150 Jahren. Davor gibt es meist nur Hinweise auf extreme Hochwasserereignisse, zum Beispiel durch historische Hochwassermarken oder in Chroniken. Aus den Aufzeichnungen der Pegeldaten lassen sich statistische Analysen durchführen, wie häufig ein bestimmter Pegelstand überschritten wurde. Jedes neue Hochwasserereignis oder auch lange Zeiten ohne Hochwasser verändern die Statistik. Für die Bewertung von Sturmflutereignissen spielen zusätzlich die Aufzeichnung und Auswertung des Meereswasserspiegelanstiegs, der Strömungsverhältnisse, der Wellenenergie und der Sturmereignisse eine entscheidende Rolle.

Rheinpegel Köln

1.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die Hochwassersituation

Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit und für unsere Zukunft. Dabei steht außer Frage, dass wir uns in einem Prozess der Veränderung unseres Klimas befinden, wie es der aktuelle Fünfte Sachstandsbericht des Weltklimarates IPCC Anfang 2014 bestätigt hat. Hauptindikator für den Klimawandel ist die globale Erderwärmung, die sich bereits zeigt und die in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird. Der Prozess ist schleichend, aber erste Auswirkungen können wir bereits heute verspüren.

Eine Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur in den kommenden Jahrzehnten von ein bis zwei Grad Celsius wird prognostiziert. Ohne eine wesentliche Minderung der Treibhausgasemissionen muss von einem deutlich höheren Anstieg in den globalen Durchschnittstemperaturen ausgegangen werden. Die Trendaussagen der Klimaprojektionen dürfen aber nicht mit der Wettervorhersage verwechselt werden. Während bei der Wettervorhersage die Wetterentwicklung ausgehend von den aktuellen Werten und Beobachtungen unter Einbeziehung der Erfahrung aus der Wetteraufzeichnung für die kommenden Tage vorhergesagt wird, erfolgt eine Klimaprojektion auf Basis von Szenarien, bei denen unter anderem die Konzentrationen von Treibhausgasen in unserer Atmosphäre, die Veränderungen der Flächenversiegelung, die Bevölkerungsentwicklung oder der Umgang mit den Energieressourcen für die kommenden Jahrzehnte vorausgeschätzt werden.

Erst die Ergebnisse mehrerer Szenarien ergeben im Vergleich ein Bild der möglichen großräumigen Klimaentwicklungen. Die Klimaprojektionen betrachten dabei Großwetterlagen und treffen keine Aussagen zum Eintreten von kleinräumigen Ereignissen, wie Starkregen oder Gewitterniederschlägen. Alle Klimamodelle haben eines gemeinsam: Kein Modell kann das komplexe Klimageschehen in seiner Gesamtheit abbilden. Zudem ist es für die Modellierung zukünftiger klimatischer Verhältnisse erforderlich, Annahmen und Vereinfachungen zu treffen, durch die die Rechenergebnisse immer mit Unsicherheiten behaftet sind. Unterschiedliche Annahmen in der Modellierung erschweren zudem die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Wetterextrem Trockenheit

Überflutete Straße und Kanalrückstau infolge Starkniederschlag

Hochwasser im Binnenland ist die Folge von Niederschlägen. Im Grundsatz gilt:

Mehr Wärme bedeutet mehr Energie, bedeutet mehr Feuchtigkeitsumsatz. Nach Einschätzungen der für Deutschland vorliegenden regionalen Klimamodelle werden sich die Niederschläge im jahreszeitlichen Verlauf verschieben. Im Winter wird es voraussichtlich mehr Niederschläge geben, allerdings weniger Schnee. Im Sommer hingegen wird es in der Gesamtbilanz vielerorts trockener, wodurch andere Probleme zu erwarten sind. Die Prognosen zum Niederschlag beziehen sich dabei auf die lang anhaltenden Tiefdruckniederschläge. Veränderungen der Häufigkeiten und Intensitäten von Starkniederschlägen im Sommer wurden bereits beobachtet und werden zukünftig noch weiter zunehmen. Die Klimaprognosen sind für die einzelnen Regionen in Deutschland zum Teil recht unterschiedlich. Großwetterlagen werden sich verändern oder verschieben. Deshalb ist es schwer, eine allgemeine Aussage über die Folgen des Klimawandels auf das Hochwassergeschehen in Deutschland zu geben.

In Süddeutschland sind nach Aussagen des Projektes KLIWA (Klimaveränderung und Wasserwirtschaft) der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie des Deutschen Wetterdienstes bei den statistisch häufig zu erwartenden Hochwasserereignissen Zunahmen der Hochwasserabflüsse bis zum Ende des Jahrhunderts um bis zu 75 Prozent möglich. Bei den seltenen Ereignissen, die statistisch gesehen einmal in 100 Jahren oder seltener auftreten, können Abflusserhöhungen von bis zu 25 Prozent auftreten. Je kleiner das Wiederkehrintervall beziehungsweise je größer die Eintretenswahrscheinlichkeit, desto höher wird die Zunahme erwartet. Dies bedeutet, dass dort die kritischen Pegel zukünftig häufiger erreicht und überschritten werden könnten.

Die Zunahme der Hochwasserabflüsse um einen bestimmten Prozentsatz bedeutet aber nicht bei jedem Pegel den gleichen Wasserstandsanstieg. Jeder Pegel hat seine eigene Charakteristik. Je nach Form des Gewässerquerschnitts am Pegel nimmt der Abfluss mit steigendem Wasserstand unterschiedlich zu. Die Beziehung von Wasserstand zu Abfluss am Pegel wird Pegelkurve genannt. Eine beispielhafte Auswertung verschiedener Pegelkurven an unterschiedlichen Gewässern in Süddeutschland zeigte einen möglichen Anstieg des Wasserstands um durchschnittlich circa 0,5 bis 1,2 Meter bei den häufig wiederkehrenden Hochwasserereignissen, die statistisch alle 5 bis 20 Jahre eintreten, und eine mögliche Erhöhung von durchschnittlich circa 0,2 bis 0,6 Metern bei den seltenen Hochwasserereignissen mit einem Wiederkehrintervall von hundert Jahren und mehr.

Bei aktuellen Hochwasserschutzplanungen wird die Klimaentwicklung von den Planern bereits berücksichtigt, sei es durch entsprechende Zuschläge, sei es durch entsprechende Vorbereitungen für spätere Anpassungen. Das bedeutet aber nicht, dass alle Schutzeinrichtungen in den kommenden Jahren mitwachsen werden. Mancherorts werden die vorhandenen Schutzgrade rechnerisch auch abnehmen.

An den Küsten ist aufgrund des sich abzeichnenden Klimawandels mit verschiedenen Veränderungen zu rechnen, die Auswirkungen auf die Hochwassersituation haben können. Dazu zählen der Anstieg des Meeresspiegels, die Zunahme der Wellenenergie, die Veränderung der Strömungsverhältnisse, Tideänderungen und die Intensivierung der Sturmtätigkeit. Bereits heute werden mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen bei der Planung sorgfältig abgewogen und berücksichtigt. Zum Beispiel werden Küstenschutzanlagen aus Gründen der Sicherheitsvorsorge so ausgelegt, dass

ein Meeresspiegelanstieg von 30 bis 50 Zentimetern in 100 Jahren möglich wäre, obwohl im letzten Jahrhundert nur 10 bis 20 Zentimeter zu beobachten waren. Die tatsächlich eintretenden Entwicklungen werden fortlaufend beobachtet und ausgewertet, damit zeitnah die notwendigen Maßnahmen ergriffen werden können, um das heutige Schutzniveau aufrechterhalten zu können.

Das Forschungsvorhaben KLIWAS des Bundes befasst sich damit, die Bandbreite der zu erwartenden hydrologischen Veränderungen an den Wasserstraßen und an der Küste in Deutschland wissenschaftlich belastbar zu erfassen. Die Ergebnisse werden wichtige Grundlagen für die Weiterentwicklung der Schutzstrategien, des Städtebaus und des Bauwesens liefern.

1.4 Starkregenereignisse

In den vergangenen Jahrzehnten haben Starkregenereignisse häufig hohe, meist lokal aber sehr begrenzte Überschwemmungen hervorgerufen. Durch die Überlastung der Kanalisation innerhalb der Siedlungsflächen, die überwiegend aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen nicht für solche Ereignisse bemessen und ausgelegt sind, kann es zu sintflutartigen Zuständen kommen. Nicht selten wird die Lage durch erhebliche Mengen Schlamm noch verschärft. Die Schäden infolge von Starkniederschlägen, oft auch als Sturzregen bezeichnet, tragen in einem erheblichen Umfang zur Schadensbilanz bei.

Eine beträchtliche Gefahr besteht durch das teilweise schlagartige Auftreten einer Überflutung von tieferliegenden Gebäudeteilen wie Tiefgaragen, Unterführungen und Kellerräumen. Siedlungsbereiche, die in Senken liegen, können kurzfristig durch extreme Überflutungen gefährdet sein. Straßennamen oder Flurbezeichnungen (zum Beispiel „Hohlweg“, „Mühlenstraße“ oder „Im Tal“) können hier einen Hinweis auf eine mögliche Überflutungsgefahr geben.

Effektive Schutzmaßnahmen sind meist nicht zu entwickeln, da zum einen Ort und Zeitpunkt des Niederschlagsereignisses nicht oder nur bedingt kurzfristig vorhersagbar sind, zum anderen meist keine ausreichende Reaktionszeit zur Verfügung steht. Allerdings lassen sich durch planerische Berücksichtigung Schäden im Vorfeld verringern oder verhindern.
In einigen Einzugsgebieten gibt es bereits Hinweiskarten zu möglichen Gefahren bei Sturzregen. In diesen Karten ist ausgewertet, an welchen Stellen, meist kleine Senken, aber auch exponierte Straßenzüge, sich Niederschlagswasser ansammeln kann beziehungsweise nicht schnell genug zum Abfluss kommen könnte.

Auch wenn hydraulische Berechnungsmodelle hier an ihre technischen Grenzen stoßen, können diese Karten eine erste Einschätzung geben, ob Gebäude möglicherweise bei Starkregenereignissen überflutet werden können. Weiterhin können Bereiche identifiziert werden, an denen das Potenzial für Pufferung oder Umleitung von Niederschlagswasser besteht.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) warnt landkreisweise für das gesamte Bundesgebiet vor möglichen extremen Wettererscheinungen. Da ein Gewitter, häufig verbunden mit starken Niederschlägen auch als Gewitterzelle oder Starkniederschlagszelle bezeichnet, nur eine Ausdehnung von wenigen Kilometern haben kann, sind dessen Auswirkungen nicht im gesamten Kreisgebiet gleichermaßen häufig zu erwarten. Die Wahrscheinlichkeit betroffen zu sein, ist aber sehr hoch. Diese Warnungen können auch sehr kurzfristig erstellt werden, wenn sich eine extreme Wetteränderung abzeichnet.

Hinweise auf eine mögliche Hochwassergefahr

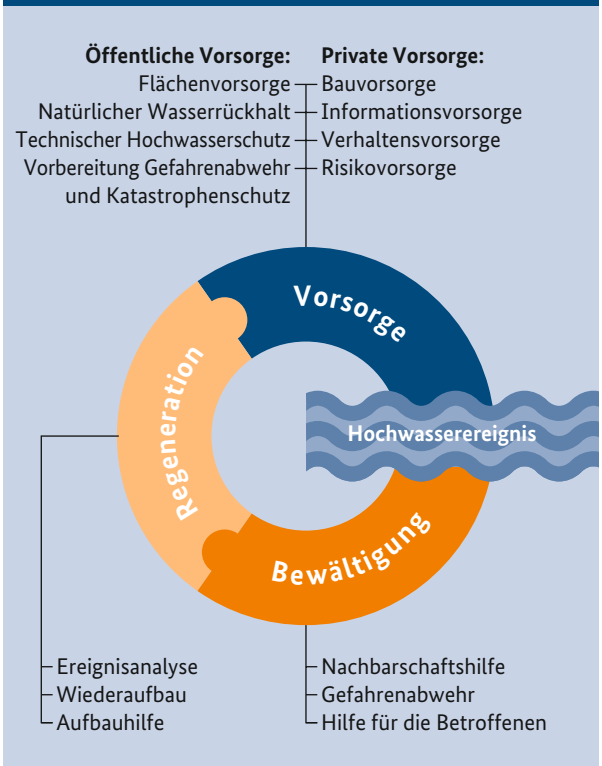
Hilfreich sind auch die Wetterportale im Internet, die häufig neben einer zeitpunktbezogenen Vorhersage auch Wetterradardaten anbieten. Dort kann im zeitlichen Verlauf die Zugbahn einer Niederschlagszelle nachvollzogen werden und über eine mögliche Prognose auch die weitere Entwicklung abgeschätzt werden.

2 Strategien zur Hochwasservorsorge

Die wirtschaftliche Entwicklung und der Siedlungsdruck haben dazu geführt, dass Flussauen und Küstengebiete als Industrie-, Gewerbe- und Siedlungsfläche sowie als land- und forstwirtschaftliche Fläche genutzt werden. Der Schutz durch technische Hochwasserschutzanlagen wie Mauern, Deiche, Sperrwerke an der Küste oder Hochwasserrückhalteanlagen im Binnenland wirkt nur bis zum jeweiligen Bemessungshochwasser. Darüber hinausgehende Hochwasser überfluten die bis dahin geschützten Gebiete. Einen absoluten Hochwasserschutz gibt es nicht.

Bereits 1995 wurde in der „Leitlinie für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) darauf hingewiesen, dass ein umfassender Hochwasserschutz neben dem technischen Hochwasserschutz auch eine weitergehende Hochwasservorsorge beinhalten muss.

Risikomanagementzyklus



Quelle: In Anlehnung an Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Mit der Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union (EG-HWRM-RL) haben sich neue Begrifflichkeiten festgesetzt. Der Prozess des Hochwasserrisikomanagements wird als Zyklus verstanden, der die **Vorsorge** vor einem Hochwasser und die **Bewältigung** während eines Hochwassers abbildet. Es schließt sich in der Regel eine **Regeneration** nach dem Ereignis an. Viele Betroffene werden vielleicht erst unmittelbar nach einem Hochwasserereignis diese Fibel zu Rate ziehen. Somit steht der Wiederaufbau nach einem Hochwasser ebenso im Fokus wie die Neuplanung oder Modernisierung eines Gebäudes. Im Bereich der Vorsorge können sowohl Behörden als auch Bürger und Hauseigentümer mit geeigneten Kombinationen der Einzelstrategien erheblich zur Schadensminderung beitragen:

- **Flächenvorsorge** mit dem Ziel, möglichst kein Bauland in hochwassergefährdeten Gebieten auszuweisen
- **Natürlicher Wasserrückhalt** auf Flächen, die das Niederschlagswasser speichern können und dieses dann zeitversetzt und gedämpft an Bäche und Flüsse abgeben
- **Technischer Hochwasserschutz**, der soweit technisch realisierbar und vertretbar das Hochwasser von Gebäuden und anderen Nutzungen abhält
- **Vorbereitungen in der Gefahrenabwehr und beim Katastrophenschutz**, die für einen reibungslosen Einsatz im Hochwasserfall sorgen
- **Bauvorsorge**, die Gebäude durch hochwasserangepasste Bauweisen und Nutzungen mögliche Hochwasserüberflutungen schadlos überstehen lässt
- **Informationsvorsorge**, die alle Informationswege aufzeigt, vor anlaufenden Hochwassern warnt und die erhaltenen Informationen richtig interpretieren lässt
- **Verhaltensvorsorge**, die durch vorab durchdachtes Handeln Schaden für Leib und Leben sowie für Sachwerte verhindert oder reduziert
- **Risikovorsorge**, die finanzielle Vorsorge für den Fall trifft, dass trotz Anwendung der anderen Strategien ein Hochwasserschaden eintritt

3 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen

Mit der Neufassung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vom 31. Juli 2009 wurde die EG-Richtlinie über die „Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ vom 23. Oktober 2007 (Richtlinie 2007/60/EG, im Folgenden auch EG-HWRM-RL genannt) in nationales Recht umgesetzt. Diese Richtlinie bezieht sich sowohl auf das Hochwasser im Binnenland aufgrund von über die Ufer tretenden Flüssen als auch auf die Hochwasser in den Küstengebieten aufgrund von Sturmfluten. Neben der menschlichen Gesundheit werden die Umwelt, die wirtschaftlichen Tätigkeiten und das Kulturerbe als Schutzgut gegenüber den nachteiligen Folgen von Hochwasser benannt.

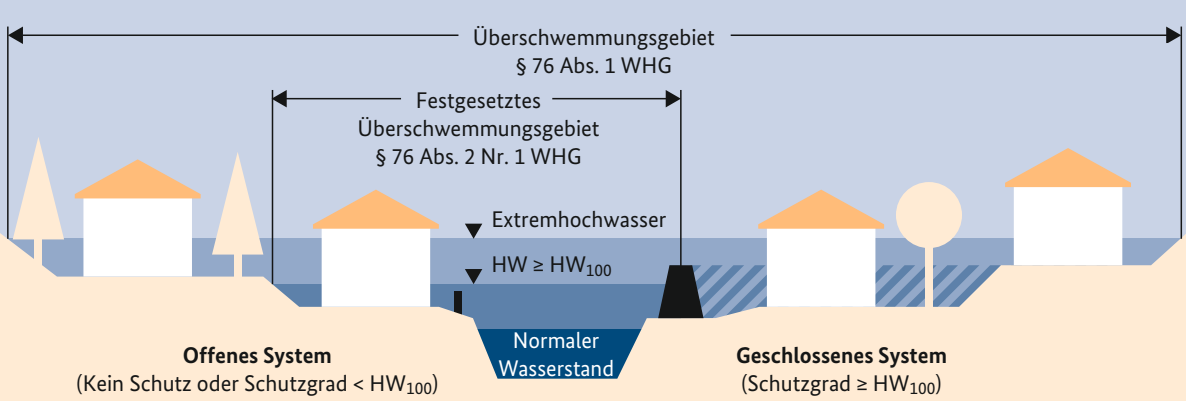
Kern der Regelungen ist die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK) in Gebieten mit signifikantem Hochwasserrisiko (Hochwasserrisikogebiete). Auf Basis der Erkenntnisse aus den beiden Kartentypen sollen Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRMPL) aufgestellt werden. Das WHG liefert damit eine Vollregelung zum Hochwasserschutz und zur Hochwasservorsorge, im Allgemeinen als Hochwasserrisikomanagement bezeichnet. Die Bearbeitung des Hochwasserrisikomanagements erfolgt koordiniert in Flussgebietseinheiten und den Küstengebieten, bei Bedarf mit internationaler Abstimmung.

Alle bisherigen Schutzstrategien wie der technische Hochwasserschutz, das Hochwasserflächenmanagement (zum Beispiel Flächenvorsorge und natürliche Wasserrückhaltung) und die Hochwasservorsorge (Bauvorsorge, Eigenvorsorge der Kommunen und der betroffenen Bürger, Verhaltensvorsorge, Informations- und Risikovorsorge) sind im Begriff Hochwasserrisikomanagement abgebildet. Das WHG fordert die Darstellung der Hochwassergefährdung und des Hochwasserrisikos für folgende Hochwasserszenarien:

1. **Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit** oder bei Extremereignissen
2. **Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit** (Wiederkehrintervall mindestens 100 Jahre)
3. **Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit** (soweit erforderlich)

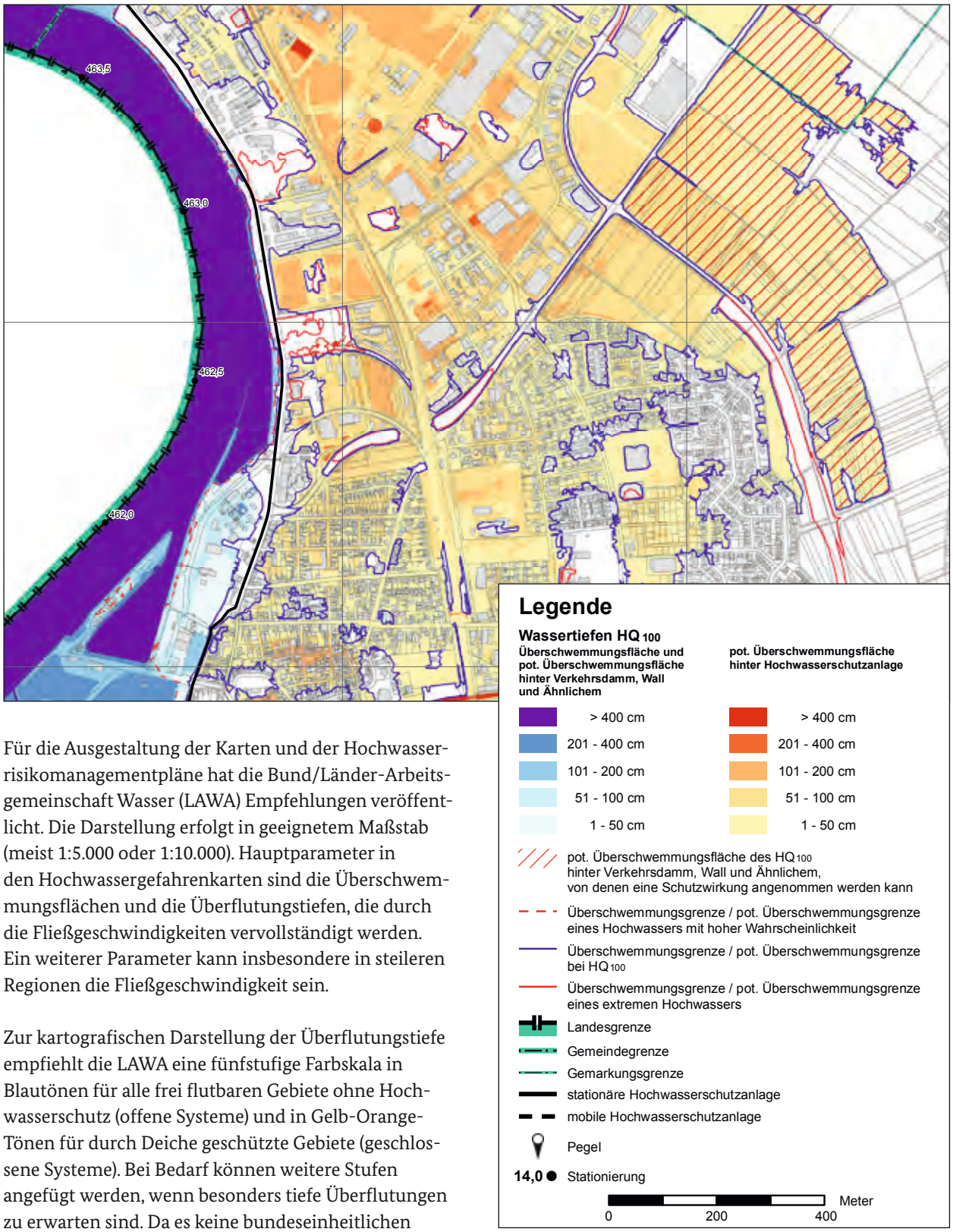
Die signifikanten Gewässerabschnitte, für die HWGK und HWRK erstellt werden, sind durch die Bundesländer festgelegt worden. Dadurch sind regionale Unterschiede in der Gebietsabdeckung möglich. Während einige Bundesländer nur die Gewässer oberster Ordnung (Gewässer, die in der Verantwortung der Landesverwaltungen liegen, und Bundeswasserstraßen) begutachten, sind andernorts großflächig auch kleinere Gewässer berücksichtigt worden.

Überschwemmungsgebiete



HW_{100}: Hochwasserstand, der statistisch gesehen einmal in 100 Jahren überschritten wird. Da es ein statistischer Wert ist, kann sich nach mehreren Jahren, insbesondere nach einem Hochwasserereignis, das Höhenniveau verändern.

Quelle: Gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009



Beispiel einer Hochwassergefahrenkarte für ein hundertjährliches Hochwasserereignis mit zugehöriger Legende

Für die Ausgestaltung der Karten und der Hochwasserrisikomanagementpläne hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Empfehlungen veröffentlicht. Die Darstellung erfolgt in geeignetem Maßstab (meist 1:5.000 oder 1:10.000). Hauptparameter in den Hochwassergefahrenkarten sind die Überschwemmungsflächen und die Überflutungstiefen, die durch die Fließgeschwindigkeiten vervollständigt werden. Ein weiterer Parameter kann insbesondere in steileren Regionen die Fließgeschwindigkeit sein.

Zur kartografischen Darstellung der Überflutungstiefe empfiehlt die LAWA eine fünfstufige Farbskala in Blautönen für alle frei flutbaren Gebiete ohne Hochwasserschutz (offene Systeme) und in Gelb-Orange-Tönen für durch Deiche geschützte Gebiete (geschlossene Systeme). Bei Bedarf können weitere Stufen angefügt werden, wenn besonders tiefe Überflutungen zu erwarten sind. Da es keine bundeseinheitlichen Gestaltungsvorgaben gibt, können die Darstellungen regional abweichen.

Beispiel einer Hochwasserrisikokarte mit zugehöriger Legende

In den Hochwasserrisikokarten werden die Anzahl der betroffenen Einwohner, die Art der wirtschaftlichen Tätigkeit, Anlagen nach der Richtlinie 96/61/EG (IVU-Anlagen, seit 2013 IED-Anlagen gemäß Richtlinie 2010/75/EU), die potenziell betroffenen Schutzgebiete gemäß Anhang VI Nr. 1 Ziffer i, iii und v der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie), unter anderem Gebiete zur Trinkwassergewinnung, Badegewässer und Natura-2000-Gebiete und weitere Informationen dargestellt, die der Mitgliedstaat als nützlich erachtet.

Ausgelaufenes Heizöl

Innerhalb der Hochwasserrisikogebiete setzen die Länder entweder durch Rechtsverordnung oder durch Landeswassergesetze Überschwemmungsgebiete fest. Grundlage für die Festsetzung ist ein Hochwasser, das statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist.

In festgesetzten Überschwemmungsgebieten gilt grundsätzlich das Verbot, neue Baugebiete auszuweisen. Damit soll die Schaffung neuen Schadenspotenzials durch Neubauten verhindert werden. Von diesem Verbot sind Ausnahmen nur unter Einhaltung strenger Vorgaben möglich. Weiteres siehe § 78 Abs. 2 WHG. Unter anderem darf es für Gemeinden keine anderen Möglichkeiten der Siedlungsentwicklung geben, es dürfen keine Gefährdung von Leben, erhebliche Gesundheits- oder Sachschäden zu erwarten sein und der bestehende Hochwasserschutz darf nicht beeinträchtigt werden.

In bereits beplanten Gebieten (§ 30 Baugesetzbuch, BauGB) beziehungsweise in Gebieten, für die aktuelle Bebauungspläne aufgestellt werden (§ 33 BauGB), im nicht beplanten Innenbereich (§ 34 BauGB) und im Außenbereich (§ 35 BauGB) sind die Errichtung und die Erweiterung baulicher Anlagen in Überschwemmungsgebieten grundsätzlich verboten. Abweichend davon kann die zuständige Behörde bauliche Anlagen im Einzelfall genehmigen, wenn nach § 78 Abs. 3 Satz 1 WHG die folgenden Voraussetzungen kumulativ erfüllt sind:

- Die Hochwasserrückhaltung darf nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt werden und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraum muss zeitgleich ausgeglichen werden.
- Das Vorhaben darf den Wasserstand und den Hochwasserabfluss nicht nachteilig verändern.
- Das Vorhaben darf den bestehenden Hochwasserschutz nicht beeinträchtigen und
- das Vorhaben muss hochwasserangepasst ausgeführt werden.

Alternativ hierzu können nachteilige Auswirkungen durch Auflagen und Bedingungen ausgeglichen werden.

Die Länder können Vorschriften erlassen, die die hochwassersichere Errichtung neuer oder die Nachrüstung vorhandener Heizölverbrauchsanlagen in Überschwemmungsgebieten regeln. Im Einzelfall kann auch das Verbot neuer Ölheizungen von den Ländern festgelegt werden. Durch auslaufendes Heizöl sind in der Vergangenheit immer wieder Gebäude geschädigt und Gewässer verschmutzt worden.

Bei der Festsetzung der Überschwemmungsgebiete ist die Öffentlichkeit zu informieren, damit eine frühzeitige Sensibilisierung für Hochwassergefahren ermöglicht wird. Die Länder treffen dazu Regelungen, wie sie die Öffentlichkeit in den betroffenen Gebieten

über die Hochwassergefahren, über geeignete Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensregeln informiert und vor zur erwartendem Hochwasser rechtzeitig warnt.

Den speziellen Vorschriften über den Hochwasserschutz vorangestellt, begründet das WHG (§ 5 Abs. 2) eine allgemeine Sorgfaltspflicht, wonach jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren zu möglichen und zumutbaren Schutz- und Vorsorgemaßnahmen verpflichtet ist.

§ 5 Abs. 2 WHG
„Jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Hochwasserfolgen und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen nachteiligen Folgen für Mensch, Umwelt oder Sachwerte durch Hochwasser anzupassen."

Die gesetzlichen Vorgaben für den Küstenschutz sind im Landesrecht der fünf Küstenländer verankert. Der Bund beteiligt sich im Rahmen der grundgesetzlich geregelten Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" finanziell an den Küstenschutzmaßnahmen der Länder. Zurzeit werden 70 Prozent der Investitionskosten der Länder vom Bund übernommen. Die Planung und Durchführung der Maßnahmen obliegt den Ländern. Die Unterhaltungskosten müssen die Länder alleine übernehmen.

Unangepasste Siedlungsentwicklung

Hochwasserangepasste Bauweise mit erhöhtem Erdgeschoss

4 Flächenvorsorge und Hochwasserbewirtschaftung

Hochwasserschäden entstehen nur dort, wo Werte von Hochwasser betroffen werden. Ein wichtiger Baustein der Hochwasservorsorge ist deshalb das Hochwasserflächenmanagement. Durch die gesetzlichen Vorgaben wird bereits grundsätzlich die weitere Besiedlung der Auen und der Küstenregionen reglementiert. Allerdings will und kann das Hochwasserflächenmanagement nicht die bestehenden Siedlungen aus diesen Gebieten verbannen. Hier müssen die Verhaltensvorsorge und der technische Hochwasserschutz zur Schadensreduzierung beitragen.

Neben der Sicherung bestehender Retentionsflächen ist die Rückgewinnung ehemaliger Rückhalteflächen entlang der Gewässer, zum Beispiel durch Deichrückverlegungen, Aufgabe des Hochwasserflächenmanagements.

Hochwasserflächenmanagement im Binnenland betrachtet nicht nur die Flächen an den Flüssen, an denen das Hochwasser zu Schäden führt. Vielmehr müssen auch die Flächen betrachtet werden, auf denen das Hochwasser entsteht. Unterschieden werden dabei Gebiete mit lang anhaltenden Niederschlägen, die großräumig in einem Flusseinzugsgebiet langsam, aber stetig zu einem Hochwasser führen, und die Starkregenereignisse, die kurzfristig in kleineren Einzugsgebieten Straßen und Häuser überfluten.

Von Bedeutung sind in beiden Fällen Maßnahmen des dezentralen Hochwasserschutzes. Das Prinzip liegt im Rückhalten des gefallenen Niederschlags in der Fläche. Prinzipiell kann das Niederschlagswasser im freien Gelände oder in den Siedlungsflächen zurückgehalten werden.

Im freien Gelände bietet Wald den besten Hochwasserpuffer. Waldboden kann Niederschlagswasser sehr gut aufnehmen und zwischenspeichern. Auch landwirtschaftliche Nutzflächen können das Niederschlagswasser auffangen und zurückhalten. Entscheidend ist hier aber, welche Frucht auf der Fläche angebaut wird und wie intensiv der Regen auf die Fläche einwirkt. Grünland kann zum Beispiel Wasser sehr gut zurückhalten.

Im Gegensatz zu Getreide oder zu Gras, welche ein zusammenhängendes Wurzelgeflecht bilden, kann auf vegetationsfreien Böden bei starkem Niederschlag und bei entsprechendem Hanggefälle das abfließende

Bodenerosion nach Starkniederschlag

Wasser Bodenpartikel ablösen, die als Schlamm mitgeführt werden. Zum einen fehlt das haltende Wurzelgeflecht im Boden, zum anderen kann das Wasser und der Schlamm ungehindert abfließen. Wenn dieses Wasser-Schlamm-Gemisch auf die Bebauung trifft, kommt es häufig zu erheblichen Schäden, auch wenn weit und breit kein Gewässer zu finden ist.

Die Lage und Ausrichtung des Wegenetzes kann den Abflussprozess zusätzlich verstärken. Asphaltierte Schussrinnen ohne Schlammfänge oder Querschläge zum Teil mit überdimensionierten und ausgeräumten Seitengräben bringen das Wasser schnell zu den Siedlungen beziehungsweise zu den Gewässern, was gewässerabwärts zu Hochwasser und Schäden führen kann.

In den Siedlungsflächen werden im Rahmen des dezentralen Hochwasserschutzes immer mehr Dach- und Flächenentwässerungen von der Kanalisation abgetrennt. Dies entlastet zum einen die Kanalisation und zum anderen die Kläranlagen. Das Niederschlagswasser wird dann in Geländemulden oder spezielle Versickerungshilfen, sogenannte Rigolen, eingeleitet und versickert. Die Wirkung ist meist nur sehr kleinräumig, hilft aber, Schäden zu reduzieren.

5 Technischer Hochwasserschutz

Der technische Hochwasserschutz ist ein wichtiger Grundbestandteil aller Hochwasserschutzstrategien. Die wichtigsten Elemente des technischen Hochwasserschutzes sind:

- Rückhaltemaßnahmen: Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken, Flutungspolder
- Flussbaumaßnahmen: Deiche und Dämme
- Küstenschutzmaßnahmen: Deiche, Sperrwerke, Buhnen, Wellenbrecher, Uferschutzwerke, Dünen, Vorlandarbeiten und Sandvorspülungen
- Objektschutzmaßnahmen: Mauern, Schutzwände und mobile Hochwasserschutzsysteme sowie
- Hochwasservorhersagesysteme

5.1 Funktion der technischen Hochwasserschutzsysteme

Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sind im Oberlauf der Gewässer zu finden und erzielen im unmittelbaren Unterlauf ihre größten Wirkungen. Flutungspolder werden am Mittel- und Unterlauf der Gewässer zur Hochwasserrückhaltung eingesetzt. Die Rückhaltewirkung bedeutet für den Unterlauf eine Wasserstandsreduzierung, verbunden mit einer zeitlichen Verzögerung der Hochwasserwelle.

Flussbau- und Objektschutzmaßnahmen erzielen ihre Wirkungen unmittelbar an ihren Standorten, führen aber, falls der verloren gegangene Retentionsraum nicht ausgeglichen wird, im Unterlauf zu einer Verschärfung der Hochwassersituation. Für Flussbaumaßnahmen bieten sich im Regelfall Erddämme an. Stahlspundwände oder Stahlbeton werden zum Bau von festen Hochwasserschutzwänden verwendet beziehungsweise bieten einen dichten und stabilen Unterbau für mobile Schutzsysteme.

Alle technischen Hochwasserschutzeinrichtungen werden mit einem Sicherheitszuschlag, dem sogenannten Freibord, errichtet. Mit dem Freibord wird unter anderem dem Wellenschlag, dem Windstau oder einer möglichen Durchwurzelung von Erdbauwerken Rechnung getragen. Je nach Schutzsystem und Bauwerkshöhe variiert der Freibord und beträgt meist mehrere Dezimeter.

Polderflutung am Rhein bei Ingelheim

5.2 Wirtschaftlichkeit von Hochwasserschutzmaßnahmen

Vor dem Bau einer Hochwasserschutzeinrichtung werden im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung folgende Kriterien gegeneinander abgewogen:

- Investitions- und Reinvestitionskosten für die Hochwasserschutzeinrichtung (Baukosten für die Anlagen, Flächenverbrauch, Deichinstandsetzung, Ersatz beschädigter mobiler Teile und so weiter)
- Betriebs- und Unterhaltungskosten für die Hochwasserschutzeinrichtung (Deichunterhaltungsmaßnahmen, Betriebs- und Unterhaltungskosten von Sonderbauwerken wie Pumpanlagen, Auf- und Abbau, Pflege und Lagerung der mobilen Systeme)
- der aus dem verminderten Schaden resultierende Nutzen während der kalkulatorischen Lebensdauer der Schutzeinrichtung

Dabei ist zu beachten, dass der Nutzen der Einrichtung die Kosten rechtfertigt. Bei der Wahl des Schutzgrades wird im Rahmen der staatlichen Fürsorgeverpflichtung dem Schutz von Menschenleben und der Verbesserung der Lebensqualität für den Menschen ein hohes Gewicht beigemessen.

5.3 Mögliche Versagensarten von Schutzeinrichtungen

Hochwasserschutzeinrichtungen sind technische Anlagen, die auf ein bestimmtes Ereignis bemessen wurden. Nach Überschreiten des Bemessungsereignisses, aber bereits auch vorher können bei ungünstigen Umständen Schutzanlagen versagen. Folgende grundsätzliche Versagensmechanismen von Schutzsystemen sind bei der Planung und beim Betrieb zu unterscheiden:

Versagen nach Überschreiten des Schutzzieles / der Schutzhöhe

Bei Rückhaltebecken und Talsperren: Die Hochwasserentlastung der Rückhalteräume springt an und verhindert den weiteren Aufstau im Becken. Die Hochwasserentlastungen sind so dimensioniert, dass am Bauwerk selbst kein Schaden entsteht. Die durch die Hochwasserentlastung abgeführte Abflussmenge führt zu einem

Verschlussbauwerk eines Hochwasserrückhaltebeckens

Hochwasserschutzdeich an der Elbe

Ansteigen der Wasserstände im Unterwasser. Die Abflussmenge kann das Mehrfache des Regelabflusses betragen.

Bei Deichen und Dämmen: Beim Überströmen von Erdbauwerken besteht trotz der schützenden Vegetationsdecke immer die Gefahr von Oberflächenerosion. Hohe Fließgeschwindigkeiten oder der Wellenschlag verstärken die Gefahr. Die einsetzende Erosion, beispielsweise von der Dammkrone her, vergrößert nach und nach den Einströmquerschnitt, wodurch die Erosion ihrerseits erneut zunimmt. Deichbruchstellen von mehreren hundert Metern können die Folge sein.

Hochwasserschutzwand mit Stahlspundwand

Hochwasserschutzwand mit Sicherheitsglas

Bei Hochwasserschutzmauern und vorinstallierten mobilen Schutzsystemen: Die Schutzsysteme werden überströmt und überfluten das dahinter liegende Gebiet. In der Regel besteht dabei keine Gefahr für Zerstörungen am System selbst.

Bei Sandsackbarrieren und bei Sandsackersatzsystemen besteht die Gefahr einer Zerstörung bei einer Überströmung. Diese Tatsache sollte bei der Konzeption des Schutzsystems beachtet werden.

Gibt es im Einzugsgebiet des Gewässers ein Hochwasservorhersagesystem, lässt sich der Zeitpunkt, an dem die maximale Schutzhöhe erreicht werden wird, recht genau vorausschätzen. Für diesen Fall sind je nach Schutzsystem Maßnahmen in den Alarm- und Einsatzplänen vorzusehen.

Versagen vor Erreichen des Schutzzieles / der Schutzhöhe

Das Versagen von Schutzsystemen vor Erreichen des Schutzziels / der Schutzhöhe kann auch als technisches Versagen angesehen werden. Trotz der Beachtung aller Regeln der Technik ist dieses Szenario bei der Planung von Vorsorgemaßnahmen zu beachten.

Bei Rückhaltebecken und Talsperren: Das Versagen der Anlagen führt zu einer plötzlichen Erhöhung der Abflüsse und der Wasserstände im Unterlauf, häufig in Verbindung mit einer murenähnlichen Geschiebeführung.

Bei Deichen und Dämmen: Häufigste Versagensursachen sind die rückschreitende Erosion im oder unterhalb des Dammkörpers oder das Versagen der Standsicherheit. Beide Ursachen führen ohne Gegenmaßnahmen in jedem Fall zum Bruch. Um diese Fälle wenn möglich zu verhindern, werden die Deiche und Dämme an unseren Gewässern mit beginnendem Einstau ständig beobachtet. Zeigen sich erste Anzeichen für ein mögliches Versagen, beginnt die Deichwehr mit Deichverteidigungsmaßnahmen.

Bei Hochwasserschutzmauern und vorinstallierten mobilen Schutzsystemen: Die erforderlichen statischen Nachweise, eine sorgfältige Wartung und der fachgemäße Aufbau sichern die Stabilität der Schutzsysteme. Im Hochwasserfall können jedoch unvorhergesehene Belastungen (zum Beispiel Anprall von Treibgut) die Systeme beschädigen. Bei der Wahl der Systeme ist darauf zu achten, dass beim Versagen von Teilen des Schutzsystems nicht das gesamte System versagt (Dominoeffekt).

5.4 Hochwasserschutz im Kanalsystem / Sicherung der Schmutz- und Regenwasserentwässerung im Binnenland

Oberirdische Hochwasserschutzmaßnahmen müssen immer in Verbindung mit dem Kanalsystem betrachtet werden. Ohne geeignete Vorsorgemaßnahmen und /oder konstruktive Maßnahmen im Kanalsystem können Hochwasserschutzmaßnahmen ihre Wirkung verlieren. Folgendes sollte untersucht oder beachtet werden:

Integrierte Hochwasserschutzklappe

Mobiler Hochwasserschutz mit Dammbalken

Das Eindringen und Ausbreiten des Hochwassers in das Kanalsystem sollte auf jeden Fall verhindert werden.

- Regenüberläufe im Kanalsystem bilden Kurzschlüsse zum Gewässer. Diese sollten durch Rückschlagklappen vor in das Kanalnetz eindringendem Hochwasser gesichert werden.
- Werden Teile der Siedlungsfläche oberirdisch überflutet, gelangt das Hochwasser über Kanalschächte und Straßeneinläufe in das Kanalsystem. Druckdichte Kanaldeckel und abschnittsweise durch Schieber absperrbare Kanalstränge verhindern das Überfluten des restlichen Kanalnetzes. Im bereits überfluteten Kanalsystem übernehmen Rückschlagklappen in den Hausanschlussleitungen im Gebäude beziehungsweise in einem Schachtbauwerk vor dem Gebäude und Heberanlagen den Schutz der Gebäudeentwässerung.
- Kanaldeckel und Kanalstränge vor der Hochwasserschutzeinrichtung müssen besonders gesichert werden.

Die Binnenentwässerung hinter der Schutzeinrichtung ist zu gewährleisten.

- Die Vorflut des Schmutz- und Regenwassers im Kanalsystem ist auch bei Hochwasser sicherzustellen. Ein Rückstau im Kanal ist nur bedingt möglich.
- Bei lang anhaltenden Hochwasserereignissen steigt der Grundwasserspiegel an und erreicht das Kanalsohlenniveau. Der Fremdwasseranteil im Kanalsystem steigt und muss abgeleitet werden.
- Der Abfluss von den Seitenzuflüssen darf nur bedingt zurückstauen. Die erforderlichen Pumpwerke sollten mit ausreichender Kapazität dimensioniert werden.

5.5 Küstenschutz

Ohne Küstenschutzmaßnahmen würden die circa 1,1 Millionen Hektar Niederungsgebiete im Einzugsbereich der deutschen Nord- und Ostseeküste bei jeder schweren Sturmflut überschwemmt. Die Nutzung und Entwicklung dieser Gebiete als Lebens- und Wirschaftsraum wäre nicht möglich. Küstenschutzdeiche, Sperrwerke, gesicherte Steilufer oder Dünen und regelmäßige Sandvorspülungen schützen diese Flächen heute auf

Küstenschutzdeich

sehr hohem Sicherheitsniveau. Nach der verheerenden Flutkatastrophe von 1962 haben die fünf Küstenländer alle Maßnahmen, die zur Abwehr derartig extremer Sturmfluten erforderlich sind, in Generalplänen für den Küstenschutz zusammengestellt und diese seitdem kontinuierlich umgesetzt. Obwohl aufgrund der hohen Investitionskosten die Generalpläne noch immer nicht vollständig ausgeführt werden konnten, waren die bisher ergriffenen Maßnahmen so erfolgreich, dass die Sturmfluten von 1976, 1990, 1994 und 2013 an der Nordsee und 1995 und 2006 an der Ostsee mit höheren Wasserständen als 1962 sicher abgewehrt werden konnten.

Küstenschutz durch Tetrapoden auf der Insel Sylt

Küstenschutzanlagen müssen fortlaufend kontrolliert und unterhalten werden. Außerdem sind in den nächsten Jahren nicht nur die Restmaßnahmen der Generalpläne konsequent umzusetzen. Genauso wichtig ist es, im Hinblick auf den sich abzeichnenden Klimawandel die Entwicklung der Bemessungsgrößen für die Küstenschutzanlagen sorgfältig zu beobachten und auszuwerten, um frühzeitig notwendige Anpassungsmaßnahmen ergreifen zu können. Küstenschutz bleibt eine wichtige Daueraufgabe – auch mit einem gewissen Restrisiko für bereits geschützte Bereiche.

Küstenschutz mit Lahnungen und Hochwasserschutzdeich

6 Hochwassergefährdungspotenzial und Bauvorsorge

6.1 Strategien zur Bauvorsorge

Das Wissen um die Einwirkungen von Wasser auf Bauwerke und deren Ausrüstung und die Kenntnis über das Hochwassergeschehen sind Grundvoraussetzungen für eine effektive Bau- und Verhaltensvorsorge. Die überwiegende Anzahl der mit dieser Fibel gegebenen Empfehlungen bezieht sich auf bestehende Gebäude. Wo immer möglich, sollten bei der Wahl neuer Siedlungsstandorte hochwassergefährdete Flächen gemieden werden. Als hochwassergefährdet können dabei alle Flächen angesehen werden, die im Hochwasserfall „nass“ werden können; also auch Flächen, die jenseits von gesetzlichen Überschwemmungsgebieten liegen. Die nachfolgenden technischen Darstellungen stellen beispielhafte Möglichkeiten dar. Im Einzelfall empfiehlt es sich, einen fachkundigen Planer einzubeziehen.

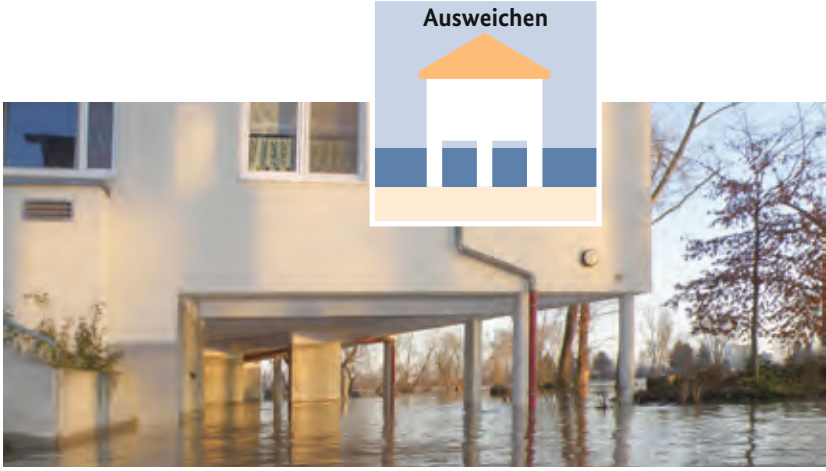
In der Praxis haben sich drei Schutzstrategien zur Vermeidung und Verminderung von Hochwasserschäden durchgesetzt:

Strategie Ausweichen: Der wirksamste Weg, Schäden durch Hochwasser zu reduzieren, ist, der Hochwassergefahr auszuweichen. Dies kann räumlich durch die Meidung von hochwassergefährdeten Flächen erfolgen oder baulich durch Höherlegen der hochwertigen Gebäudeteile.

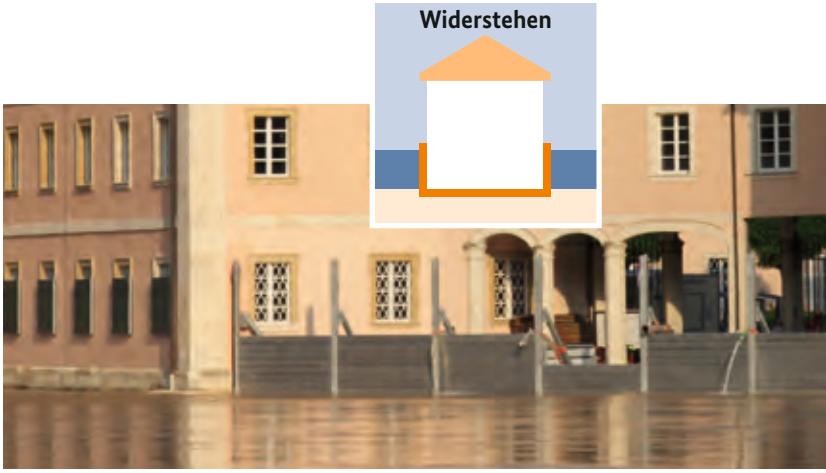
Strategie Widerstehen: Wo ein Ausweichen nicht möglich ist, können technische Schutzanlagen bis zu ihrer geplanten technischen Belastungsgrenze Niederschlagswasser, Hochwasser oder Grundwasser von Gebäuden fernhalten beziehungsweise ein Eindringen von Wasser verhindern.

Strategie Anpassen: Bei Überschreiten des Schutzziels oder wenn Schutzeinrichtungen nicht wirtschaftlich erstellt werden können, kann die Nutzung so an die Hochwassergefahr angepasst werden, dass nur geringe Schäden zu erwarten sind. Unter Umständen ist das Nachgeben gegenüber dem eindringenden Wasser als Teilstrategie des Anpassens weniger schadensträchtig als der Versuch, jeglichen Wassereintritt zu verhindern.

Keine der vorgenannten Strategien sollte bevorzugt oder als alleiniger Lösungsweg angesehen werden. Vielmehr ist häufig eine Kombination aus den drei Strategien angeraten.



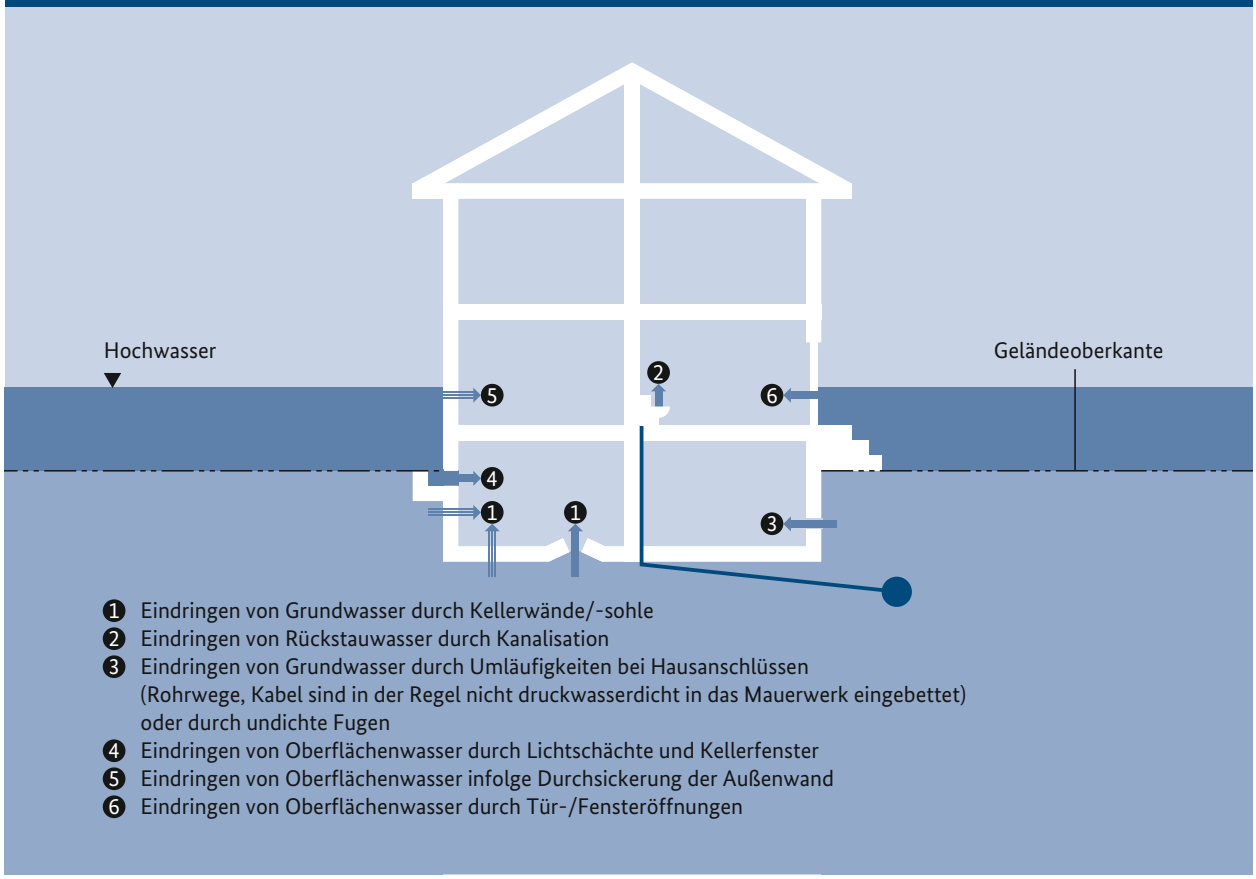
Ausweichen: zum Beispiel durch Aufständern von Gebäuden



Widerstehen: zum Beispiel durch Objektschutz

Anpassen: zum Beispiel durch Sicherung bestehender Tankanlagen

Wassereintrittsmöglichkeiten bei Gebäuden



Quelle: Planen und Bauen von Gebäuden in hochwassergefährdeten Gebieten – Hochwasserschutzfibel, BMVBW, 2003

6.2 Eindringen von Wasser in Gebäude

Das Eindringen von Wasser in Gebäude führt im Allgemeinen nicht zu einer Gefährdung seiner Standsicherheit, jedoch zu nachhaltigen Schäden am Gebäude (zum Beispiel an Türen, Fenstern, Haustechnik, Putz, Tapeten, Bodenbelägen) und an der Inneneinrichtung.

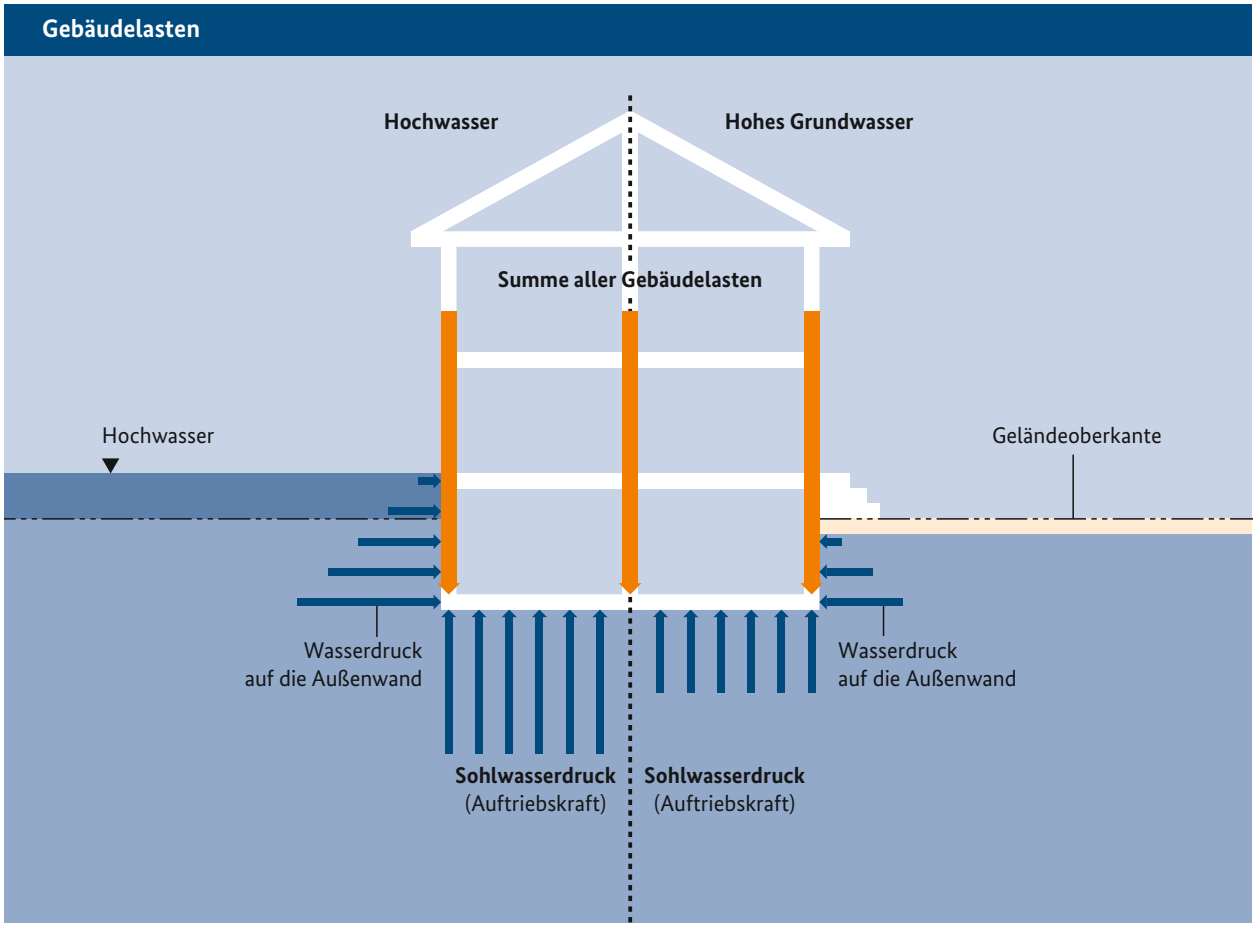
Ziel gebäudebezogener Schutzmaßnahmen sollte daher sein, das Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern oder zumindest zu begrenzen, solange noch eine ausreichende Gebäudestandsicherheit gegeben ist. Grundsätzlich werden die abgebildeten Wege des Wassereintritts in Gebäude im Falle eines Hochwasserereignisses unterschieden.

6.3 Wasserdruck und Auftrieb

Steigt das Grundwasser über das Niveau der Gründungssohle, entstehen Wasserdruck und Auftriebskräfte am Gebäude. Die Größe der Auftriebskraft hängt von dem durch das Gebäude verdrängten Wasservolumen ab und somit von der Höhe des Wasserstandes. Die Auftriebskraft nimmt mit dem steigenden Wasserstand und dem verdrängten Wasservolumen zu.

Wird die Auftriebskraft größer als die Summe aller Gebäudelasten, schwimmt das Gebäude auf. Im ungünstigsten Fall kann das Gebäude dabei zerstört werden. Deshalb muss die Gebäudestandsicherheit zu jeder Zeit – also auch bei höchsten Hochwasserereignissen – gewährleistet sein.

Insbesondere in der Bauphase können sich kritische Zustände ergeben, wenn die Gebäudelasten noch gering sind. Deshalb ist die Bauausführung so zu



Quelle: Grundlagen der Hydrostatik (Archimedes 287 – 212 v. Chr.)

planen, dass gefährdete Bauabschnitte, wie zum Beispiel nach Fertigstellung der Gründung, nicht mit jahreszeittypischen Hochwassern in den Winter- und Frühjahrsmonaten zusammenfallen. Vorsorglich sollte die Möglichkeit einer (Teil-)Flutung des Gebäudes gegebenenfalls mit Frischwasser eingeplant werden.

Achtung: Wasserdichte Gebäude mit wenigen Geschossen haben normalerweise nicht das gegen Auftrieb erforderliche Eigengewicht.

Darüber hinaus entstehen zusätzliche Beanspruchungen aus dem Wasserdruck auf die Gründungssohle und die Seitenwände. Häufig sind die Gebäude nicht für solche Belastungen ausgelegt. Bei Hochwasser können dann die Seitenwände und/oder die Sohle beschädigt werden.

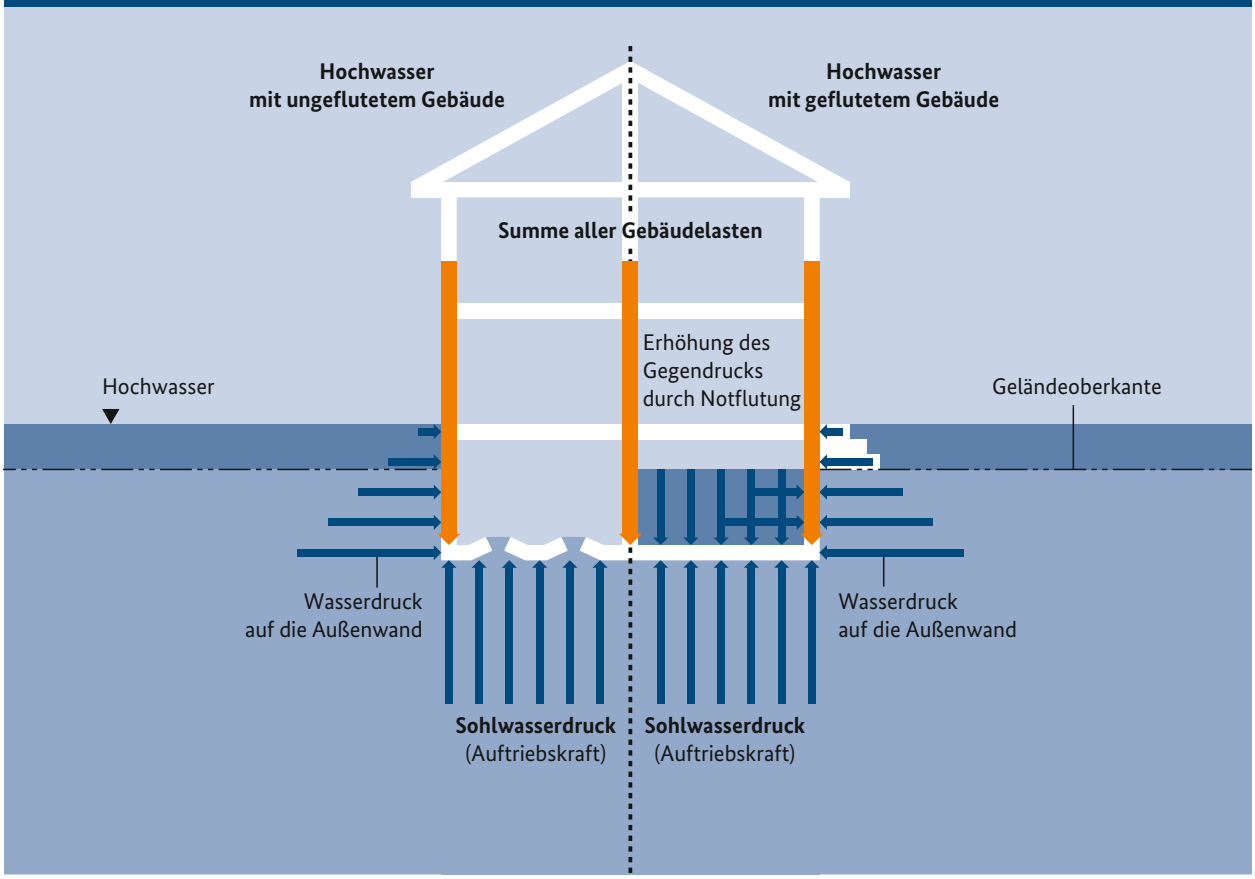
6.4 Überprüfung der Standsicherheit bestehender Gebäude

6.4.1 Ausreichende Gebäudelasten, Wand-/Sohlendimensionierung

Nur geringfügig eingestaute Gebäude haben in der Regel eine ausreichende Auftriebssicherheit. Dies sollte aber unbedingt in einer statischen Überprüfung der Auftriebssicherheit durch den Planer für jedes gefährdete Gebäude nachgewiesen werden.

Neben der Auftriebssicherheit des Gesamtgebäudes müssen auch die einzelnen Gebäudeteile auf den erhöhten Wasserdruck bemessen sein. Deshalb sind im Allgemeinen Kellerwände und Gründungssohlen in Stahlbeton auszuführen. Außerdem ist die Gründungssohle durch ausreichende Verankerungen gegen Aufschwimmen oder Aufbrechen zu sichern.

Gegendruckerhöhung durch Notflutung des Gebäudes



Quelle: Grundlagen der Hydrostatik (Archimedes 287 – 212 v. Chr.)

6.4.2 Notflutung von Gebäuden

Gefährden Auftrieb oder Wasserdruck die Gebäudestandsicherheit, kann als einfachste und auch kurzfristig wirkungsvollste Gegenmaßnahme das Gebäude teilweise oder auch vollständig geflutet werden. Für diesen Fall sind Markierungen am Gebäude (Pegel) hilfreich, die die erforderliche Höhe für eine Notflutung des Gebäudes anzeigen.

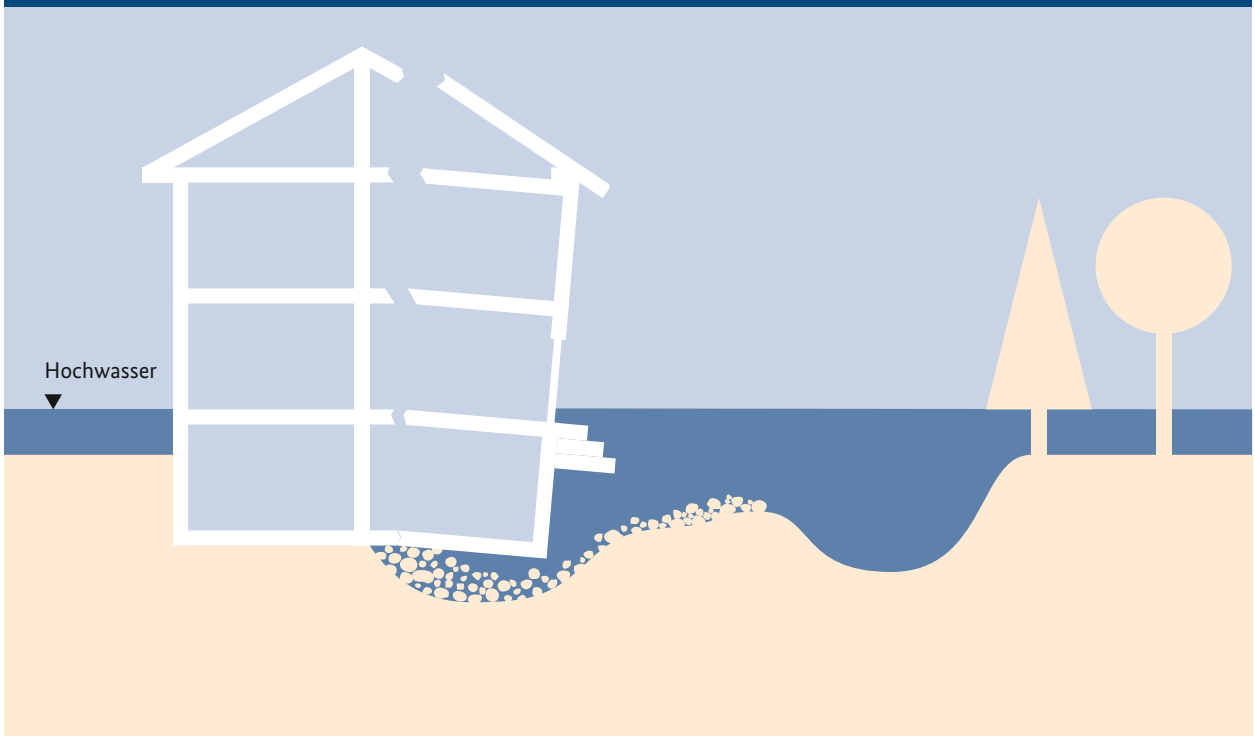
Eine Flutung mit sauberem Wasser kann Folgeschäden durch Schmutz oder Schadstoffe verringern. Die obenstehende Abbildung veranschaulicht das Kräfteverhältnis bei Wasserverdrängung und Flutung. Durch eine Flutung wird im Gebäudeinneren ein Gegendruck aufgebaut, der die von außen auf das Gebäude wirkenden Kräfte deutlich reduziert. Zusätzlich wird die Gebäudelast um das Gewicht des Wassers erhöht.

Fazit: Eine Notflutung reduziert die resultierenden Belastungen auf das Gebäude.

Unter Umständen kann die Auflast auch durch andere Materialien hergestellt werden. Neben Sandsäcken können alle schweren Materialien verwendet werden, die flächenhaft aufgebracht werden können. Punktuelle Lasten zum Beispiel über Tischbeine sind nicht geeignet.

Lassen Sie grundsätzlich die Auftriebssicherheit und die statische Belastbarkeit der Außenwände und der Kellersohle gegen drückendes Wasser bei Bestandsgebäuden von einem Fachplaner nachweisen. Dieser ermittelt dazu überschläglich die Lasten (das Gewicht) Ihres Gebäudes und setzt diese in Relation zum

Zerstörung von flussnah gelegenen Gebäuden durch Unterspülung der Fundamente



Quelle: Grundlagen der Hydrodynamik (Archimedes 287 – 212 v. Chr.)

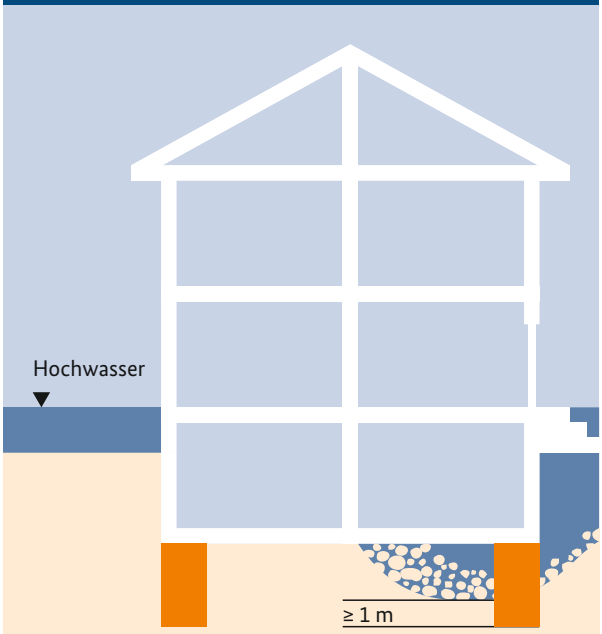
Gewicht der Wassermenge, die durch das Gebäude bei Hochwasser verdrängt wird. Anhand einer Druckverteilung kann auch bestimmt werden, welche Bauteile unter dem statischen Wasserdruck versagen können.

6.5 Strömung

Flussnah gelegene Gebäude werden zusätzlich durch die Gewässerströmung beansprucht. Starke Strömungen können insbesondere kleine, in geringer Tiefe gegründete Gebäude zum Einsturz bringen und mit sich reißen. Mitgeführtes Treibgut kann die Situation zusätzlich verschärfen. Der Austrag von Bodenteilchen aus dem Bodengefüge bei nicht befestigten Flächen kann zu Hohlräumen im Baugrund führen und nachfolgend Gebäudeschäden durch Unterspülungen und Setzungen bis hin zu Grundbrüchen verursachen.

Deshalb sollte bei erosionsgefährdeten Böden die Fundamentunterkante einen Meter tiefer liegen als die zu erwartende Erosionsbasis. Bei bestehenden Gebäuden kann durch eine nachträglich vorgesetzte Betonwand die Gefahr des Unterspülens der Fundamente vermindert werden.

Maßnahmen gegen Unterspülung der Fundamente



Bei erosionsgefährdeten Böden sollte die Fundamentunterkante 1 m tiefer liegen als die zu erwartende Erosionsbasis

Quelle: in Anlehnung an DIN 4123

7 Baukonstruktive Empfehlungen zum hochwasserangepassten Bauen

7.1 Schutz der Gebäude vor eindringendem Grundwasser

Bei gut wasserdurchlässigen Bodenarten (zum Beispiel Sande, Kiese) ist im Hochwasserfall mit einem kurzfristigen Ansteigen des Grundwasserspiegels zu rechnen. Flussnah kann vereinfacht angenommen werden: Hochwasserstand = Grundwasserstand.

Bei einem Anstieg des Grundwasserspiegels über die Gründungssohle entstehen aufgrund des Wasserdruckes zusätzliche Beanspruchungen der Bauwerkssohle und -wände. Man spricht von drückendem Grundwasser. Für diesen Fall gibt die DIN 18195 (Bauwerksabdichtungen) technische Hinweise zur Bemessung und Ausführung der Abdichtungsmaßnahmen. Bei drückendem Grundwasser gelten folgende Anforderungen:

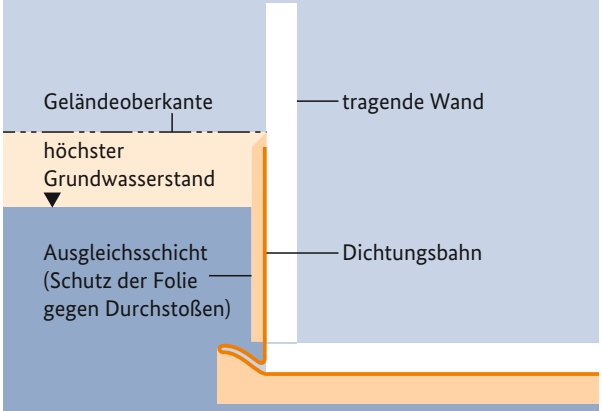
- Die Gebäudeabdichtung ist in der Regel an der Außenseite der Außenwände anzuordnen; sie muss eine geschlossene Wanne bilden oder das Bauwerk allseitig umschließen. Ist eine außenliegende Dichtung nicht möglich, kann auch eine innenliegende Abdichtung zum Einsatz kommen.
- Die Abdichtung ist bei wasserdurchlässigen nichtbindigen Böden (Sand, Kies) mindestens 30 Zentimeter über den höchsten Grundwasserstand, bei bindigen Böden (Lehm, Ton) mindestens 30 Zentimeter über die geplante Geländeoberflächen zu führen.
- Die Abdichtung darf bei den zu erwartenden Bauwerksverformungen (Schwinden, Setzungen) ihre Schutzwirkung nicht verlieren.

Als Grundtypen der Gebäudeabdichtung werden die „Schwarze Wanne“ und die „Weiße Wanne“ unterschieden.

Als „Schwarze Wanne“ bezeichnet man eine Abdichtung, bei der die betroffenen Gebäudebereiche durch Bitumen- oder Kunststoffbahnen allseitig umschlossen werden. Diese Abdichtung wird im Regelfall als Außendichtung ausgeführt; das heißt, dass die Dichtungsbahnen auf der Gebäudeaußenseite angeordnet werden und damit in günstiger Weise gegen die Gebäudewände oder -sohle angedrückt werden.

„Schwarze Wanne“ Außendichtung

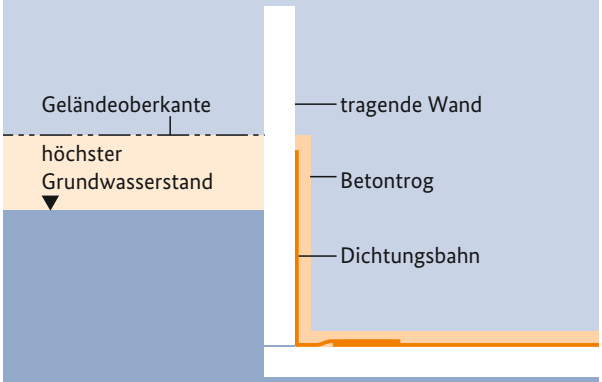
(geeignet für komplizierte Gebäudegeometrien)



- keine besondere Berücksichtigung von Arbeitsfugen
- Undichtigkeiten nicht lokalisierbar (Umläufigkeiten), aufwendige Sanierung
- kann in der Regel nur unterhalb der Geländeoberkante eingesetzt werden
- Die Sohle kann nicht nachträglich von außen abgedichtet werden.

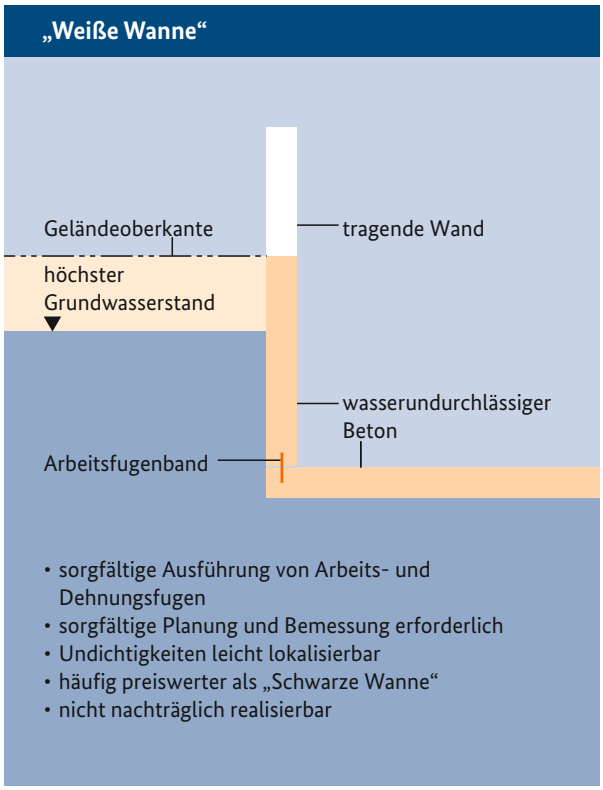
Quelle: DIN 18195

„Schwarze Wanne“ Innendichtung



- zusätzlicher Innentrog erforderlich

Quelle: DIN 18195

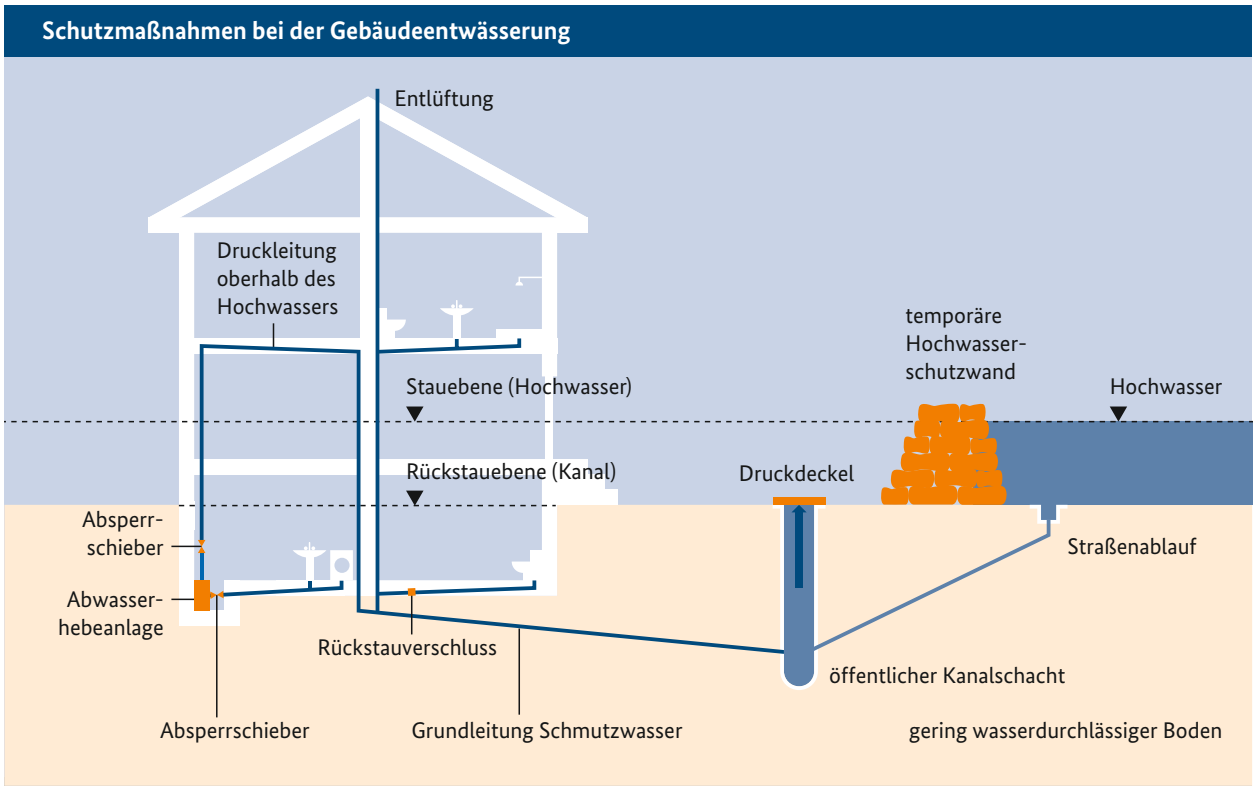


Quelle: DIN 1045, DIN EN 206, DAfStb „WU-Richtlinie“

Technisch weitaus schwieriger und teurer ist es, eine solche Dichtung (nachträglich) auf den Innenseiten des Gebäudes anzubringen (Innendichtung). Hier wird ein zusätzlicher Innentrog erforderlich, um die auf die Dichtung wirkenden Wasserdrücke statisch abzufangen. Eine Innendichtung gegen drückendes Wasser sollte daher nur in Einzelfällen bei nachträglichen Ertüchtigungen von Altbauten zur Anwendung kommen.

Als „Weiße Wanne“ versteht man die Ausbildung der Außenwände und der Bodenplatte als geschlossene Wanne aus wasserundurchlässigem (wu) Beton entsprechend den hierfür geltenden technischen Regelwerken und Normen. Zusätzliche Dichtungsbahnen sind nicht erforderlich. Bei der Bauausführung muss auf eine sorgfältige Ausführung der Arbeitsfugen geachtet werden.

Als Arbeitsfugen werden die Übergänge von Frischbeton zu bereits erhärteten Betonbauteilen bezeichnet. Eine Variante für die wasserdichte Ausführung einer Arbeitsfuge ist die Verwendung eines Arbeitsfugenbandes aus Kunststoff, das je zur Hälfte im bereits ausgehärteten Beton und im Frischbeton eingebunden ist. Unabhängig von der Art der Abdichtung sind Bauwerkssohle und



Quelle: DIN 1986, DIN EN 12056, DIN EN 13564

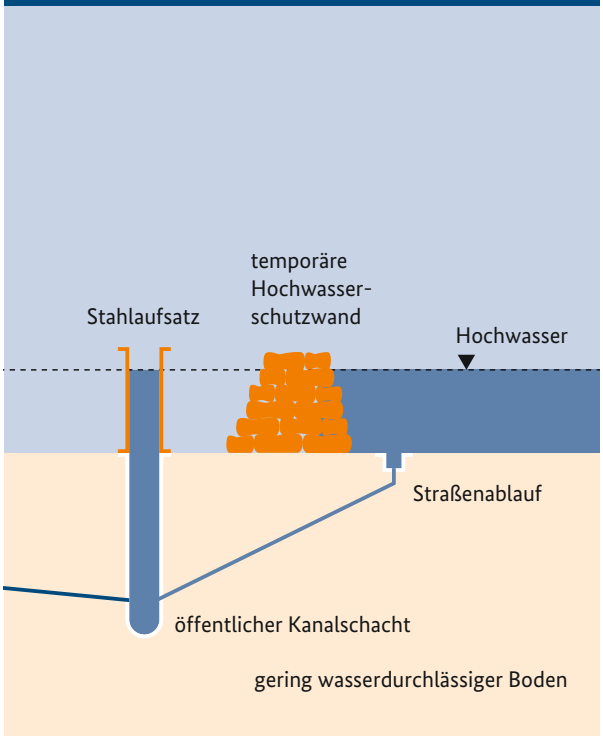
-wände auf die zu erwartenden Beanspruchungen aus Wasserdruck zu bemessen. Für die Bauwerkssohle aus Stahlbeton bedeutet dies im Allgemeinen den Einbau einer zusätzlichen oberen Bewehrungslage.

7.2 Schutz der Gebäude vor eindringendem Kanalisationswasser (Rückstau)

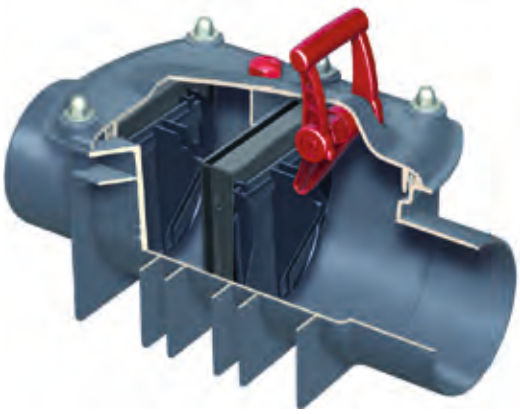
Im Hochwasserfall steigt der Wasserspiegel im Kanalnetz oft an, weil die Kanäle bei Überlastung durch große Regen- und Grundwassermengen (bei undichten Kanälen) oder durch den hohen Wasserstand des Vorfluters zurückgestaut werden. Dieser Anstieg des Wasserspiegels im Kanalnetz setzt sich durch die Abflussleitungen und Hausanschlüsse bis gegebenenfalls ins Gebäudeinnere fort.

Liegen keine Sicherungseinrichtungen wie zum Beispiel Rückstauklappen, Absperrschieber oder Abwasserhebeanlagen vor, steigt der Wasserspiegel im Leitungsnetz des betreffenden Gebäudes bis zur Höhe des Wasserspiegels im Kanalnetz an. Dies kann zu Wasseraustritten aus den Abflüssen der Sanitäranlagen oder Ähnlichem führen.

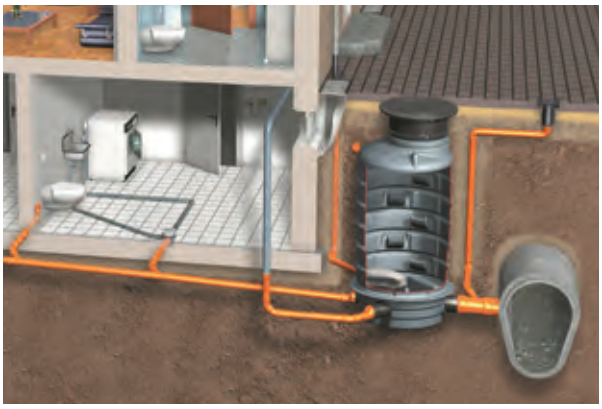
Schutzmaßnahmen am Kanalsystem



Quelle: DIN 1986, DIN EN 12056, DIN EN 13564



Rückstausicherung im Gebäude für nicht fäkalienhaltiges Abwasser



Rückstausicherung außerhalb des Gebäudes

In hochwassergefährdeten Gebieten mit langen Einstauzeiten und entsprechenden Vorwarnzeiten bieten Absperrschieber gegenüber Rückschlagklappen eine größere Sicherheit. Absperrschieber wirken allerdings nur, wenn sie rechtzeitig geschlossen werden.

Aus der Abwassertechnik ist der Begriff der Rückstauebene bekannt. Diese markiert das Niveau des maximal möglichen Wasserspiegels im Kanalnetz bei Rückstauereignissen in nicht hochwassergefährdeten Gebieten. Die maßgebliche Rückstauebene wird von der örtlichen Behörde festgelegt. Sofern von dieser die Rückstauebene nicht festgelegt worden ist, gilt als Rückstauebene die Höhe der Straßenoberkante an der Anschlussstelle. In Überschwemmungsgebieten ist mit einem Anstieg des Wasserspiegels im Leitungsnetz bis zum Hochwasserspiegel zu rechnen, das heißt auch über die Rückstauebene hinaus.

Fazit: In Überschwemmungsgebieten ist nicht die Rückstauebene, sondern der Hochwasserstand für einen eventuellen Rückstau in der Kanalisation entscheidend. Zur Sicherung sind in jedem Haus entsprechende Rückstausicherungen beziehungsweise Hebeanlagen vorzusehen. Diese Anlagen müssen regelmäßig gewartet werden.

Ein Rückstau kann auch im Außenbereich von Gebäuden zu unvorhergesehenen Überschwemmungen in „hochwassergeschützten“ Bereichen (beispielsweise hinter Hochwasserschutzwänden) führen. Wasser kann aus dem Überschwemmungsbereich durch die Kanalisation auf das Grundstück gedrückt werden. Ist eine Absperrung des Kanalnetzes durch Schiebereinrichtungen nicht möglich, bietet sich zur Verhinderung des Wasserüberlaufs aus dem Kanalnetz der Einsatz von Überlaufsicherungen in Form von Druckdeckeln oder Stahlzylinderaufsätzen an. Es ist zu beachten, dass die Rückstauproblematik nicht nur Einzelgebäude, sondern auch großräumige „Schutzzonen“ betreffen kann.

7.3 Schutz der Gebäude vor Oberflächenwasser

In hochwassergefährdeten Gebieten können Gebäude auf unterschiedliche Weise (Bau- und Verhaltensvorsorge) gegen das Eindringen von Oberflächenwasser geschützt werden:

- Schutzanlagen (Wassersperren) im Außenbereich zur Verhinderung des Zuströmens von Wasser zum Gebäude (nur sinnvoll, wenn kein Grundwasser eindringen kann)
- Abdichtungs- und Schutzmaßnahmen unmittelbar am Gebäude zur Verhinderung des Eindringens von Wasser in das Gebäude

Ein Sandsackwall kann bereits sehr wirkungsvoll sein.

Um zu verhindern, dass das Wasser zum Gebäude zuströmen kann, ist dieses zum Beispiel durch ein umlaufendes Hochwasserschutzbauwerk zu sichern.

Je nach Art und Lage des zu schützenden Gebäudes können in Abhängigkeit vom zu erwartenden Hochwasserstand stationäre Hochwasserschutzanlagen beziehungsweise teilmobile oder mobile Hochwasserschutzwände eingesetzt werden.

Stationäre Hochwasserschutzanlagen, wie zum Beispiel Erddämme, Mauern oder Spundwände, stellen eigenständige Hochwasserschutzbauwerke dar, die speziell für ihren Anwendungsbereich auszulegen und zu planen sind. Allerdings bedeuten sie gleichzeitig eine Beeinträchtigung der Grundstücksnutzung, einen dauerhaften Eingriff in das Stadt- oder Landschaftsbild und können ein verkehrstechnisches Hindernis sein.

Teilmobile Hochwasserschutzwände sind im Allgemeinen „mobile“ Dammbalkensysteme in Kombination mit einer ortsfesten Halterungskonstruktion, zum Beispiel eingelassenen Fundamenten zur Verankerung der Hochwasserschutzwand oder fest installierten Stützen mit Führungsschienen zur Aufnahme der Dammbalken. Auch hier gilt, dass nur dann ein wirksamer Hochwasserschutz gewährleistet werden kann, wenn keine Umströmung (Oberflächenwasser oder ansteigendes Grundwasser) und kein Rückstau aus dem Kanalnetz stattfindet.

Mobile Hochwasserschutzwände bestehen aus transportablen Schutzelementen, meist Dammbalken, die aus statischen Gründen nur bis zu einer maximalen Wandhöhe von 2,5 Metern aufgestellt beziehungsweise übereinander gestapelt werden sollten. Meist werden sie zusätzlich auf der dem Wasser abgewandten Seite durch eine Stahlkonstruktion rückwärtig abgestützt. Deutlich größere Wandhöhen sind aufgrund der steigenden Wasserdruckbelastungen technisch nicht sinnvoll. Beim Schutz von einzelnen Gebäuden bietet sich die rückwärtige Abstützung der Hochwasserschutzwand gegen das Gebäude selbst an.

Mit Ausnahme des mobilen Hochwasserschutzes mittels Dammbalken, die auch zur Absicherung von Tür- und Toröffnungen geeignet sind, werden aufwendige stationäre oder teilmobile Systeme wegen

Hochwasserschutz mit mobilem wassergefülltem Schlauchsystem

Umlaufender Hochwasserschutz mit teilmobilen Schutzelementen

ihrer hohen Investitionskosten überwiegend im Rahmen der öffentlichen oder der industriellen Hochwassersicherung eingesetzt.

Im privaten Bereich kann sich je nach Lage des Gebäudes eine Einfassung und Umschließung des Grundstückes mit Mauern oder kleinen Erdwällen anbieten. Werden nur geringe Wasserüberstände erwartet, ist gegebenenfalls die Abschottung des Gebäudes durch einen kleinen Damm aus Sandsäcken die einfachste und preiswerteste Lösung. Schlauchsysteme, die mit Wasser gefüllt werden, bieten schnell einen temporären Schutz. Bei diesen Systemen ist immer auf einen geeig-neten Unterströmungsschutz auf dem Boden zu achten. Werden mit Wasser gefüllte Schutzsysteme bei Erreichen der Schutzhöhe überflutet, besteht die Gefahr des schlagartigen Versagens des Schutzes.

Bei den Hochwasserschutzwänden muss mit geringen Undichtigkeiten oder auch Unterläufigkeiten gerechnet werden. Daher sollten grundsätzlich Pumpen im Außen- und Innenbereich des Gebäudes zum Abpumpen des anfallenden Wassers vorgesehen werden.

Grundregel: Ein Einsatz von Hochwasserschutzwänden ist nur dann sinnvoll, wenn gleichzeitig ein ausreichender Schutz gegenüber eindringendem Grundwasser und Rückstauwasser aus der Kanalisation besteht.

Abdichtungs- und Schutzmaßnahmen am Gebäude selbst sind im Allgemeinen einfacher zu realisieren und damit kostengünstiger als Maßnahmen im Außen-

Hochwasserschutz mit Hochwasserschutzplatten aus Kunststoff

Objektschutz an Gebäudeöffnungen

bereich. Voraussetzung ist allerdings eine ausreichende Standsicherheit, Wasserbeständigkeit und die Wasserdichtigkeit der Außenwände. Zur Verhinderung des Eindringens von Wasser durch Tür- oder Fensteröffnungen bestehen folgende Sicherungsmöglichkeiten:

- Bei nur geringen Wasserüberständen (Zentimeter oder Dezimeter) können Sandsäcke einen ausreichenden Schutz bieten.
- Einen wirkungsvollen Abdichtungsschutz auch bei höheren Wasserständen (Dezimeter- oder Meter-Bereich) bieten Dammbalkensysteme, die unmittelbar vor den Eingangsbereichen installiert werden.
- Darüber hinaus sind andere Abdichtungssysteme (zum Beispiel passgenau zugeschnittene Einsatzelemente für Eingangs- oder Fensteröffnungen, sogenannte Schotts, mit Profildichtungen) auf dem Markt erhältlich, die ebenfalls bis zu bestimmten Wasserständen einen ausreichenden Schutz vor Wassereintritt gewährleisten.
- Alternativ können auch direkt druckdichte oder hochbeständige Fenster und Türen eingebaut werden.

Druckdichte Türen und Fenster sind, wie der Name schon sagt, auf Wasserdruck und damit auch auf Luftdruck ausgelegt. Sie verhindern ein Einströmen von Wasser, aber auch die Belüftung der Räume im geschlossenen Zustand.

Als hochwasserbeständig dürfen sich Türen und Fenster bezeichnen, wenn sie dem Hochwasserdruck standhalten und nur geringfügig Wasser durchlassen.

Hochwasserschutz an Fensteröffnungen

Automatisch schließende Vorsatzscheibe

Druckdichtes Fenster

Folienabdichtung für Gebäudeöffnungen

Da mit steigendem Wasserstand auch der Wasserdruck steigt, sollte immer auf die maximal zulässige Einstauhöhe eines Systems geachtet werden. Diese wird vom Hersteller in der Regel als Höhe über dem Fenstersims (Fensterunterkante) angegeben. Bei Kellerfenstern ist dies besonders zu berücksichtigen. Die Lichtschächte um die Kellerfenster können ebenfalls hochwasserbeständig ausgeführt werden. Diese besonders robusten Kästen werden dicht am Gebäude montiert. Damit kein Grundwasser durch den Grundablass eintreten kann, wird hier eine Rückstausicherung eingebaut.

Damit kein Wasser durch die Außenwände sickern kann, sollte das Gebäude abgedichtet werden. Dabei ist zu beachten, dass Hochwasserschutz und Wärmedämmung, bauphysikalisch gesehen, klassische Konfliktpunkte sind. Denn was für den Hochwasserschutz richtig ist (zum Beispiel dichte Materialien, keine Öffnungen), hat für den Wärmeschutz/Energieeinsparung negative Auswirkungen (keine Belüftung – schlechte Wasserdampfdiffusion, gute Wärmeleitfähigkeit – schlechte Wärmedämmwirkung). Bei der Gestaltung der Außenfassade sollten folgende Kriterien berücksichtigt beziehungsweise gegeneinander abgewogen werden:

- maximaler Hochwasserstand
- Hochwasserwahrscheinlichkeit/-häufigkeit
- Anforderungen an den Wärmeschutz/Energieeinsparung
- Abtrocknungsgeschwindigkeit nach Durchnässung
- Reparaturaufwand eines Systems
- ästhetischer Anspruch an die Fassade

Druckdichte Tür

Diese Kriterien gelten für Neu- und Altbauten.
Für die Gestaltung des baulichen Hochwasserschutzes müssen jeweils Einzelfallentscheidungen getroffen werden.

Druckwassersichere Wanddurchführung

Hochwasserbeständiger Türeinsatz

Im Falle nicht ausreichend abgedichteter Außenwände ist im Gebäude mit durchsickerndem Wasser zu rechnen. Insbesondere Undichtigkeiten im Bereich von Fugen oder Wandanschlüssen können hier zu einem nennenswerten Wasserandrang führen.

Das Kapitel 8 widmet sich der Beständigkeit von Baumaterialien und Baukonstruktionen unter Hochwassereinfluss.

7.4 Strategie Anpassen – Bauliche Vorsorge im Gebäude

Die Bauvorsorge beginnt bereits in der Planungsphase. Der Verzicht auf ein Kellergeschoss oder die Ausbildung einer Schwarzen oder Weißen Wanne kann bereits erhebliche Schäden ausschließen. Die Wahl einer Erdgeschosshöhe auf höherem Niveau oder der Bau auf Stelzen können verhindern, dass im Hochwasserfall Wohnräume betroffen werden. Besteht die Gefahr des Auftriebs, ist für eine ausreichende Auftriebssicherheit zu sorgen. Kommt es trotz geeigneter Maßnahmen der Strategie „Widerstehen“ zu einer Überflutung eines Gebäudes oder werden die vorgesehenen Schutzziele überschritten, sorgt die Anpassung der Bausubstanz, der Gebäudeausstattung und der Einrichtung an eine mögliche Überflutung dafür, Schäden zu vermeiden.

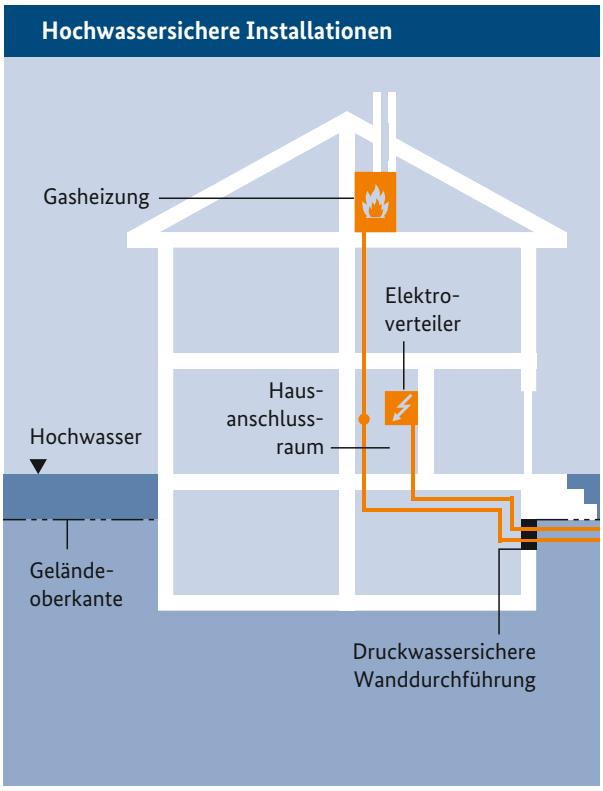
Zu beachten ist, dass neben dem möglichen Schaden von den technischen Gebäudeeinbauten zusätzlich eine Gefahr für Leib und Leben beziehungsweise die Umwelt ausgehen kann.

7.4.1 Heizung und Elektroinstallation

Heizungsanlagen sind ebenso wie elektrische Installationen, zum Beispiel Stromverteilerkästen, in den Obergeschossen hochwassersicher zu installieren. In von Hochwasser betroffenen Bereichen (Keller, Erdgeschoss) sollten auch untergeordnete elektrische Installationen vermieden oder hoch über dem Fußboden angebracht werden. Die betreffenden Stromkreisläufe müssen getrennt abschaltbar beziehungsweise gesichert sein.

Heizungsanlagen sollten so konstruiert sein, dass sie bei drohender Hochwassergefahr entweder schnell demontiert oder mit entsprechenden zusätzlichen Schutzelementen gesichert werden können.

Sicherung eines Heizungsbrenners



Quelle: Ruiz Rodriguez + Zeisler + Blank GbR

Brennstofflager stellen zusätzliche Problembereiche dar. Heizöl wird im nachfolgenden Kapitel gesondert behandelt. Aber auch Holzbrennstofflager (Schnitzel, Pellets) können Schaden nehmen, wenn Hochwasser eindringt. Gastanks sind gegen Auftrieb und gegen Anprall zu sichern.

7.4.2 Sicherung des Heizöltanks vor Aufschwimmen/Auftrieb

Das Auslaufen von Öl infolge von undichten Stellen im Heizungssystem oder am Heizöltank kann zu nachhaltigen Beschädigungen des Gebäudes sowie der Inneneinrichtung führen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass austretendes Öl erhebliche Verunreinigungen ober- und unterirdischer Gewässer verursacht. Ist eine Umstellung auf andere Energieträger nicht möglich, ist der Tank zusammen mit allen Anschlüssen und Öffnungen (Öleinfüllstutzen, Belüftung) so abzusichern, dass von außen kein Wasser eindringen kann. Weiterhin ist der Tank durch geeignete Halterungen oder eine Abstützung nach oben gegen Aufschwimmen zu sichern. Der „kritische Lastfall“ für die Bemessung des Tanks im Hinblick auf das Aufschwimmen ist der

Heizöltankanlage mit Auftriebssicherung

nicht gefüllte Tank. Für die Bemessung der Halterungen gegenüber Auftrieb ist daher vom leeren Tank auszugehen; dies gilt auch für Außentanks.

Ist eine Sicherung des Heizöltanks gegen Auftrieb nicht möglich, kann als Notmaßnahme das Auffüllen des Tanks mit Wasser die nötige Gewichtskraft erzeugen. Die Kosten für die anschließende Trennung des Heizöl-Wasser-Gemisches durch einen Fachbetrieb betragen nur einen Bruchteil der entstehenden Schäden durch ausgelaufenes Heizöl im und am Gebäude. Tankanschlüsse und Verbindungsleitungen bei Batterietanks sind in jedem Fall zu sichern und zu verschließen.

Aber Achtung, nicht alle Tanks sind geeignet, dem bei Hochwasser auftretenden Wasserdruck standzuhalten. Entsprechende Nachweise (Zulassung) muss der Tankhersteller erbringen. Für die Sicherung gegen Auftrieb ist unter Umständen eine statische Berechnung erforderlich. Deshalb folgender Grundsatz:

In hochwassergefährdeten Gebieten sollte auf Ölheizungsanlagen verzichtet werden.

7.4.3 Lagerung und Umgang mit sonstigen wassergefährdenden Stoffen

Gesundheits-, wasser- und umweltgefährdende Stoffe müssen nach einem vorab festgelegten Plan aus dem Gefahrenbereich verlagert werden. Dabei muss vorher festgelegt werden, welche Stoffe wohin evakuiert werden können. Eine entsprechende Kennzeichnung erleichtert die spätere Zuordnung.

Vor, während und nach einem Hochwasserereignis gibt es eine Vielzahl von Maßnahmen, die Schäden an den Elektro- und Heizungsanlagen reduzieren können. Es wird empfohlen, in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Fachbetrieb diese Maßnahmen zu planen. Kurzfristige Planungen während des anlaufenden Hochwassers führen oft nicht zum gewünschten Ergebnis. Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Keller- und Erdtanks absichern (gegen Auslaufen, gegen Aufschwimmen)!
- Technische Einrichtungen eventuell abmontieren!
- Elektrische Einrichtungen entfernen oder ausschalten!
- Haupthähne für Gas, Wasser und Strom abdrehen!

8 Hochwasserbeständigkeit von Baustoffen und baukonstruktiven Schichtenfolgen

8.1 Grundsätzliches

Im Gegensatz zu den Bauvorsorgestrategien „Ausweichen“ und „Widerstehen“, bei denen versucht wird, Flutwasser vom Gebäude fernzuhalten beziehungsweise am Eindringen in das Gebäude zu hindern, strebt die hochwasserangepasste Bauweise von Gebäuden an, die Hochwasserschäden bei einer nicht zu verhindernden Überflutung zu begrenzen.

Hochwasserangepasstes Bauen bildet daher eine zunehmend bedeutende dritte Strategie der Bauvorsorge. Sie dient dem Zweck, potenzielle Schäden an der Bausubstanz von Gebäuden bei einem Überflutungsereignis zu mindern, sodass der Umfang der erforderlichen baulichen Maßnahmen zur Schadensbeseitigung reduziert und die schnelle Wiederherstellung der planmäßigen Nutzung des Gebäudes gewährleistet werden kann. Die schnelle Wiedernutzung von Gebäuden kann insbesondere bei gewerblich genutzten Immobilien von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung sein.

Um dieses Ziel zu erreichen, sollten wasserbeständige beziehungsweise 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 ortsübliche Bauweisen ohne Einschränkungen ausgeführt werden.

Die Konzeption hochwasserangepasster Baukonstruktionen ist jedoch komplex und erfordert daher in der Regel die Einbindung von Fachplanern. Diese können sicherstellen, dass nach einem Hochwasserschaden und vor Baubeginn im Vorfeld sowohl alle wesentlichen Arbeiten in Art und Umfang erfasst werden als auch auf das Wesentliche beschränkt bleiben. Um das breite Spektrum des hochwasserangepassten Bauens verstehen zu können, beinhalten die folgenden drei Abschnitte:

- **typische Schadensbilder,** die nach einem Hochwasserereignis in Gebäuden dokumentiert werden können,
- das Verhalten **üblicher Baustoffe bei Hochwasserbeanspruchung** sowie
- besondere Aspekte bei der **Anpassung baukonstruktiver Schichtenfolgen.**

8.2 Schadensbilder

Alle wesentlichen Schadensbilder an der Bausubstanz von Gebäuden, die infolge von Überflutungsereignissen auftreten können, lassen sich folgenden drei Schadenstypen zuordnen:

- Feuchte- und Wasserschäden,
- Schäden infolge Kontamination,
- strukturelle Schäden.

Feuchte- und Wasserschäden treten bei jedem Hochwasserereignis auf, sobald unangepasste Gebäude und deren Bauteile von anstehendem beziehungsweise eindringendem Flutwasser betroffen sind. Zu den charakteristischen Schadensbildern zählen beispielsweise sichtbare Durchfeuchtungen und Wasserstandslinien, Ausblühungen an Bauteiloberflächen, feuchte- und frostbedingte Form- und Volumenveränderungen sowie abgelöste Beschichtungen. Als weitere mögliche

Durchfeuchtete Außenwand nach Überflutung

Folgeschäden können unter anderem Festigkeitsverluste, Verringerung der Wärmdämmeigenschaften, Befall durch Mikroorganismen (Pilze, Bakterien) oder Korrosionserscheinungen auftreten.

Flutwasser kann als Lösungs- und Transportmittel von wassergefährdenden Stoffen (wie zum Beispiel Heizöl) dienen. Bei direktem Kontakt wird die Bausubstanz meist erheblich belastet oder irreversibel beschädigt. Dies wird häufig zusätzlich als intensive Geruchsbelästigung von den Gebäudenutzern wahrgenommen. Die nachhaltige Beseitigung von Verunreinigungen und die Wiederherstellung eines gesundheitlich unbedenklichen Zustandes sind in der Regel mit einem erhöhten technischen und finanziellen Aufwand verbunden. Der erforderliche Umfang baulicher Maßnahmen kann hierbei bis zum vollständigen Austausch belasteter Baukonstruktionen führen. Je nach Schadensumfang wird empfohlen, einen Sachverständigen hinzuzuziehen.

Aufgeschwommener schwimmend verlegter Zementestrich

Eine große Vielfalt möglicher Schadensbilder ist den strukturellen (konstruktiven) Schäden zuzuordnen. Die Intensität der Schäden an der Bausubstanz steht – neben der Überflutungshöhe – in Zusammenhang mit der einwirkenden Fließgeschwindigkeit und kann bis zur Gefährdung der Standsicherheit des Gebäudes beziehungsweise von Gebäudeteilen führen. Dazu zählen im Wesentlichen:

- Gründungsschäden
- Schäden durch hydrostatischen Druck oder Auftrieb
- sonstige hochwasserbedingte Überlastungen von Bauteilen

Gründungsschäden an bestehenden Gebäuden treten im Hochwasserfall vor allem dann auf, wenn Gründungsabschnitte der Bodenplatte oder der Fundamente durch Erosion und Auskolkung unterspült werden. Zu den Gründungsschäden gehören auch Setzungen von Gebäuden oder Gebäudeteilen, die durch einen stark durchfeuchteten und aufgeweichten Baugrund hervorgerufen werden. Typische Schadensbilder sind unter anderem Risse in Wandkonstruktionen oder Verformungen und Schiefstellungen von Gebäudeteilen.

Strukturelle Schäden durch Wasserdruck (hydrostatische Druckkräfte) oder Auftrieb betreffen vorwiegend Gebäude oder Gebäudeteile, bei denen während

Unterspültes Haus an der Weißeritz

eines Hochwasserereignisses größere nicht geflutete Räume von Grund- oder Oberflächenwasser umschlossen werden, sodass erhebliche Auftriebskräfte den Gebäudelasten entgegenwirken.

Die Gefahr des Auftriebs ist auch bei anderen baukonstruktiven Gebäudeteilen, insbesondere Fußbodenkonstruktionen, zu beachten, wenn die Auftriebskraft

Aufgeschwommene Erdgeschossfußbodenkonstruktion

überfluteter Wärmedämmstoffe die Auflast der darüber liegenden Schichten und des Inventars übersteigt. In der Folge schwimmt die gesamte Konstruktion auf, was in den überwiegenden Fällen zu ihrer Zerstörung führt. Sonstige hochwasserbedingte Überlastungen von Bauteilen sind insbesondere Anprallschäden durch Treibgut an den Gebäudefassaden.

8.3 Verhalten üblicher Baustoffe bei Hochwasserbeanspruchung

Baustoffe werden bei Überflutung temporär sehr intensiv durch drückendes Wasser beansprucht, sodass ihre Feuchtegehalte sehr stark zunehmen können. In Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung, vom Herstellungs- und Verarbeitungsprozess sowie vom Verwendungszweck im Gebäude verfügen Baustoffe über unterschiedliche Wasseraufnahme-, Wassertransport- und Wasserspeicherungseigenschaften.

Die spezifischen Eigenschaften der Baustoffe bestimmen im Überflutungsfall wesentlich deren jeweilige Schadensanfälligkeit. Die Einschätzung der Verletzbarkeit (schädliche Beeinträchtigung) typischer Baustoffe und deren Konstruktionen durch Hochwassereinwirkung ist sehr komplex und umfasst insbesondere

- die Beständigkeit der Baustoffe im Hinblick auf ihre Festigkeitseigenschaften,
- die Form- und Volumenbeständigkeit,
- das Wasseraufnahmeverhalten,
- die Eignung zur natürlichen oder technischen Bautrocknung vor Ort,
- die Weiterverwendbarkeit oder auch
- die Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzbefall und tierischen Schädlingen oder die Beständigkeit gegenüber Korrosion.

Aus der Beurteilung dieser Eigenschaften kann der erfahrene Planer die Eignung eines Baustoffes für die Verwendung in hochwasserangepassten Bauteilen ableiten. Zu beachten ist jedoch, dass noch weitere Schadensmechanismen wirksam sein können. Dazu gehört unter anderem der Transport im Baustoff eingelagerter wasserlöslicher Schadsalze, die Ausblühungen oder Putzabplatzungen verursachen können. Weiterhin wird durch eine hohe Feuchtebelastung die Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen vergrößert, sodass der Heizenergiebedarf steigt. In Gebäuden, welche nach einer Überflutung noch nicht hinreichend ausgetrocknet sind, besteht grundsätzlich ein erhöhtes Risiko etwa durch mikrobiellen Befall oder durch Korrosion.

Die feuchtetechnischen Eigenschaften verschiedener Baustoffe werden nachfolgend für Natursteine, Ziegel und andere keramische Produkte, zement-, kalk- und gipsgebundene Baustoffe, Dämmstoffe, Holz und Holzwerkstoffe sowie für Metalle und Gläser dargestellt.

8.3.1 Natursteine

Die feuchtetechnischen Eigenschaften der im Hochbau früher häufig verwendeten Natursteine werden wesentlich durch ihren Entstehungsprozess bestimmt. So verfügen zum Beispiel einige Sedimentgesteine, wie etwa Sand- oder Kalkstein, über ein poriges Gefüge, welches Wasser kapillar aufnehmen, speichern und weiterleiten kann. Viele magmatische Gesteine, wie

Natursteinmauerwerk

etwa Basalt oder Granit, sind hingegen praktisch porenfrei und nehmen daher kein Wasser in ihr Gefüge auf. Tonschiefer oder Gneis, die zu den metamorphen Gesteinen zählen, sind weitestgehend porenarm, haben ebenfalls ein sehr geringes Wasseraufnahmevermögen.

8.3.2 Mauerziegel und andere keramische Produkte

Mauerziegel werden im Allgemeinen nach Vormauerziegeln und Hintermauerziegeln unterschieden. Vormauerziegel (Klinker) haben eine hohe Rohdichte und damit ein geringes Wasseraufnahmevermögen und werden daher häufig als Außenschale von mehrschaligem Mauerwerk verwendet. Hintermauerziegel weisen demgegenüber eine geringere Rohdichte und damit höhere Wasseraufnahme auf und werden für tragendes und nichttragendes Mauerwerk für Innen- und Außenwände verwendet.

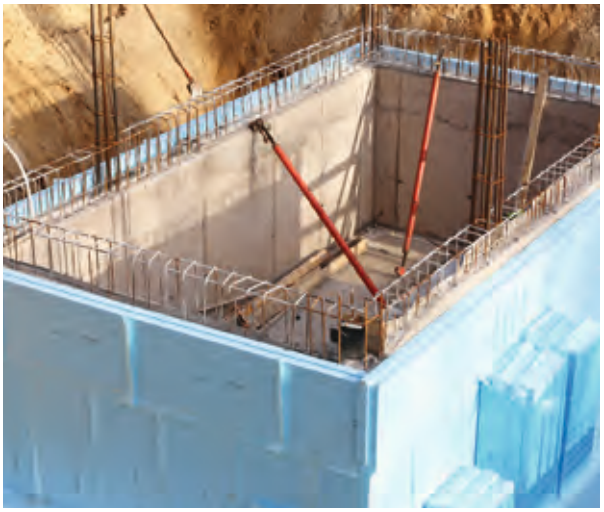
Die Festigkeitseigenschaften gebrannter Ziegel werden wie bei anderen Mauerwerkbaustoffen durch eine Hochwasserbeanspruchung nicht negativ beeinflusst.

Mauerwerk aus Hochlochziegeln mit geringer Rohdichte

Weitere keramische Werkstoffe mit Relevanz für das Bauwesen sind zum Beispiel Riemchen für Außenwandbekleidungen, keramische Fassadenplatten sowie Wand- und Bodenfliesen, deren Gefüge sehr dicht ist. Sie weisen somit eine geringe Wasseraufnahme auf.

8.3.3 Zementgebundene Baustoffe

Zu den häufig eingesetzten mineralisch gebundenen Baustoffen mit dem anorganischen Bindemittel Zement zählen etwa Beton mit normaler oder leichter Gesteinskörnung sowie der überwiegende Teil der Mauer- und Putzmörtelarten.



Keller in WU-Bauweise mit Wärmedämmschicht

Baustoffe, die über eine porige Struktur verfügen, können eine Wasseraufnahme, den Wassertransport und die Wasserspeicherung zunächst begünstigen. Durch gezielte Steuerung der Porenstruktur bei der Herstellung können jedoch wasserabweisende beziehungsweise wasserundurchlässige Baustoffe erstellt und auf den jeweiligen Einsatz abgestimmt werden.

Zu beachten ist, dass es sich bei dem so bezeichneten wasserundurchlässigen Beton nicht um einen Baustoff, sondern vielmehr um eine Bauweise handelt, bei der die konstruktiven Betonbauteile neben ihrer lastabtragenden auch die abdichtende Funktion gegenüber drückendem Wasser übernehmen. Erst durch das planmäßige Zusammenwirken

- von Beton mit niedrigem Porenvolumen,
- einer beanspruchungsgerecht geplanten Bewehrungsführung zur Beschränkung von Rissbreiten,
- von besonderen Maßnahmen zur Abdichtung von Fugen und Durchdringungen sowie
- der Gewährleistung bauteilspezifischer Mindestdicken

wird ein Bauteil mit hohem Wassereindringwiderstand erzielt. Die WU-Bauweise (WU = wasserundurchlässig) wird unter anderem zur Herstellung von wasserundurchlässigen Gründungskonstruktionen, so bezeichnete Weiße Wannen, eingesetzt.

Zu den zementgebundenen Baustoffen zählt weiterhin die Gruppe der Leichtbetone, deren Porenstruktur ein Eindringen von Wasser verzögert.

8.3.4 Kalkgebundene Baustoffe

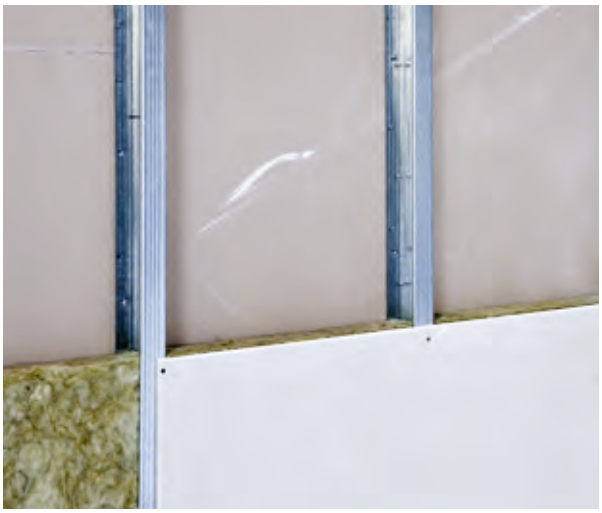
Kalksandsteine und kalkgebundene Hüttensteine verhalten sich bei Feuchtebeanspruchung ähnlich wie etwa der Porenbeton. Ihre Kapillaraktivität ist aufgrund der vorliegenden Porengrößenverteilung gering

Kalksandsteine

ausgeprägt, sodass Wasser nur langsam aufgenommen wird. Auch bewirkt die hohe Rohdichte eine geringe Wasseraufnahmefähigkeit. Da der Baustoff jedoch grundsätzlich über ein hohes Porenvolumen verfügt, stellen sich bei langer Einwirkdauer dennoch sehr hohe Wassergehalte im Baustoff ein.

8.3.5 Gipsgebundene Baustoffe

Zu den im Überflutungsfall schadenanfälligen Baumaterialien gehören gipsgebundene Baustoffe wie Calciumsulfatestriche (früher: Anhydritestriche), Gipsputze oder Gipsfaserplatten. Derartige Baumaterialien verfügen grundsätzlich über eine vergleichsweise hohe Wasseraufnahmefähigkeit und erweisen



Gipsgebundene Baustoffe

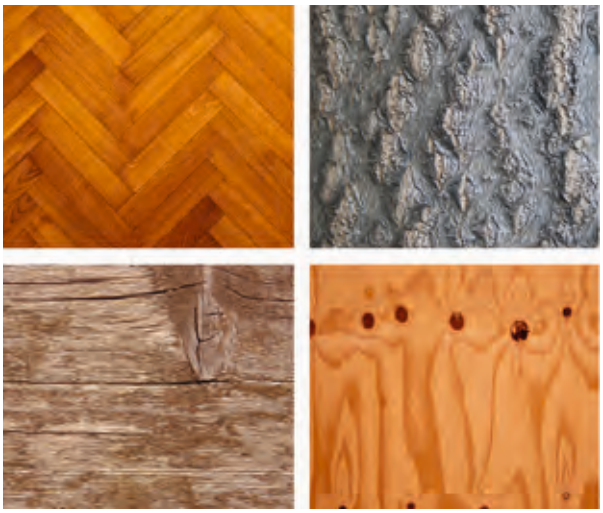
sich darüber hinaus als besonders feuchteempfindlich. So neigen gipsgebundene Baustoffe unter langfristiger Durchfeuchtung zunächst zu irreversiblen Quellverformungen sowie später auch zu Festigkeitsverlusten.

8.3.6 Porenbeton

Mauerwerk aus Porenbeton

Porenbeton (früher: Gasbeton) ist ein Baustoff mit sehr hoher Porosität (Porenanteil bis zu 90 Volumenprozent), der vielfach als Plansteine beziehungsweise als großformatige Planelemente im Mauerwerksbau oder als bewehrte Wand- und Deckenelemente im Fertigteilbau eingesetzt wird. Das Porenbetongefüge enthält sowohl Kapillarporen, welche die Wasseraufnahme an der Oberfläche begünstigen, als auch abgeschlossene, kugelförmige Makroporen, die eine geringere Wasseraufnahmefähigkeit besitzen, da deren Luftfüllung ein Eindringen von Wasser verzögert.

Holzfaserdämmstoff



Holzbaustoffe

8.3.7 Dämmstoffe

Schadenanfällig können auch die zahlreichen Dämmstoffarten sein, die für den Wärme- und/oder den Schallschutz verwendet werden. Der primäre Einsatzzweck dieser Dämmstoffe erfordert grundsätzlich eine geringe Wärmeleitfähigkeit, was stets mit einer geringen Rohdichte und einem hohen Porenanteil einhergeht. Im Überflutungsfall nehmen einige Dämmstoffe große Wassermengen auf, verlieren ihre Formstabilität und können nicht beziehungsweise nur mit unwirtschaftlichem Aufwand getrocknet werden. Zu den verbreiteten Dämmstoffen, die nach einer Überflutung in der Regel auszutauschen sind, zählen zum Beispiel Mineralwolle, Holzweichfaserplatten, Zelluloseflocken (Einblasdämmung) und alle pflanzlichen Faserdämmstoffe. Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten (EPS) und Polyurethan-Hartschaumplatten (PUR) nehmen bei üblicher Feuchtebeanspruchung zwar lediglich geringe Wassermengen auf, können jedoch unter langfristiger, intensiver Wassereinwirkung eine starke Feuchtebelastung erfahren. Extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten (XPS) nehmen in der Regel auch bei langfristiger Wassereinwirkung kaum Wasser auf. Unempfindlich gegenüber Wasser sind Dämmplatten aus Schaumglas. Durch den Auftrieb von Schaumkunststoffen bei Überflutung können bei nicht verankerten oder fest verklebten Platten (beispielsweise in horizontaler Verlegung unter Estrich) Schäden entstehen. Dämmstoffe als Bestandteil von Außen- und Innenwandkonstruktionen sind unter Umständen anderen Einwirkungen ausgesetzt. Diese Konstruktionen werden in Abschnitt 8.4.1 behandelt.

8.3.8 Holz und Holzwerkstoffe

Holz ist im Zusammenhang mit anhaltend hohen Feuchtebelastungen insbesondere durch mikrobiellen Befall und Fäulnis gefährdet. Infolgedessen sind Bauteile aus Holz nach einem Flutereignis umgehend freizulegen und fachmännisch auszutrocknen. Dazu sind in der Regel Bekleidungen und andere umgebende Bauteile zu entfernen.

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

8.3.9 Metalle und Gläser

Homogene Baumaterialien aus Metall oder Glas, darunter auch geschäumtes Glas mit geschlossenen Zellen, sind aufgrund ihrer Materialstruktur nicht quellfähig, undurchlässig und nehmen kein Wasser in ihr Gefüge auf.

Aus diesem Grund zeigen sie auch keine Quell- oder Schwindverformungen. Im baupraktischen Einsatz treten Metalle und Gläser in der Regel in komplexeren Bauprodukten auf, woraus trotz ihrer grundlegenden

Metalle und Gläser als Baustoffe

Robustheit wiederum spezifische Instandsetzungsmaßnahmen resultieren, wie etwa die Reinigung, die Prüfung und gegebenenfalls die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit und des Korrosionsschutzes.

8.4 Wand-, Decken- und Fußbodenkonstruktionen

Bei der Planung hochwasserangepasster Gebäude sind jedoch nicht nur die spezifischen Eigenschaften der Baustoffe zu berücksichtigen, sondern auch ihre Integration in die stets mehrschichtigen, mitunter auch mehrschaligen Schichtenfolgen typischer Baukonstruktionen. Derartige Schichtenfolgen sind sowohl im Neubau als auch in der Instandsetzung bestehender Gebäude unerlässlich, um die vielfältigen Nutzungsanforderungen an Wand-, Decken- oder Fußbodenkonstruktionen zu erfüllen.

Das Ziel ist die Begrenzung kritischer Wasseransammlungen in den Bauteilen durch eine sinnvoll abgestimmte Materialwahl, beanspruchungsgerecht komponierte Schichtenfolgen und planmäßig festgelegte Schichtdicken. Während der Planungsphase sollte folglich immer das Verhalten der gesamten Schichtenfolge verschiedener Baustoffe unter Hochwassereinwirkung berücksichtigt werden.

8.4.1 Außen- und Innenwandkonstruktionen

Wandkonstruktionen werden durch Hochwasser zeitweise sehr intensiv beansprucht, sofern nicht Abdichtungs- oder Barrieresysteme den direkten Wasserkontakt verhindern. Die Bauvorsorgestrategie der hochwasserangepassten Bauweise berücksichtigt den Zustand, dass Flutwasser beidseitig sowohl auf Außen- als auch auf Innenwandkonstruktionen einwirkt.

Die Mehrzahl der traditionellen sowie die Gesamtheit der modernen Wandkonstruktionen ist aufgrund der vielfältigen Nutzungsanforderungen hinsichtlich des Wärme-, Feuchte- und Schallschutzes mindestens mehrschichtig, mitunter sogar mehrschalig ausgeführt. Bei mehrschaligen Wandkonstruktionen kann Flutwasser in die Hohlräume oder Luftschichten – den Schalenzwischenraum – gelangen, sodass die innere Schale ebenfalls unmittelbar durch anstehendes Wasser beansprucht wird. In diesem Fall sollten ausreichende Entwässerungsmöglichkeiten vorgesehen werden.

Hohlräume oder Luftschichten in der Materialfolge, welche ein Hinterlaufen oder Ansammeln von Wasser begünstigen, sollten im Bereich bis zum möglichen Hochwasserpegel aus Sicht des hochwasserangepassten Bauens entweder durch andere Bauweisen mit

Mehrschalige Außenwandkonstruktion

Hinterlüftete Fassadenkonstruktion

wasserbeständigen beziehungsweise wasserunempfindlichen Baustoffen und -konstruktionen ersetzt werden oder konstruktiv so optimiert ausgebildet sein, dass eine spätere Renovierung mit möglichst geringem Zeit- und Materialaufwand möglich ist.

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Feuchtigkeit in Wandkonstruktionen kapillar bis zu 50 Zentimeter über den eigentlichen Hochwasserstand hinaus ansteigen kann.

Um hohe Wassergehalte in Außen- und Innenwandkonstruktionen zu vermeiden, sollte das kapillare Wasseraufnahmevermögen insbesondere der äußeren Konstruktionsschicht möglichst gering sein. Anzustreben ist, dass diese außen angeordneten Baustoffe wasserundurchlässig ausgeführt werden.

Bei der Anordnung der Wärmedämmung innerhalb mehrschaliger Außenwandkonstruktionen (Kerndämmung) ist zu beachten, dass diese erfahrungsgemäß nur mit großem Aufwand zuverlässig getrocknet werden kann. Es sollte angestrebt werden, dass Dämmschichten leicht zugänglich sind, damit im Schadensfall ein schneller Austausch gewährleistet werden kann. Wärmedämmungen auf der Außenseite der Außenwandkonstruktion in Form eines Wärmedämm-Verbundsystems (WDVS) sind im Vergleich zur Kerndämmung besser zu erreichen. Sie können oftmals nach einem Hochwasserereignis rückgetrocknet werden.

Um die Funktion und Standsicherheit der durchfeuchteten Dämmstoffschicht sicherstellen zu können, müssen allerdings die Formstabilität des Dämmstoffs unter Wassereinfluss, die Beständigkeit des Klebemittels zwischen Untergrund und Dämmstoff durch sachgerechte Baustoffauswahl und Bauausführung berücksichtigt werden.

Darüber hinaus können an hochwassergefährdeten Bereichen von Gebäuden Wärmedämmschichten zum Beispiel hinter leicht demontierbaren Außenwandbekleidungen (hinterlüftete Fassadenkonstruktionen) angeordnet werden. Vorteilhaft ist auch die Planung systematischer Bauteilfugen in der Fassade oberhalb des zu erwartenden höchsten Hochwasserstandes, um einen raschen Rückbau durchfeuchteter Bereiche und somit die zügige Trocknung der Wandbaustoffe zu gewährleisten. Dafür können auch weniger wasser-

beständige Dämmstoffe verwendet werden. Die Ausführung einer solchen Verlustschicht kann mitunter wirtschaftlicher sein als die ausschließliche Verwendung wasserbeständiger Baustoffe.

In der Regel müssen auch Außen- und Innenputze nach einer nicht nur kurzfristigen Hochwassereinwirkung entfernt werden, um die Trocknung der Wand und der Dämmschicht – gegebenenfalls auch unter Zuhilfenahme von Trocknungsgeräten – deutlich zu beschleunigen.

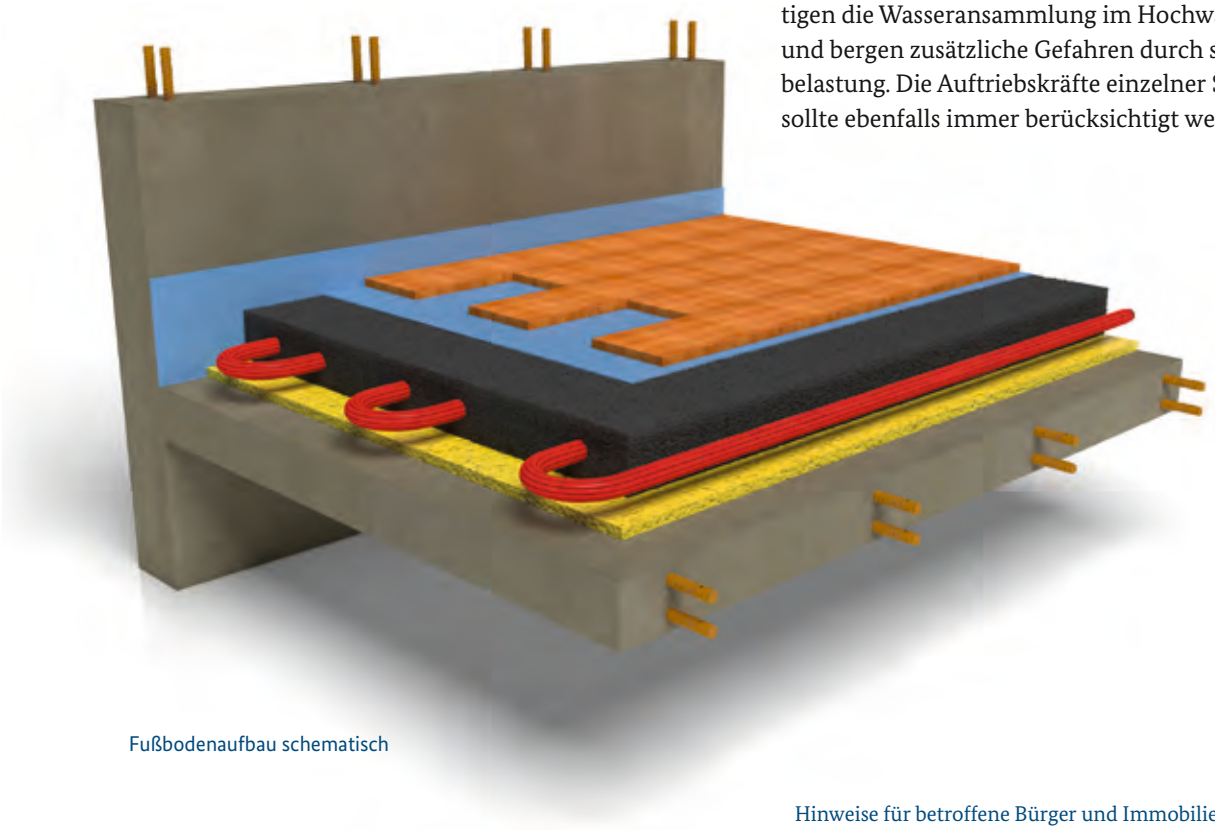
Leichte Trennwände mit Beplankungen (Ständerwände) aus Gipskarton oder anderen nicht wasserbeständigen Materialien sind nach einem Überflutungsereignis stets zu öffnen, um mindestens die Beplankungen und Dämmschichten auszutauschen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass im Falle eines punktuellen Wassereintritts in ein Gebäude während der Wasserausbreitung deutliche Wasserstandsdifferenzen beidseits von leichten Trennwänden auftreten können, was zu starken Schäden an den Trennwänden führen kann bis hin zum schlagartigen Versagen.

Bei Holzskelett- und Fachwerkkonstruktionen ist eine Freilegung der betroffenen Massivholzquerschnitte unerlässlich, um eine zügige und vollständige Austrocknung zu gewährleisten. Hierzu sind Beplankungen, Dämmstoffe, Dampfsperren und dergleichen im Schadensbereich zurückzubauen und meistens auch zu ersetzen. Während bei massiven Holzquerschnitten nach fachgerechter Trocknung die Quellverformung weitgehend zurückgeht, erleiden Holzwerkstoffe in Wandkonstruktionen meist irreversible Verformungen und müssen ausgetauscht werden.

8.4.2 Decken- und Fußbodenkonstruktionen

Auch an überfluteten Decken- und Fußbodenkonstruktionen treten häufig umfangreiche und intensive Hochwasserschäden auf. Dabei ist die gesamte Schichtenfolge einer Deckenkonstruktion, in der Regel bestehend aus der Rohdecke und dem Fußbodenaufbau mit Trittschall- und Wärmedämmung und gegebenenfalls technischen Installationen (zum Beispiel Fußbodenheizung), stets als ein Bauteil zu betrachten.

Bei der Materialwahl und beim Schichtenaufbau ist stets darauf zu achten, dass für den Fall einer notwendigen Trocknung alle Schichten zugänglich sind. Auch hier kann durch den vorher eingeplanten gezielten Rückbau einzelner Schichten eine wirtschaftliche Gesamtlösung erzielt werden. Hohlräume und saugfähige Materialien in der Deckenkonstruktion begünstigen die Wasseransammlung im Hochwasserfall und bergen zusätzliche Gefahren durch statische Überbelastung. Die Auftriebskräfte einzelner Schichten sollte ebenfalls immer berücksichtigt werden.



Fußbodenaufbau schematisch

9 Informationsvorsorge

9.1 Hochwassergefahrenkarten: „Wissen um die Gefahr“

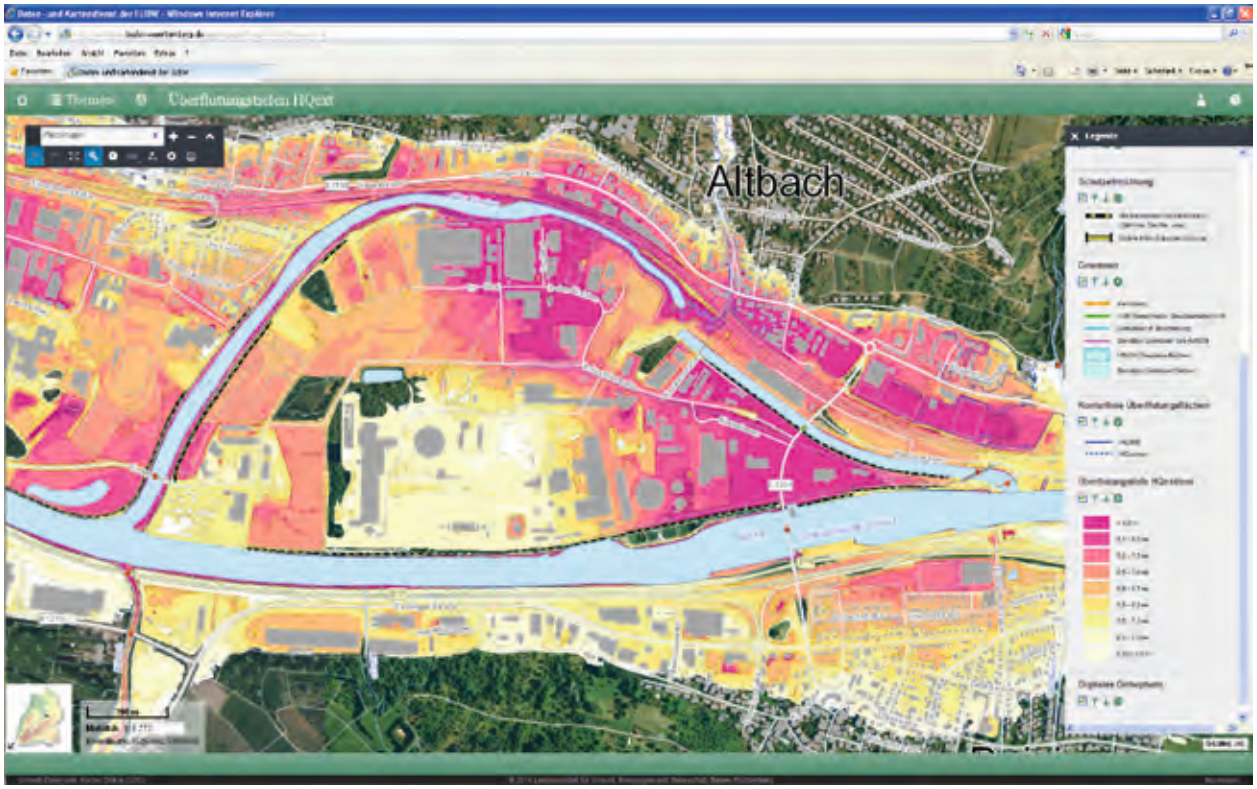
Die Kenntnis über die bestehende Hochwassergefahr ist zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen einer zielgerichteten Hochwasservorsorge sowie zur Information der Bevölkerung unerlässlich.

Aus Hochwassergefahrenkarten und dem damit deutlich verbesserten Wissen um die Hochwassergefahr ergeben sich für die jeweiligen Nutzer Konsequenzen und neue Möglichkeiten für die Aufgabenbewältigung im Zusammenhang mit Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge.

Die Bürger (zum Beispiel als Bauherren oder Anwohner) sowie Industrie und Gewerbe erhalten durch die Hochwassergefahrenkarten die entsprechenden Informationen, um ihrerseits Vorsorge bei der Bauplanung, dem Gebäudeschutz, Verhaltensvorsorge sowie Risikovorsorge mittels Hochwasserversicherung durchführen zu können. Einsatzmöglichkeiten der Hochwassergefahrenkarten für Bürger, Industrie und Gewerbe:

- Grundlage für die Verhaltensvorsorge (Informationswege, Flutwege und Räumungen)
- Grundlage für die Bauvorsorge durch angepasste Nutzung und hochwasserangepasste Baumaterialien sowie für die Lagerung wassergefährdender Stoffe
- Planungsgrundlage für den Gebäudeschutz (zum Beispiel Abdichtung von Türen und Fenstern)

Darüber hinaus bilden Hochwassergefahrenkarten eine wichtige Grundlage für die Steuerung der Siedlungsentwicklung.



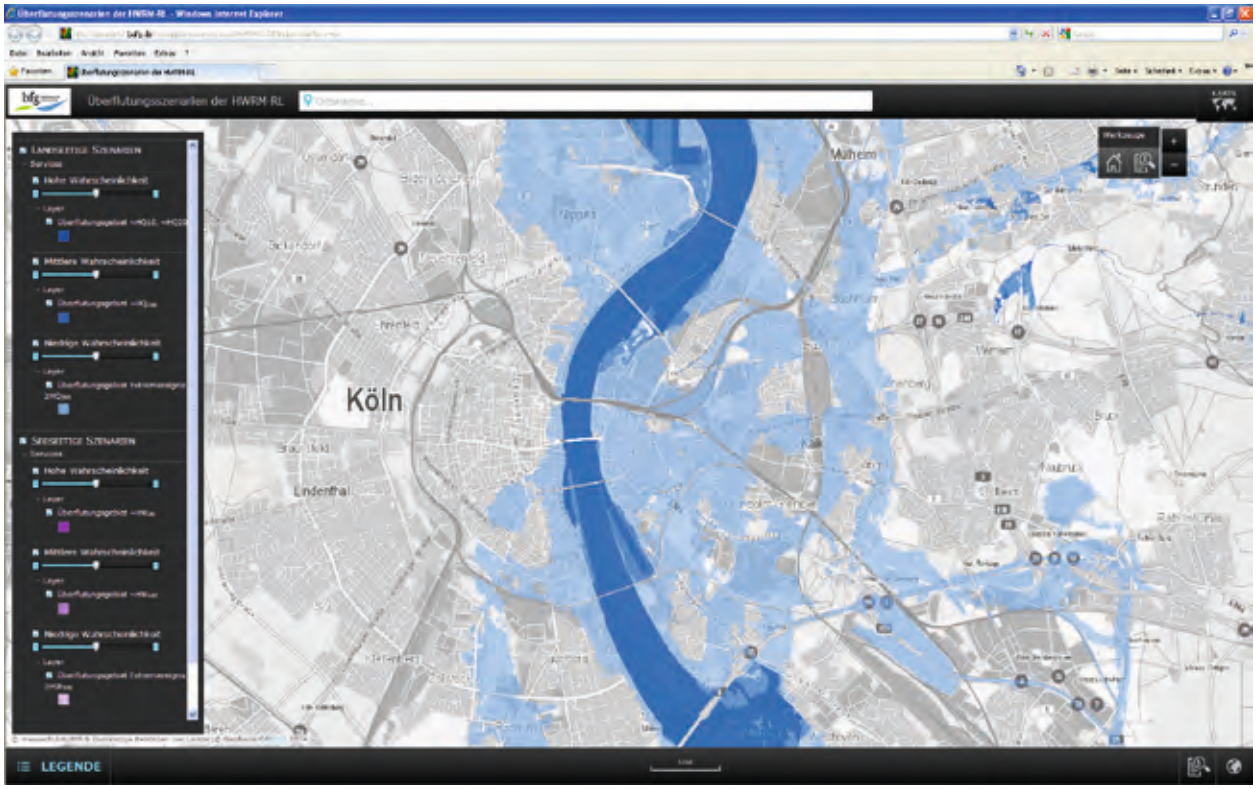
Beispiel für eine online abrufbare Hochwassergefahrenkarte

9.2 Onlineinformationssysteme

Neben den gedruckten Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten sind die Informationen auch über Kartendienste im Internet für alle Interessierten abrufbar. Vorteil solcher Systeme ist ihre schnelle Aktualisierbarkeit. Neue Informationen können umgehend ohne zusätzlichen Aufwand bereitgestellt werden.

Bei steigenden Pegeln steigt auch die Nachfrage nach Hochwasserinformationen, nicht nur durch die akut gefährdeten Personen. Bricht ein System dann aufgrund einer Überlastung ein, fehlen unter Umständen wichtige Informationen. Es empfiehlt sich deshalb, regelmäßig im Rahmen der Informationsvorsorge die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für das eigene Umfeld abzufragen, auszudrucken, abzulegen und auszuwerten.

Hilfreich ist es auch, sich mit den Möglichkeiten und Besonderheiten der Online-Systeme vertraut zu machen. Welche Informationen sind verfügbar? Wie werden sie symbolisiert, also in der Karte dargestellt? Welche Suchfunktionen, zum Beispiel nach Adressen, sind verfügbar? Das Portal **www.wasserblick.net** des Bundes wird von der Bundesanstalt für Gewässerkunde betrieben. Hierüber sind bundesweit Informationen über die Hochwassergefahren an signifikanten Gewässerabschnitten und den Küsten abrufbar. Eine Suche nach Ortsnamen ermöglicht einen Überblick über die Situation beziehungsweise die Datenlage in der eigenen Kommune. Detaillierte Informationen bieten die Online-Portale der Länder oder größerer Städte. Im Portal **www.hochwasserzentralen.de** sind die aktuellen Messwerte sowie Vorhersagen und Warnungen aus dem gesamten Bundesgebiet zusammengetragen.



Das Online-Portal des Bundes www.wasserblick.net

Fragen Sie grundlegende Informationen nicht erst im Hochwasserfall ab und machen Sie sich mit den Informationssystemen rechtzeitig vertraut!

Satellitenbild vom 12. August 2002

Plakative Hochwassermarke an der Zwickauer Mulde in Colditz

9.3 Hochwasservorhersage

In einer Vielzahl von größeren Flusssystemen und an den Küsten sind effiziente Hochwasservorhersagesysteme ein unverzichtbarer Bestandteil der Hochwasserschutzmaßnahmen. Grundvoraussetzungen für ein effektives Hochwasservorhersagesystem sind jedoch:

- Die Vorhersage wird gehört.
- Die Vorhersage wird rechtzeitig gehört.
- Man glaubt der Vorhersage.
- Das Verhalten beim Anlaufen und während des Hochwassers ist eingeübt.

Effiziente Verhaltensvorsorge ohne Vorhersagesystem ist nicht möglich, und ein Vorhersagesystem ohne eingeübte Verhaltensvorsorge verliert seinen Wert.

Beide Maßnahmen brauchen einander. Hochwasservorhersage und Verhaltensvorsorge haben gleiche Priorität. Beide Maßnahmen müssen unterhalten werden.

Unterstützt werden kann die Verhaltensvorsorge durch Hochwassermarken zum Beispiel an Brücken und Hauswänden. Diese vermitteln ständig die Gefährdungslage und bieten einen wichtigen Anhaltspunkt über zu erwartende Wasserstände.

Hochwasservorhersagezentrale der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg

10 Verhaltensvorsorge

Verhaltensvorsorge bedeutet, die Zeit zwischen dem Anlaufen eines Hochwassers und dem Erreichen eines kritischen schadenserzeugenden Wasserstandes so zu nutzen, dass möglichst wenig Schaden durch das Hochwasser entsteht. An größeren Gewässern ist eine Hochwasserprognose über ein bis zwei Tage und eine sichere Hochwasservorhersage über mehrere Stunden gegeben, an kleineren Gewässern in den Mittelgebirgen können sich die Vorhersagezeiten auf wenige Stunden reduzieren.

Ähnliches gilt für Sturmflutvorhersagen in Küstengebieten. Insbesondere in Hamburg und Bremen sind auf Sturmflutvorhersagen basierende Verhaltens- und Evakuierungsmaßnahmen ein wichtiger Bestandteil des Küstenschutzkonzepts.

Hochwasserinformation und Vorhersage müssen dabei in sinnvolles und schnelles Verhalten münden.

Werden Hochwasserwarnungen nicht gehört oder umgesetzt, nutzt die beste Vorsorge nicht!

10.1 Persönliche Alarm- und Einsatzpläne (Hochwassercheckliste)

Vor, während und nach einem Hochwasserereignis gibt es eine Vielzahl von Aufgaben, die zu erledigen sind. Wer welche Aufgaben übernimmt, sollte vor einem Hochwasser unter den Familienmitgliedern und unter den Nachbarn vereinbart und vorher gemeinsam geübt werden.

10.2 Organisation einer Nachbarschaftshilfe

Notsituationen und viele damit verbundene Problemstellungen lassen sich gemeinsam in Nachbarschaftshilfe besser bewältigen. Regelmäßige Treffen der Nachbarschaftshilfe stärken das Miteinander. Die Aufgaben sind untereinander zu koordinieren. Für den Zeitraum des Urlaubs sind Verantwortliche zu benennen, die im Hochwasserfall alarmieren und gegebenenfalls handeln können.

Neubürger in einem hochwassergefährdeten Gebiet sollten sich durch alteingesessene Bewohner beraten lassen.

Einfache Sandsackfüllhilfe

Pumpe

10.3 Hochwasserausrüstung

Eine eigene Hochwasserausrüstung ist rechtzeitig zusammenzustellen. Organisationen der Gefahrenabwehr wie Feuerwehr und Technisches Hilfswerk benötigen ihre Ausrüstung selbst und können diese nicht ausleihen. Größere Anschaffungen können gemeinsam im Rahmen einer Nachbarschaftshilfe getätigt werden.

Sichere Evakuierung des Mobiliars?

10.4 Evakuierung des Mobiliars

Für die Sicherung des Mobiliars ist vorab ein fester Plan (als Liste und als Zeichnung) zu erstellen. Oft stehen materielle Dinge im Vordergrund, die im Nachhinein auch wesentlich später hätten geräumt werden können. Wichtig sind zunächst Unterlagen oder auch ideelle Werte (Memorabilia), die später nur mit großem Aufwand oder gar nicht wiederbeschafft werden können.

Schwere und sperrige Gegenstände können gegebenenfalls nicht aus dem gefährdeten Raum transportiert werden. Hier ist eine ausreichende Zahl an Stützen zur Sicherung vorzuhalten.

10.5 Notgepäck und Dokumente, Notquartier

Im Falle einer Evakuierung muss den Anordnungen von Polizei und des Katastrophenschutzes Folge geleistet werden. Ein solcher Schritt wird erst dann erwogen, wenn erhebliche Gefahr für Leib und Leben der Bevölkerung besteht. Die verbleibende Zeit ist meist sehr kurz. Folgende Regeln sollten auf jeden Fall Beachtung finden:

- Stellen Sie rechtzeitig Ihr Notgepäck zusammen!
- Im Einsatzplan der Gemeinde finden Sie Informationen über:
  - „hochwasserfreie“ Wege (Flucht-, Evakuierungs- und Versorgungswege)
  - „hochwassersichere“ Sammelstellen, von denen die Bevölkerung im Falle einer Evakuierung zu Notunterkünften transportiert werden kann
  - Lage der Notunterkünfte
- Achten Sie auf die Durchsage der Lautsprecherfahrzeuge!
- Achten Sie auf Rundfunkdurchsagen!

Versorgung der evakuierten Bevölkerung:

- Die Grundversorgung der evakuierten Bevölkerung erfolgt durch die Kommunen (Unterkunft, mobile Küchen und so weiter).
- Die Zusatzversorgung (zum Beispiel soziale Betreuung) wird durch andere Hilfsorganisationen übernommen.

Denken Sie auf jeden Fall an wichtige Medikamente. Diese können nicht ohne Weiteres im Einsatzfall beschafft werden. Zusätzlich wird empfohlen, eine Tagesration Speisen und Getränke sowie Hygieneartikel im Notgepäck mitzuführen.

Hochwasserausrüstung (nicht vollständig)

11 Hochwasserbewältigung und Wiederaufbau

Wenn Sie von einem Hochwasser betroffen sind oder waren, sollten Sie bei der Schadensbeseitigung einige wichtige Punkte beachten.

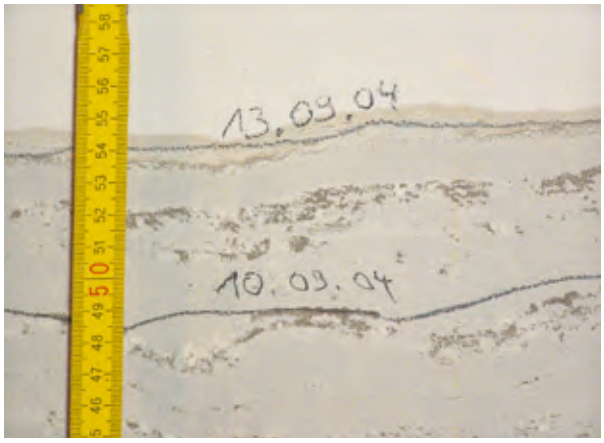
11.1 Selbstschutz

Bei vom Hochwasser stark betroffenen Gebäuden versichern Sie sich, dass diese Gebäude nicht einsturzgefährdet sind. Achten Sie auf jeden Fall immer auf Ihren Selbstschutz. Betreten Sie überflutete Bereiche nur dann, wenn Sie sicher sind, dass Sie einen sicheren Halt und Stand haben können und die Bauteile standsicher sind (zum Beispiel Treppen). Achten Sie auf elektrische Quellen, die unter Umständen noch stromführend sind.

Schützen Sie sich und Ihre Gesundheit durch entsprechende Schutzkleidung. Dies gilt insbesondere auch für die Phase der Schadensbeseitigung. Schutzbrille und Schutzhandschuhe sollten immer getragen werden. Eine Atemschutzmaske ist sinnvoll, wenn sich nach dem Ablaufen des Hochwassers Schimmelsporen gebildet haben. Bei warmen Temperaturen kann dies bereits nach wenigen Tagen der Fall sein.

11.2 Dokumentation

Bevor Sie mit der Beseitigung der Schäden beginnen, sollten alle Schäden durch Fotos oder alternativ per Video ausreichend dokumentiert sein. Markieren Sie den Wasserstand im und am Gebäude. Legen Sie eine Liste der geschädigten Gegenstände an, bevor Sie gegebenenfalls mit der Entsorgung beginnen. Stimmen Sie sich hierzu auch rechtzeitig mit Ihrer Versicherung ab.



Fotodokumentation

11.3 Abpumpen

Steht das Gebäude unter Wasser, kann mit dem Auspumpen begonnen werden, sobald der Außenwasserstand niedriger ist als der Innenwasserstand, sofern das Wasser nicht von selbst abfließen kann. Um Auftriebsschäden zu vermeiden, sollte mit dem Auspumpen des Kellers erst nach Ablauf der Hochwasserwelle begonnen werden. Dabei ist immer auch der Wasserdruck durch Grundwasser zu beachten.

Schlammbeseitigung mit abfließendem Hochwasser

11.4 Schlamm

Mit dem Hochwasser gelangt häufig Schlamm und Geröll in das Gebäude sowie auf die umliegenden Flächen. Trocknet dieser Schlamm aus, kann er nur noch schwer entfernt werden. Entfernen Sie mit dem ablaufenden Hochwasser mit Schaufeln oder Eimern direkt den Schlamm aus dem Gebäude. Wenn ein Abfließen möglich ist, empfiehlt sich das Abspritzen des Schlammes mit sauberem Wasser.

11.5 Trocknung

Nasse Bauteile sollten zeitnah getrocknet werden. Besteht der Aufbau eines Bauteils aus mehreren Schichten, muss eine Durchtrocknung aller Schichten gewährleistet sein. Gegebenenfalls müssen außenliegende Schichten demontiert werden, um die Trocknung durchführen zu können. Hohlräume in den Schichten können mit Wasser gefüllt sein.

Ölverschmutzung durch ausgelaufenes Heizöl

Für die Trocknung ist zunächst eine gute Durchlüftung des Gebäudes wichtig. Oft müssen spezielle Trocknungsgeräte unterstützend eingesetzt werden. Diese Trocknung kann mehrere Wochen dauern. Fachfirmen haben sich auf die Trocknung von Gebäuden spezialisiert.

11.6 Ölschaden

Im Falle eines Ölschadens durch ausgetretenes Heizöl im Gebäude sollten Sie folgendes Vorgehen beachten: Bevor Sie mit dem Auspumpen beginnen, sollte das Öl gebunden sein. Da das Öl auf der Wasseroberfläche schwimmt, kann sich beim Abpumpen der Ölfilm auf die Wände legen und diese dauerhaft schädigen.

Erst wenn der Ölfilm auf der Wasseroberfläche gesichert ist (Abbinden und Aufnahme durch die Feuerwehr oder eine Spezialfirma), sollte mit dem Pumpen des Wassers begonnen werden. Wenn Sie selber Bindemittel einsetzen wollen, achten Sie auf die Verwendung von geprüften Bindemitteln und anschließend auf eine fachgerechte Entsorgung. Gleiches gilt auch beim Austritt anderer wassergefährdender Stoffe.

Informieren Sie auf jeden Fall immer die Feuerwehr, wenn Öl oder andere Stoffe im Hochwasserfall ausgetreten sind.

Sind Wände, Fußböden oder Decken durch Öl kontaminiert, sollten diese umgehend von Putzen und anderen Wandbekleidungen befreit werden. Hat sich das Öl dauerhaft in das Mauerwerk eingelagert, kann ein Austausch des Mauerwerks oder sogar ein Abriss erforderlich werden.

11.7 Wiederaufbau

Bevor Sie mit der Sanierung oder dem Wiederaufbau beginnen, hinterfragen Sie die bisherige Konstruktionsweise bezüglich ihrer Hochwasserbeständigkeit. Andere Konstruktionsweisen oder Materialen können weniger schadensanfällig sein. Gegebenenfalls kann auch ein anderer Standort angeraten sein.

12 Risikovorsorge

Versichern Sie sich rechtzeitig!

Für den Fall, dass trotz geeigneter Vorsorge- und Abwehrmaßnahmen ein Hochwasserschaden eintritt, der von den Betroffenen nicht mehr alleine getragen werden kann, helfen private Rücklagen oder der Abschluss einer Versicherung, die wirtschaftlichen Folgen zu mindern. Versicherungen können aber nur Verluste abdecken, die den Betroffenen substanziell treffen. Durch entsprechende Auflagen oder durch gestaffelte Selbstbehalte wird zusätzlich die Eigenvorsorge gestärkt.

Das Risiko der Versicherungen ist es, dass sich meist nur Gebäudebesitzer gegen Hochwasserschäden versichern möchten, die sichtlich von Hochwasser betroffen sein können. Im Fall eines extremen Hochwasserereignisses werden viele Gebäude gleichzeitig zum Teil in erheblichem Maße geschädigt. Anders als zum Beispiel bei einem Hausbrand müssen die Leistungen der Versicherung vieler Geschädigter nur auf eine vergleichsweise geringere Zahl Versicherter umgelegt werden. Dies hält Versicherungen auch meist davon ab, Gebäude zu versichern, die besonders hoch gefährdet sind. Dazu wurden von der Versicherungswirtschaft Gefährdungszonen eingeführt, die von allen Versicherern gleichermaßen behandelt werden.

Grundsätzlich unterscheiden die Versicherungen unterschiedliche Schadensarten:

- **Schäden durch Hochwasser,** wenn oberidisch anstehendes Wasser durch Gebäudeöffnungen in das Gebäude eindringt
- **Schäden durch Kanalrückstau,** wenn Kanalwasser in die Gebäude zurückstaut oder Hochwasser durch den Kanal in das Gebäude einströmt
- **Schäden durch Grundwasser,** wenn unterirdisch Grundwasser durch Wände oder Wanddurchbrüche in das Gebäude einströmt

Auch wenn in allen drei Fällen Gebäude und Hausrat in gleichem Maß geschädigt werden können, leisten die Versicherungen nicht in jedem Fall Schadensausgleich.

Im ersten Fall, dem oberirdisch anstehenden Hochwasser, kann eine erweiterte Elementarschadenversicherung die möglichen Schäden zum einen am Gebäude selber mit allen Installationen (Heizung, Sanitäranlagen und so weiter) und zum anderen am Hausrat abdecken. Beides muss gegebenenfalls getrennt versichert werden.

Bei Kanalrückstau leisten die Versicherungen Schadensausgleich nur dann, wenn das Versagen von fest installierten Sicherungsmaßnahmen – zum Beispiel einer Hebeanlage oder von Rückschlagklappen – zum Schaden geführt hat. Dies ist vergleichbar bei Leitungswasserschäden. Schäden durch eindringendes Grundwasser sind in der Regel nicht versicherbar.

Fahrzeugschäden werden durch die Teilkaskoversicherung zum Zeitwert ersetzt. Die Versicherung zahlt dabei auch für diverse Zubehörteile wie zum Beispiel den Verbandkasten oder Kindersitze. Der Transportinhalt im Fahrzeug, also CDs oder Wareneinkäufe, werden nicht ersetzt. Reisegepäck kann durch eine Reisegepäckversicherung abgesichert werden.

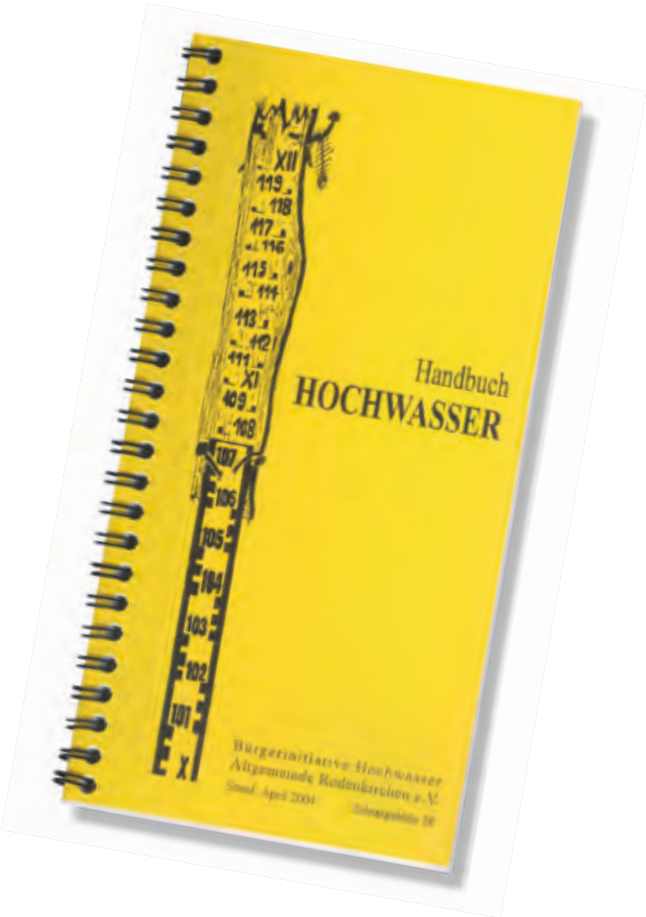
Vergewissern Sie sich, ob und wie Sie gegen Hochwasser versichert sind.

13 Zusätzliche Materialien

Kernstück einer erfolgreichen Schadensminderung bei Hochwasser ist eine aktive und nachhaltige Öffentlichkeitsarbeit. Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist neben der Stärkung des Hochwasserbewusstseins der betroffenen Bürger eine gezielte Informationsvermittlung zur Hochwassergefahr und zur Schadensminderung. Innerhalb der Kommune kann eine an die örtlichen Hochwasserverhältnisse angepasste und optimierte Information den Betroffenen vermittelt werden.

Die Themen Hochwasser beziehungsweise Hochwassergefahr betreffen den Bürger gleichsam wie die Kommune. Informationen, Ratschläge und Anweisungen werden meist von Seiten der Kommune als Hilfe für den von Hochwasser Betroffenen angeboten; sie helfen, Werte zu sichern und erlauben ein sicheres Wohnen.

Interessengruppen der Betroffenen sollten in jedem Fall in die Öffentlichkeitsarbeit einbezogen werden. Grundsätzlich gilt: Je kürzer der Informationsweg zum Bürger ist, umso effektiver und glaubwürdiger ist der Informationsaustausch.



Früh übt sich: Sandsackfüllwettbewerb

Spot zur Hochwasserproblematik (www.ella-interreg.org)

Simulationsspiel SchaVIS für den Hochwasserfall

Gemeinsame Übungen können die betroffenen Bürger ermutigen, Verhaltensvorsorge rechtzeitig vor dem nächsten Hochwasser zu üben.

Durch Aktionen in verschiedenster Art und Weise lassen sich Kinder besonders motivieren. Mit Teamgeist und sportlichem Ehrgeiz wird ein Sandsackfüllwettbewerb schnell zum lehrreichen Erlebnis.

Mit einem Malwettbewerb können besonders jüngere Kinder angesprochen werden. Nach einem Hochwasserereignis drücken die gemalten Bilder die Wünsche und die Sorgen der Kinder aus und helfen bei der gemeinsamen Verarbeitung.

Als Informationsmedien auf kommunaler Ebene haben sich etabliert:

- Hochwasserinformationsblätter mit folgenden Inhalten:
  - Ratschläge zum Verhalten vor, während und nach dem Hochwasser (vergleiche Anhang)
  - Hochwassergefahrenkarten
  - Informationsquellen vor und während des Hochwasserereignisses
- Informationsveranstaltungen in Verbindung mit Gefahrenabwehrübungen des örtlichen Katastrophenschutzes

Simulationsspiel SchaVIS für den Hochwasserfall

Darüber hinaus spielen die digitalen Medien eine wichtige Rolle bei der Vermittlung von Hochwassergefahren und Maßnahmen zur Minderung des Hochwasserrisikos. Kleine unterhaltsame Spots machen auf das Thema Hochwasser aufmerksam.

Auch spielerisch lassen sich Aspekte der Schadensvorsorge vermitteln. Simulationsspiele, wie es sie zum Beispiel auch zum Baggern, zum Busfahren oder für die Landwirtschaft gibt, können auch effektives Handeln für den Hochwasserfall vermitteln. Wer richtig handelt und seine Wertgegenstände kräftesparend aus dem Gefahrenbereich bringen kann, reduziert seinen virtuellen Schaden. Kleine Tipps, beispielsweise welche Hilfsmittel und Werkzeuge im Hochwasserfall eingesetzt werden können, sind in speziellen Einspielungen verpackt.

Anhang 1: Checkliste „Planung der privaten Hochwasservorsorge“

Was Sie schon heute tun können

- ☐ Gefahren mit der Familie diskutieren, Verhaltensregeln festlegen, Kommunikation ist erforderlich: „Wo ist wer, zu welchem Zeitpunkt?“, Aufgaben in der Familie verteilen: „Wer macht was?“. Denken Sie an die Möglichkeit, dass nicht jedes Familienmitglied zu Hause ist. Vor allem mit Kindern sollte abgeklärt sein, wo sie hingehen sollen. Vielleicht ist der kürzere und ungefährlichere Weg der zu Verwandten oder Freunden. Generell sollte überlegt werden: „Wohin, wenn das Haus verlassen werden muss?“ (Eine Evakuierung kann angeordnet werden).
- ☐ Information der Familienmitglieder über getroffene Entscheidungen.
- ☐ Kinder auf besondere Gefahren aufmerksam machen (Aufsichtspflicht).
- ☐ Im Eigenbereich überprüfen, ob bauliche Maßnahmen für den Nachbarn eine Erhöhung der Gefahr hervorrufen können (zum Beispiel Stützmauer, Biotop und so weiter).
- ☐ Trinkwasserversorgung kann gefährdet sein (Information über Trinkwasserversorgung beim Wasserversorgungsunternehmen einholen).
- ☐ Auch für Haustiere oder Vieh auf landwirtschaftlichen Anwesen soll Vorsorge getroffen werden (Unterbringungsmöglichkeiten erheben, Futtervorräte sichern).
- ☐ Wo befinden sich gefährliche Stoffe, die rechtzeitig in Sicherheit gebracht werden müssen? – Umweltgefährdung.
- ☐ Nachbarschaftshilfe organisieren – wer hilft wem?
  Kontakt und Informationsaustausch mit dem Nachbarn erleichtert den Nachrichtenfluss, da das Hochwasser zum Beispiel die Telefonleitung unterbrechen kann beziehungsweise Mobilfunknetze überlastet sein können oder ausfallen.
- ☐ Kennzeichnung von Eigentum.
- ☐ Regelmäßige Reinigung von Kanalzu- und -abläufen.
- ☐ Revision von Rückschlagklappen und Schiebern.
- ☐ Selbstschutzmaßnahmen in Betrieben organisieren (während und außerhalb der Arbeitszeit).
- ☐ Notgepäck und Dokumente für ein eventuell notwendiges Verlassen des Hauses vorbereiten.
- ☐ Die Möglichkeit prüfen, ein Notquartier bei Verwandten, Freunden beziehen zu können.
- ☐ Jedes Familienmitglied sollte wissen, wo sich die Hauptschalter für Wasser, Strom, Heizung, Gas, Öl und so weiter befinden.

Letzte Vorbereitungen vor dem Hochwasser

- ☐ Jedes Hochwasser verläuft anders! Eigene Rückschlüsse aus alten Ereignissen können falsch sein! Meldungen der Hochwassermeldezentren beachten.
- ☐ Wetterlage verfolgen.
- ☐ Radio- und Fernsehmeldungen verfolgen.
- ☐ Beginnenden Stegbau beobachten.
- ☐ Lautsprecherdurchsagen verfolgen.
- ☐ Anweisungen der Behörden beachten.
- ☐ Angeordnete Maßnahmen umsetzen.
- ☐ Laufend bei der Gemeinde informieren, wie sich die Situation entwickelt.
- ☐ Sonderregelung bei Gemeinden in Tälern mit flussaufwärts liegenden Stauanlagen erfragen.
- ☐ Nutztiere aus der Gefahrenzone bringen.
- ☐ Kellertanks absichern, technische Einrichtungen eventuell abmontieren.
- ☐ Elektronische Einrichtungen entfernen oder ausschalten.
- ☐ Straßen, Wege können überflutet sein. Fahrten im Hochwasser möglichst vermeiden; Gefahr erkennen (Aquaplaning, Treibgut, Steinschlag); als sicher angesehene Verkehrswege können Lebensgefahr bedeuten.
- ☐ Gefährdung durch aufgestautes Treibgut beachten.
- ☐ Absperr- und Abdichtungsmaßnahmen vorbereiten beziehungsweise durchführen und regelmäßig prüfen.
- ☐ Fahrzeuge aus der Garage / vom Abstellplatz in Sicherheit bringen.
- ☐ Nachbarschaftshilfe organisieren und durchführen. Nichtbetroffene sollen Betroffenen unaufgefordert helfen.
- ☐ Haupthähne für Gas, Wasser, Strom abdrehen. (Achtung: Tiefkühltruhe).
- ☐ Gegenstände, die nicht nass werden dürfen, aus dem Keller räumen.
- ☐ Notgepäck griffbereit halten.
- ☐ Eigensicherheit beachten, insbesondere in Kellerräumen.

Nach dem Hochwasser

- ☐ Aufräumen rasch beginnen (Seuchengefahr durch Tierkadaver, der Schlamm wird beim Austrocknen hart und so weiter).
- ☐ Hausbrunnen entkeimen, Wassergüte überprüfen lassen (Vorschriften beachten).
- ☐ Vorsicht beim Öffnen von Garagen- und Hallentoren.
- ☐ Erst mit dem Auspumpen des Kellers beginnen, wenn draußen der Wasserstand sinkt, da sonst Auftriebschäden und Unterspülungen drohen.

Anhang 2: Checkliste „Die richtige Hochwasserausrüstung“

Sorgen Sie rechtzeitig für eine eigene Hochwasserausrüstung. Organisationen der Gefahrenabwehr wie Feuerwehr und Technisches Hilfswerk benötigen ihre Ausrüstung selbst und können diese nicht ausleihen. Wenn Sie Neubürger in einem hochwassergefährdeten Gebiet sind und sich zum ersten Mal mit Hochwasser beschäftigen, lassen Sie sich durch alteingesessene Bewohner beraten und bei der Zusammenstellung ihrer Hochwasserausrüstung helfen. Beteiligen Sie sich an der Nachbarschaftshilfe.

Ausrüstung	Standort:	Kontrolle am:					
Trinkwasser abgepackt							
Tagesration lagerfähiger Lebensmittel							
Besteck, Messer, Schere und so weiter							
Netzunabhängiges Rundfunkgerät							
Wichtige Dokumente							
Mobiltelefon mit mobilem Zusatzakku							
Ersatzbatterien							
Beleuchtung und stromunabhängige Kochstelle							
Dicke Kerzen, Feuerzeug, Streichhölzer							
Taschenlampe mit Ersatzbatterien							
Petroleumlampe mit Petroleum (alternativ)							
Lampe für Campinggasflaschen (alternativ)							
Campingkocher mit Brennstoff							
Heizung							
Campingflasche mit Heizungsaufsatz							
Wärmflasche							
Wolldecken, Schlafsack, Isomatte							
Hausapotheke							
Hygiene (wenn kein Abwasserabfluss möglich)							
Waschschüssel							
Toiletteneimer mit Deckel, Campingtoilette							
Waschbeutel, Hygienartikel und Handtücher							
Ausrüstung im Wasser							
Gummistiefel, Wathose							
Schwimmweste							
Sandsäcke mit Füllmaterial							
Tauchpumpe mit FI-Schutzschalter und Schlauch							
wasserdichte Verlängerungskabel							
Verbindungsmuffen, Schlauchschellen							
Klebeband							
dicke Abdeckfolie							
Leiter							
Werkzeugkiste							
Sonstiges							
Notstromaggregat							
Treibstoff (Lagerungsbestimmungen beachten)							
Schlauchboot							
Seil							
Eimer							
Trinkwasserbehälter							

Diese Liste kann beliebig erweitert werden.

Anhang 3: Checkliste „Auto und Hochwasser“

- ☐ Zeichnet sich die Gefahr eines Hochwassers ab, ist Folgendes zu tun: Fahrzeuge aus der Garage in Sicherheit bringen (eher zu früh als zu spät).
- ☐ Fahrzeuge, die im Freien abgestellt sind, aus der Gefahrenzone bringen.
- ☐ Achtung Urlauber! Auch an Ihrem Ferienort kann es unvermutet zu kritischen Ereignissen kommen. Prüfen Sie die Situation, ehe Sie Ihr abgestelltes Fahrzeug für mehrere Stunden verlassen.
- ☐ Müssen Sie eine überflutete Stelle passieren: „Tasten“ Sie sich langsam vor (auch Schrittgeschwindigkeit kann zu schnell sein); dringt Wasser in den Motorraum, droht ein kapitaler Schaden.
- ☐ Nach längeren Fahrten den Motor abstellen, damit der Katalysator abkühlt, ehe Sie durch das Wasser fahren. Die Temperatur des Katalysators liegt bei etwa 700 Grad, wird er plötzlich abgekühlt, kann der Keramiktopf springen.
- ☐ Stand das Fahrzeug bis zur Ölwanne oder gar über die Räder hinaus im Wasser, Motor nicht mehr starten! In die nächste Werkstätte zur Überprüfung schleppen (Bremsflüssigkeit und Öl wechseln).

Zitierte Gesetze, Richtlinien und Normen

BauGB: Baugesetzbuch vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. November 2014 (BGBl. I S. 1748)

WHG: Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. November 2014 (BGBl. I S. 1724)

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie)

Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EG-HWRM-RL)

Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1995): Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz: Hochwasser – Ursachen und Konsequenzen. August 1995

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen. Stand: September 2013

DAfStb WU-Richtlinie (2003-11): Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton; Berlin: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) im DIN

DIN EN 206: (2012-03) Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton: – Teil 1: Bemessung und Konstruktion (2001-07); Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 (2008-08); Teil 3: Bauausführung (2012-03); Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen (2012-02)

DIN 1986 (2008-05): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056

DIN 4123 (2013-04): Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude

DIN EN 12056-4 (2001-01): Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden – Teil 4: Abwasserhebeanlagen; Planung und Bemessung; Deutsche Fassung

DIN EN 13564-1 (2002-10): Rückstauverschlüsse für Gebäude - Teil 1: Anforderungen

DIN 18195: Bauwerksabdichtungen (Normreihe) – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten (2011-12); Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung (2011-12); Teil 8: Abdichtungen über Bewegungsfugen (2011-12); Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse (2010-05); Teil 10: Schutzschichten und Schutzmaßnahmen (2011-12)

Bildnachweise

Titelseite: Peter Zeisler
Seite 6: BMUB / Harald Franzen
Seite 7: Jens Vogelsang, Pressestelle des Kreisfeuerwehrverbands Herford e. V.
Seite 9: Peter Zeisler
Seite 10: links: Uwe Wittbrock, www.fotolia.com
rechts: swa182, www.fotolia.com
Seite 11: Jürgen Gerhardt
Seite 14: Regierungspräsidium Darmstadt
Seite 15: Regierungspräsidium Darmstadt
Seite 16: Stefan Daller, RegioWiki Bayern e. V., CC BY-NC-SA 3.0-Lizenz
Seite 17: oben: Marco Kaschuba
unten: Peter Zeisler
Seite 18: Peter Zeisler
Seite 19: Peter Zeisler
Seite 20: oben: Jürgen Gerhardt
unten: Peter Zeisler
Seite 21: links: ThyssenKrupp GfT Bautechnik GmbH
rechts: AQUA-STOP „Hochwasser-Service“ Dienstleistungs GmbH
Seite 22: oben links: IBS Technics GmbH,
oben rechts: AQUA-STOP „Hochwasser-Service“ Dienstleistungs GmbH
unten: Dorothee Zeisler
Seite 23: beide: Peter Zeisler
Seite 24: oben: Peter Zeisler
Mitte: vieraugen, www.fotolia.com
unten: Peter Page Tankanlagen-Service GmbH
Seite 31: oben: ACO Passavant GmbH
Mitte: KESSEL AG
Seite 32: mhp, www.fotolia.com
Seite 33: oben links: Ludwig Trauzettel
oben rechts: IBS Technics GmbH
unten: Christian H. Wirz
Seite 34: oben: IBS Technics GmbH
Mitte: RS Stepanek KG
unten: Rank Wasserschutzsysteme
Seite 35: oben links: IBS Technics GmbH
oben rechts: DiGeWa Lothar Zache
unten: AQUA-STOP „Hochwasser-Service“ Dienstleistungs GmbH
Seite 36: oben: Doyma GmbH & Co
unten: Hermann Reitthaler GmbH
Seite 37: oben: AQUA-STOP „Hochwasser-Service“ Dienstleistungs GmbH
Seite 38: Peter Page Tankanlagen-Service GmbH
Seite 39: Sebastian Golz
Seite 40: beide: Sebastian Golz
Seite 41: oben: Sebastian Golz
unten: Bergfee, www.fotolia.com
Seite 42: links: Gina Sanders, www.fotolia.com
rechts: Kara, www.fotolia.com
Seite 43: oben: view7, www.fotolia.com
Mitte links: strubel, www.fotolia.com
Mitte rechts: zdshooter, www.fotolia.com
Seite 44: oben links: Ingo Bartussek, www.fotolia.com
oben rechts: Tommy, www.fotolia.com
unten: elxeneize, www.fotolia.com
Seite 45: Alterfalter, www.fotolia.com
Seite 46: djama, www.fotolia.com
Seite 47: patatmac, www.fotolia.com
Seite 48: http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/
Seite 49: http://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HWRMRL-DE/index.html
Seite 50: oben: DWD
Mitte: Peter Zeisler
unten: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg
Seite 51: oben: Lobbe Holding GmbH & Co KG
unten: Spechtenhauser Hochwasser- und Gewässerschutz GmbH
Seite 52: oben: victor zastol‘skiy, www.fotolia.com
unten: Jürgen Gerhardt
Seite 53: links: Peter Zeisler
rechts: Enrico Di Cino, www.fotolia.com
Seite 54: GaryButtle, www.istockphoto.com
Seite 55: AlbanyPictures, www.istockphoto.de
Seite 56: oben: Bürgerinitiative Hochwasser, Altgemeinde Rodenkirchen e. V. (www.hochwasser.de),
unten: Peter Zeisler
Seite 57: links: INFRASTRUKTUR & UMWELT, Professor Böhm und Partner (IU)
rechts oben und unten: Hochschule RheinMain, www.hs-rm.de

Die abgebildeten Fotos oder Darstellungen von Hochwasserschutzeinrichtungen oder von Ausrüstung zum Hochwasserschutz sollen beispielhaft die Möglichkeiten zum Schutz und zur Vorsorge aufzeigen.

www.bmub.bund.de