

Hochwasser und Starkregen

Gefahren – Risiken – Vorsorge und Schutz

Stand: Juni 2017

Impressum

Herausgeber: HochwasserKompetenzCentrum e. V.
Ostmerheimer Straße 555
51109 Köln
Tel.: 0221-221-26160
www.hkc-online.de

Verantwortlich: HochwasserKompetenzCentrum e. V.
Geschäftsstelle

Design und Realisation HochwasserKompetenzCentrum e. V.
Mit freundlicher Unterstützung von
Greensurance

Juni 2017 Diese Broschüre wurde auf FSC®-
zertifiziertem Recycling-Papier gedruckt.

Inhalt

1	Einleitung & Vorstellung der Autoren	2
2	Einführung	4
3	Hochwassergefahren.....	5
3.1	Sturmflut	5
3.2	Flusshochwasser.....	5
3.3	Starkregen	7
3.4	Kanalrückstau / -überstau	10
3.5	Grundhochwasser	11
4	Klimaanpassung	12
5	Risiko und Schadenseinschätzung.....	14
5.1	Einschätzung der Schadenshöhe.....	14
5.2	Schadenserwartungswert	15
6	Vorsorge und Schadensminderung	17
6.1	Informationssysteme	17
6.1.1	<i>Bewusstseinsbildung</i>	<i>17</i>
6.1.2	<i>Warnung.....</i>	<i>21</i>
6.2	Typische Schäden / Maßnahmen zur Schadensminimierung	22
6.2.1	<i>Konstruktive Maßnahmen</i>	<i>23</i>
6.2.2	<i>Mobile Schutzelemente</i>	<i>27</i>
6.3	Übergeordneter Hochwasserschutz.....	28
7	Versicherung	29
8	Zusammenfassung	32
9	Literaturverzeichnis.....	34
10	Abkürzungsverzeichnis	37
11	Abbildungsverzeichnis.....	38
12	Stichwortverzeichnis	39

1 Einleitung & Vorstellung der Autoren

Liebe Leserin, lieber Leser,

in Zeiten des Klimawandels treten Naturgefahren wie Hochwasser wieder stärker in das Bewusstsein der Bevölkerung. Gerade die letzten 10 bis 15 Jahre haben gezeigt, dass die Schäden sehr große Ausmaße annehmen können und jeder betroffen sein kann. Auf der einen Seite ist es daher dringend geboten den Klimawandel zu begrenzen. Auf der anderen Seite müssen wir uns anpassen und die Risiken vermindern. Überregionaler Schutz, wie durch Deiche wird immer durch die Gemeinschaft, den Bund, die Länder oder die Kommunen getragen werden. Individuellen Schutz und Vorsorge kann aber nur der Einzelne erreichen. Hierbei gilt es Risiko und Schutzbedürfnis richtig einschätzen zu können. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass Risikobewusstsein, Erkenntnis zu Schadensabläufen und das daraus resultierende Handeln nicht im Einklang stehen. Informationen über die richtige Einschätzung der Gefahren und Risiken müssen transportiert werden. Und zwar nicht nur über Videos oder Hochwasserschutzfibel, die manchmal mehrere hundert Seiten stark sind, sondern durch Multiplikatoren wie Sie, als angehende »Klimastrategen«, Bürger-Initiativen und Vereine. Nach den letzten Hochwassern in Köln haben sich daher gleich mehrere Vereine gebildet, die sich die Verbesserung des Hochwasserschutzes, die Verminderungen der Schadenspotenziale und die objektive Bewertung zu Eigen gemacht haben. Einer dieser Vereine ist das in Köln ansässige HochwasserKompetenzCentrum e.V. (HKC). Jahrelanges Handeln, Diskutieren und Mitbestimmen führt zum Schluss immer zu einer Reduzierung der potentiellen Schäden. Da Naturgefahren nicht mit Sicherheit, sondern nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit an einem Ort auftreten werden, bleibt es zum Schluss eine Risikoabwägung des Einzelnen, wie er Vorsorge begreift und ob und wie er die unterschiedlichen Risiken absichert. Vorsichtiges und bedachtes Handeln gegenüber Naturgefahren stehen immer an erster Stelle. Vorsorge kann Schäden erheblich vermindern. Die dann noch verbleibenden finanziellen Schäden lassen sich meistens über geeigneten Versicherungsschutz abdecken. Nun gilt es eine Balance zwischen Nutzen und Kosten zu finden. Hierbei muss nach individuellen und tragbaren Lösungen gesucht werden. Dabei wünschen wir Ihnen ein gutes Gelingen.

Die Autoren

Andreas Schlenkhoff und das HKC Autorenteam

Prof. Dr.-Ing. Andreas Schlenkhoff, Professor für Wasserwirtschaft und Wasserbau

Der konstruktive Bauingenieur und promovierte Wasserbauer lehrt seit 2003 an der Bergischen Universität Wuppertal. Er beschäftigt sich seit mehr als 30 Jahren mit der Gefahrenabwehr und der Risikobewertung bei Hochwasser. An der Bergischen Universität vertritt er die Fächer Wasserwirtschaft und Wasserbau sowie Hydromechanik. Seine Arbeitsgebiete decken sowohl die baulich-konstruktive Ausgestaltung von Hochwasserschutzbauwerken als auch simulationsbasierte Bewertungen von Hochwassergefahren ab. Derzeit stehen Starkniederschläge und Sturzfluten im Fokus der Forschungstätigkeiten. Schlenkhoff ist in zahlreichen

Fachverbänden aktiv, unter anderem engagiert er sich für das in Köln ansässige HochwasserKompetenzCentrum e.V.

[Maren Hellmig, M. Sc. Bauingenieurin](#)

Maren Hellmig arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehr- und Forschungsgebiet für Wasserwirtschaft und Wasserbau der Bergischen Universität Wuppertal (BUW). Sie hat an der BUW Bauingenieurwesen studiert. Ihre Vertiefungen lagen dabei in Umwelttechnik, Bodenschutz und Wasserwirtschaft mit der Bachelorarbeit über Fließgewässerrenaturierung und der Masterarbeit über die Steuerung von Entwässerungssystemen. Derzeitige Arbeitsschwerpunkte sind Klimaanpassungen, insbesondere im Hinblick auf Hochwasser durch Starkregen.

[Dipl.-Hydrologe Georg Johann, EMSCHERGENOSSENSCHAFT/LIPPEVERBAND](#)

Der Geschäftsführer des HochwasserKompetenzCentrums e.V. arbeitet als Leiter der Hydrologie und Hydraulik bei EMSCHERGENOSSENSCHAFT/LIPPEVERBAND nach seinem Studium der Hydrologie in Freiburg i.Br. seit mehr als 20 Jahren im Bereich Hochwasserrisikomanagement. Johann ist auch als Beirat der Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der DWA (FgHW.de) tätig und bemüht sich um die Übertragung der Forschung in die Anwendung. In seiner Tätigkeit leitete und entwickelte er zahlreiche innovative Projekte, wie z.B. „Starkgegenstarkregen.de“.

[Thomas Kahlx, Bürgerinitiative Hochwasser Köln-Rodenkirchen e.V](#)

Thomas Kahlx ist 2. Vorsitzender der [Bürgerinitiative Hochwasser \(BI\)](#), die nach dem Weihnachtshochwasser 1993 gegründet wurde. Die Initiative ist in der Hochwassernotgemeinschaft Rhein und im HochwasserKompetenzCentrum e.V. engagiert; außerdem hat die BI am Klimadialog des Umweltbundesamt (UBA) zur Erstellung der deutschen Anpassungsstrategie (DAS) teilgenommen. Ziel ihrer Aktivitäten ist die Verbesserung der Vorsorge und die Sensibilisierung der Betroffenen, auch im Hinblick auf Versicherung gegen Elementarschäden.

Thomas Kahlx hat Biologie an der Universität Köln studiert und als Lehrer für Naturwissenschaften an einer Kölner Gesamtschule bis 2008 gearbeitet.

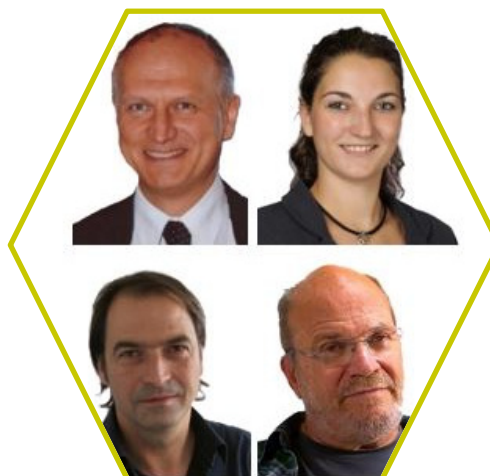


Abb. 1: Autoren: A. Schlenkhoff, M. Hellmig, G. Johann, T. Kahlx

2 Einführung







Hochwasser, das betrifft doch nur die, die an Flüssen wohnen! Ich wohne hinterm Deich, da kann nichts passieren!

Spätestens nach den jüngsten Starkregenereignissen sollte jedem klar sein, dass jeder von Hochwasser betroffen sein kann und das auch fernab von Gewässern. Das Wissen über das Hochwasserrisiko ist ein großer Schritt der Bewusstseinsbildung und wichtig für eine gezielte Vorsorge. Eine Vielzahl von Informationsmöglichkeiten zum Risiko, Objektschutz und möglichen Schäden werden im diesem Skript vorgeschlagen, erläutert und auf wesentliche Inhalte zusammengefasst. Gesetzlich ist vorgeschrieben, dass sich jeder im Rahmen des zumutbaren selbst vor den Hochwasserrisiken schützen muss. Übergeordnete Schutzmaßnahmen (z.B. Deiche) können das Risiko senken, jedoch nicht ausschließen. Daher kann Eigenvorsorge auch in vermeintlich geschützten Gebieten von höchster Bedeutung sein!

Nicht vor allen Risiken kann die Eigenvorsorge schützen. Für das verbleibende Restrisiko können die meisten Hochwasserschäden versichert werden.



Ziele des Kapitels:

-  Wissen über die verschiedenen Hochwasserrisiken
-  Bewertung von Risiko und Schaden
-  Maßnahmen zur Vorsorge und Schadensminderung
-  Bewusstseinsbildung
-  Objektschutz
-  Versicherbarkeit von Hochwassergefahren

3 Hochwassergefahren



Begriffsdefinition nach § 72 WHG: Hochwasser ist eine zeitliche begrenzte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen (1).

Hochwasser kann viele verschiedene Ursachen haben, die auch zu unterschiedlichem Ausmaß an Gefahr und Schäden führen können. Die einzelnen Hochwasserarten werden im Folgenden kurz vorgestellt und charakterisiert.

3.1 Sturmflut

Von einer Sturmflut wird gesprochen, wenn der **Wasserstand an der Küste um 1,5 m den mittleren Hochwasserstand übersteigt**. Ausgelöst werden Sturmfluten durch anhaltenden, starken auflandigen Wind. Das Ausmaß ist abhängig von Windstärke, Dauer und Tidenhub.

Je nach Wasserständen werden Sturmfluten klassifiziert (siehe Abb. 2). Dabei wird zwischen Nordsee, deren Wasserstände zusätzlich von Ebbe und Flut abhängen, und der Ostsee unterschieden (2).

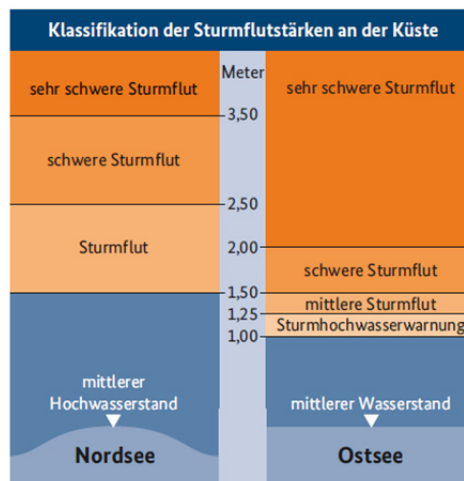


Abb. 2: Klassifikation der Sturmflutstärken an der Küste

©BMUB (2)

3.2 Flusshochwasser

Hochwasser in Flüssen ist ein natürliches Phänomen. Räumlich ausgedehnte oder auch lokal **starke Niederschläge und/oder starke Schneeschmelze** führen zu hohen Abflussmengen, die den Wasserstand steigen und den Fluss ausufern lassen. Dabei können Wasserstandsschwankungen im Bereich von mehreren Metern auftreten. **Eine Vielzahl von Überwachungssystemen** an den Flüssen lassen gute Vorhersagen über den Verlauf und die Wasserstände des Hochwassers zu. Durch die vorhandene Reaktionszeit sind in der Regel Schutzmaßnahmen möglich (2) (3).

Während früher nur extreme Hochwässer die Siedlungsgebiete erreichten, bringen heute schon häufige Hochwässer meist große Gefahren und massive Schäden mit sich. Dafür gibt es mehrere menschengemachte Gründe (3):

- **Bebauung in Auen:** Auenbereiche gehören zum Gewässer und wirken bei Hochwasser wie Schwämme, die eine große Menge Wasser zurückhalten und verzögert wieder abgeben können. Der Fluss konnte sich bei Hochwasser ohne Schäden ausbreiten. Heute sind Auenbereiche entweder vollständig abgeschnitten/ausgedeicht oder nur noch in geringem Maße

Natürliches Hochwasserphänomen

Hochwasser ist ein natürliches Phänomen. Durch menschlichen Eingriff bringt es heutzutage viele Schäden

funktionsfähig (in Deutschland nur noch rund 20%). Die Flächen werden für Industrieanlagen, Siedlungen oder Landwirtschaft genutzt. Der Fluss hat dadurch bei Hochwasser weniger Platz, was zu höheren Wasserständen führt. Bebaute Auen bzw. Überschwemmungsgebiete werden naturgemäß immer wieder Opfer von Hochwasserereignissen.

- **Ausbau der Flüsse:** viele Flüsse wurden für die Schifffahrt oder den Siedlungsschutz ausgebaut, begradigt, vertieft und mit Querbauwerken versehen. Das Einzwängen in ein vorgegebenes, engeres Profil beschleunigt den Abfluss und erhöht die Spitze des Abflusses (Hochwasserwelle).
- **Versiegelung:** Die täglich zunehmende Flächenversiegelung durch Bautätigkeiten z.B. im Straßenbau führt dazu, dass immer weniger Wasser im Boden versickern kann und stattdessen oberflächlich abfließt (3). Allerdings ist dieser Einfluss nur bei häufigen Hochwasserereignissen in kleinen Einzugsgebieten relevant.

Zu unterscheiden ist bei Hochwasser durch Flüsse zwischen der **Größe der Flüsse** (große: Rhein, Donau, Elbe) und der **Lage der Gebiete** (vor oder hinter dem Deich). Zum einen lässt sich das Hochwasser an großen Flüssen deutlich besser und früher vorhersagen (bspw. am Niederrhein mehrere Tage im Voraus), zum anderen sind die Hochwasserschutzmaßnahmen auf seltenere, also höhere Hochwässer ausgelegt. Alle Gebiete hinter einem Deich sind im Falle eines Deichbruches Gebiete mit hohem Risiko, vor allem wenn dort das Schadenspotenzial sehr hoch ist. Die Gefahr eines Bruches, sowie Probleme bei der Binnenentwässerung, z.B. durch den Ausfall von Pumpwerken sind immer gegeben. Letzteres kann zu einer Flutung von Innen führen.

Deiche

Deiche bieten bis zu bestimmten Wasserständen einen Schutz, dennoch sind Gebiete hinterm Deich Risikogebiete, gerade wenn dort ein hohes Schadenspotenzial liegt



Abb. 3: Beispielhafte Bilder eines Flusshochwassers des Rheins in Koblenz 2001

©Andreas Schlenkhoff

Weitere Hinweise, wie die Gefahren von Flusshochwasser für bestimmte Gebiete einzuschätzen sind z.B. durch die Darstellung in Hochwassergefahren- und – Risikokarten oder die Einteilung in Zonen nach ZÜRS, finden Sie in Kapitel 6.1.1.

3.3 Starkregen



Begriffsdefinition nach DWD: Von Starkregen wird gesprochen, bei großen Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit. [...] Starkregen kann zu schnell ansteigenden Wasserständen und (bzw. oder) zu Überschwemmung führen, häufig einhergehend mit Bodenerosion (4).

DWD Warnstufen vor Starkregen:

- Regensmengen ≥ 10 mm / 1 Std. oder ≥ 20 mm / 6 Std. (Markante Wetterwarnung)
- Regensmengen ≥ 25 mm / 1 Std. oder ≥ 35 mm / 6 Std. (Unwetterwarnung)

Umrechnung von mm in Liter:

$$1 \frac{\text{Liter}}{\text{Quadratmeter}} = 1 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^2} = \frac{(0,1 \text{ m})^3}{\text{m}^2} = 0,001 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} = 1 \text{ mm}$$

→ 10 mm = 10 Liter/m²

Von Starkregen wird gesprochen, wenn **sehr große Niederschlagsintensitäten in relativ kurzer Zeit auf ein meist räumlich begrenztes Gebiet** fallen, vorwiegend von Mai bis September in Verbindung mit Gewitterfronten. Zunehmend werden im Sommer relativ stationäre Niederschläge registriert, die durch starke Aufwärtsbewegungen (Konvektion) von feuchtwarmer Luft entstehen. Besonders kleine Einzugsgebiete reagieren mit ansteigenden Wasserständen stark auf die lokal auftretenden Niederschlagsmengen. Dabei können **selbst kleinste Bäche zu reißenden Strömen** werden. Aufgrund des plötzlichen Auftretens sind präzise Vorhersagen praktisch nicht möglich. Warnungen können nur sehr kurzfristig ausgegeben werden (siehe Kapitel 0) (5) (2).

Das Ausmaß und die Schäden, die ein Starkregen auslösen kann, sind abhängig von folgenden Faktoren:

- Ort (Topographie, Relief, Landschaft, usw.)
- Niederschlagsintensität und Dauer
- Vorsorgeumfang, Vermeidungs-, Risikominderungs- und Schutzmaßnahmen durch Kommunen, Bauträger und einzelne Bürger
- Aufnahmekapazität des Bodens und des öffentlichen Entwässerungssystems (5).

Während Starkregen in flachen Gebieten zu erhöhtem oberflächlichen Abfluss und einer **Überlastung der Entwässerungssysteme** führt, kann er in steileren Gebieten **verheerende Sturzfluten** auslösen.

Trotz des nur sehr lokalen Auftretens verursacht **Starkregen mittlerweile 50% aller Überschwemmungsschäden**, häufig fern ab von Überschwemmungsgebieten und großen Gewässern (6).

Ein gegebenenfalls bekanntes Beispiel für die Ausmaße solcher Regengüsse ist das Starkregenereignis von Münster im Juli 2014.



*Abb. 4: Beispielhafte Bilder
eines Starkregenereignisses in
Flensburg im Juli 2015*

© Michael Becker

Starkregenereignisse im Frühling und Sommer 2014

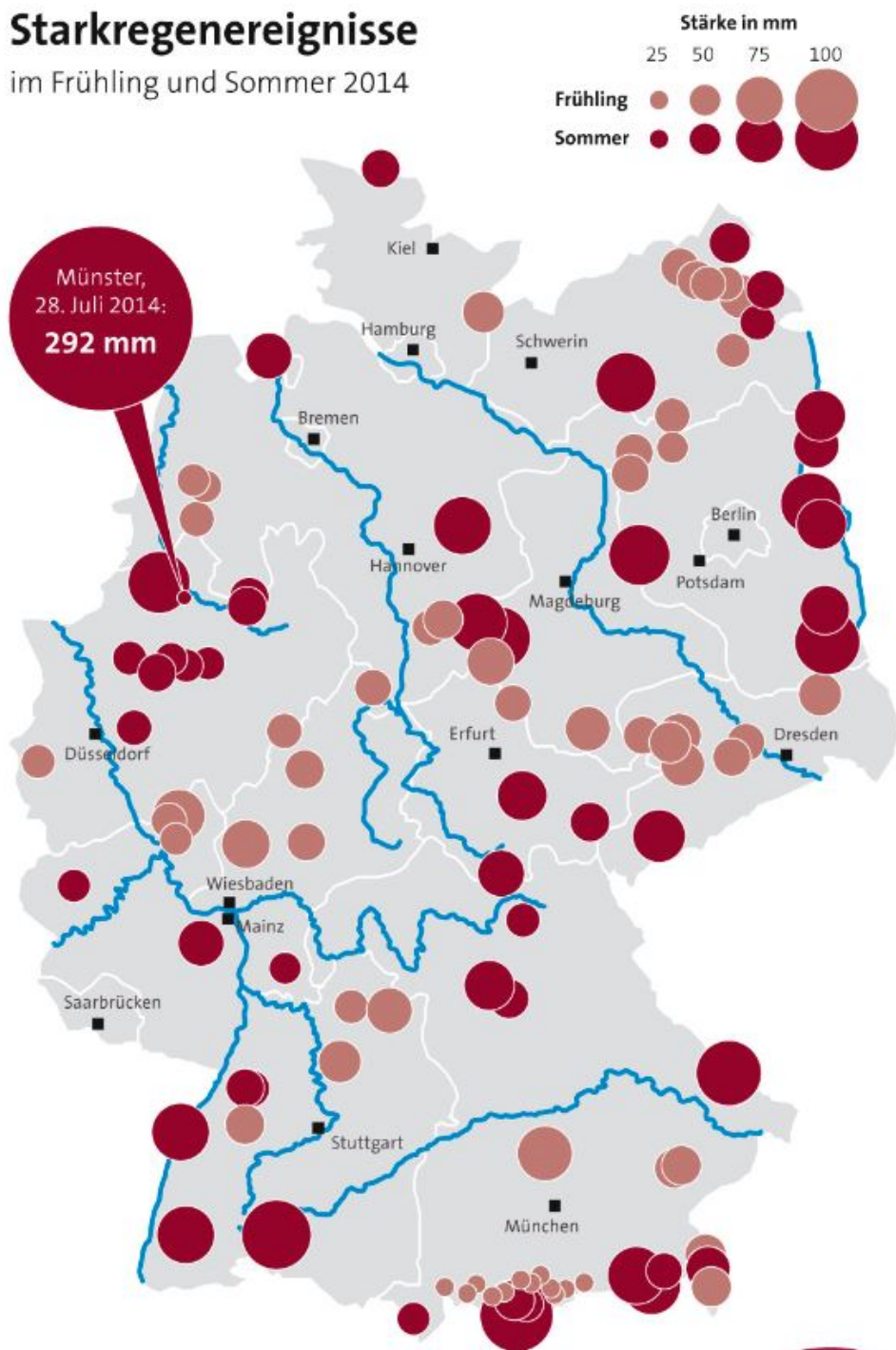


Abb. 5: räumlicher Verteilung und Stärke der Starkregenereignisse in Frühling und Sommer 2014 (10)

©GDV

Quelle: DWD-Witterungsreport / Stationsmessnetze des DWD und seiner Partner
© www.gdv.de | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)



Auch wer **nicht** in Überschwemmungsgebieten oder Nähe zu Flüssen und großen Gewässern oder an der Küste lebt, kann von Hochwasser (insb. durch Starkregen) betroffen sein!

Sturzflut

Während Starkniederschläge unmittelbar lokale Überflutungen im Niederschlagsgebiet erzeugen, treten Sturzfluten mittelbar als **Folge von Starkniederschlägen** in Gebieten mit hoher Reliefenergie (zum Beispiel Mittelgebirge) auf. Die Reliefenergie berechnet sich aus dem tiefsten und höchsten Punkt eines Gebietes, gibt dessen potentielle Energie an und ist ein Indikator für das Erosionspotenzial. Die in wenigen Stunden zu starken Abflüssen anschwellenden Bäche und kleineren Flüsse können gleichzeitig große Menge an Sediment und Geschiebe mitführen. Hohe Fließgeschwindigkeiten und die Geschiebefracht führen dann häufig an Engstellen oder durch Verklausung (teilweiser oder vollständiger Verschluss eines Fließquerschnitts infolge angeschwemmten Treibgutes oder Totholz) von Brücken oder Durchlässen zu einem spontanen Ausufern oder Verlassen des Gewässerbettes in alte Abflussrinnen oder Straßenschluchten und haben schweren Schäden zur Folge.

Die **Schadenshöhe** ist abhängig von:

- Relief und Topographie der Grundstücke
- Der Leistungsfähigkeit kommunaler Gewässer, des Kanals und der Grundstücksentwässerungssysteme (bei „kleinen“ Ereignissen)
- Siedlungsentwicklung und Bebauung, insbesondere die Freihaltung von Fließwegen (5).

Aktuell bekanntestes Beispiel hierfür sind wohl der Ort Braunsbach in Baden-Württemberg und Simbach in Niederbayern, die im Mai 2016 jeweils von einer verheerenden Sturzflut betroffen waren. Für Braunsbach haben die Datenauswertungen ergeben, dass im Einzugsgebiet des Orlacher Baches eine intensive Gewitterzelle gewütet hat. So registrierte die in der Nähe befindliche Wetterstation Langenburg einen Niederschlagswert von 105 mm, was auf einen Wiederkehrintervall von deutlich über 100 Jahren hinweist (7).



Abb. 6: Braunsbach nach der Sturzflut im Mai 2016

©Haller Tagblatt

3.4 Kanalrückstau / -überstau

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen sind die öffentlichen Entwässerungssysteme nicht für beliebig starke Regenereignisse ausgelegt. Die meisten deutschen Systeme wurden dimensioniert um Regen mit einer **statistischen Wiederkehrzeit von 2 - 5 Jahren** schadlos abzuführen. Ein Wasserstand bis zu Höhe der Rückstauenebene (meist Höhe der Bordsteinkante oder des nächst gelegenen Schachtdeckels) gehört zum planmäßigen Betriebszustand. Bei Druckabfluss im Kanal kann das Wasser auch höher steigen als die Rückstauenebene. Bei fehlender

Entwässerungssysteme

Die Kapazität der öffentlichen Entwässerungssysteme ist bewusst begrenzt

Rückstausicherung von Hausanschlüssen unterhalb dieser Ebene, kommt es bereits im Normalbetrieb zum Rückstau aus dem Kanal ins Gebäude.

Tritt ein Ereignis auf, welches deutlich mehr Regen bringt, übersteigt dies die Kapazität des Kanals. Es kommt zum Überstau. Das Wasser drückt aus den Schachtdeckeln und Gullys auf die Straße. Dort fließt es oberflächlich ab und kann von dort ins Gebäude eindringen und Schäden verursachen. Bei fehlender Rückstausicherung kann das Wasser das Gebäude bis zur Rückstauenebene bzw. dem Hochwasserstand fluten (nähere Informationen siehe Kapitel 6.2.1 **2**) (8).

3.5 Grundhochwasser

Bei hohen Wasserständen im Fluss steigt auch der Grundwasserpegel und ändert die Fließrichtung Richtung Land. Die **Ausbreitung des Grundhochwassers** erfolgt langsam. Es kann auch nach sinkenden Pegeln im Fluss in weiter entfernten Bereichen austreten und auch oberflächlich zu Schäden führen.

Eine weitere Gefahr bei stark strömendem Grundhochwasser ist die Erosion unterhalb des Gebäudes und der Wasserdruck, der auf das Gebäude wirkt sobald der Grundwasserstand die Kellersohle übersteigt. Durch diesen kann es zum sogenannten Aufschwimmen kommen, wodurch das Gebäude seine Standfestigkeit verliert. Außerdem können Bodenplatte oder je nach Wasserstand auch die Seitenwände brechen (9).

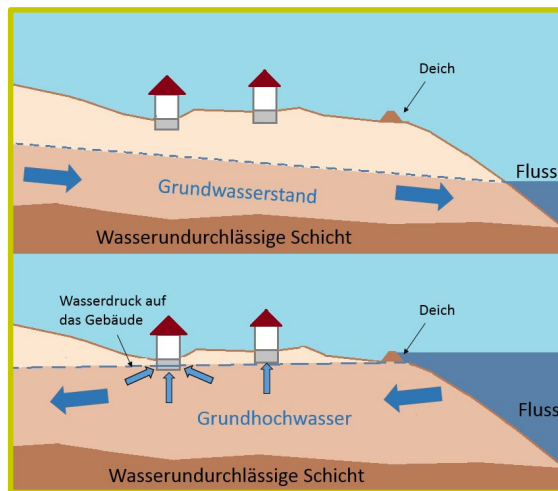


Abb. 7: Fließrichtung und Grundwasserstand im Normalfall und bei Grundhochwasser nach (9)

©Uni Wuppertal



Abb. 8: Aufgeschwommener Estrich und gekipptes Haus durch unterspülen

©Sebastian Golz (IÖR)

4 Klimaanpassung

Eine Vielzahl von Klimastudien, wie z.B. vom Deutschen Wetterdienst (DWD) oder von den Klimaforschern des Potsdam-Institutes, hat ergeben, dass sich extreme Wetterlagen in Zukunft häufen werden. Möglich sind z.B. häufigere und intensivere Starkregenfälle im Sommer oder zunehmende, andauernde Niederschläge im Winter, die immer häufiger als Regen, statt als Schnee, fallen. Damit wird es zu einem starken Anstieg der Schäden kommen (10) (11).



Klimawandel

Grundsätzlich muss zwischen den Jahreszeiten **Sommer** (Sommergewitter, Starkregen) und **Winter** (Dauerregen, Schneelagen usw.) unterschieden werden

- Änderung der Wetterlagen in Häufigkeit, Stärke und räumlicher Verteilung
- Häufung von feuchten SW-Wetterlagen, früher öfter feucht, kühle NW Wetterlagen
- Deutschland hat relativ inhomogenes Klima

Als Anpassung auf das sich ändernde Klima und die voraussichtlich häufigeren Hochwässer, muss dem Wasser Raum gegeben werden, um den Abfluss zurückzuhalten und die Abflusskapazität zu erhöhen. Klar unterschieden werden muss zwischen den **innerstädtischen Gebieten** bei Starkregen und den **Flussregionen**.

Bei Starkregen sind neue Konzepte gefordert, die das Wasser gezielt ableiten, speichern und schrittweise an das Entwässerungsnetz oder die Vorflut abgeben. Hierzu müssen Flächen und Abflusswege geschaffen werden. Das können u.a. öffentliche Plätze und Straßen sein, die netzartig miteinander verbunden sind.

In Flussgebieten geht es hauptsächlich um **passive Anpassungen durch Instrumente** der Raumordnung. Das meint vor allem Freihaltung von Flächen für den Hochwasserschutz und wiederum Stärkung der Abflusskapazität. Während die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) rechtlich vorgeschrieben ist, gehen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für den Hochwasserschutz darüber hinaus. In diesen sind alle Nutzungen untersagt, die nicht mit der Nutzung für den Hochwasserschutz vereinbar sind. Insgesamt geht es darum keine weiteren Risikogebiete zu schaffen (11). In Deutschland besteht momentan die Hauptanpassung **im Sichern der Deiche und Schaffung von Speichervolumen durch Polder**. Hochwasserschutzpolder sind von Deichen eingefasste Flächen an Flüssen, die bei Hochwasser gezielt geflutet werden, um die Wasserführung des Flusses für unterhalb gelegene Gebiete vorübergehend zu mindern. Beispielhaft hierfür wäre der technische Hochwasserschutz durch Polderbau am Oberrhein zu nennen (siehe hierzu auch Informationen des Landes Baden-Württemberg zum „[Integriertes Rheinprogramm](#) (IRP)“).

Für weitere Anpassungsstrategien lohnt sich ein Blick über die Landesgrenzen. In den **Niederlanden** wird mit dem Projekt »**Ruimte voor de Rivier**« im großen Stil Platz für die Flüsse geschaffen. Hier werden Deiche zurückgesetzt, Auen wieder hergestellt und insbesondere breitere Flussbetten geschaffen (12). In Deutschland gibt es ein Deichrückverlegungsprojekt an der Elbe. Primäres Ziel hierbei ist allerdings die Verbesserung der Gewässerökologie und Auenstruktur. Für den Hochwasserschutz haben solche Auen-Revitalisierungsprojekte nur eine nebensächli-

che Bedeutung bei häufigen Hochwässern, da es sich um ungesteuerte Flutflächen handelt. Auch in der **Schweiz** laufen umfassende Schutzprojekte, wie zum Beispiel an der Rhone (**3. Rhonekorrektur**). Dieses kombiniert die optimale Speicherausnutzung vorhandener Talsperren und Wasserkraftanlagen in den Seitengewässern der Rhone und den Ausbau des Flusses durch Vertiefung der Sohle und Aufweitung des Querschnittes (13).

Diese übergeordneten Anpassungsmaßnahmen liegen in der Verantwortung der Kommunen und Länder. Aber auch privat sollte sich den neuen Bedingungen durch den Klimawandel angepasst und Maßnahmen getroffen werden.

5 Risiko und Schadenseinschätzung



Begriffsdefinition: Risiko = Eintrittswahrscheinlichkeit * Schadenshöhe

Das Risiko für ein schädliches Ereignis, wie Hochwasser, setzt sich aus der Eintrittswahrscheinlichkeit und der zugehörigen Schadenshöhe zusammen. Für jedes Hochwasser gibt es eine spezifische Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Schwere von Hochwässern und Starkregenereignissen werden nach deren statistischer Eintrittshäufigkeit bestimmt und in Jährlichkeiten angegeben.



Statistische Häufigkeit / Eintrittswahrscheinlichkeit:

Die Stärke von Hochwässern oder Starkregenereignissen wird über statistischen **Jährlichkeiten** bestimmt. Dabei wird angegeben, wie oft ein solches Ereignis durchschnittlich vorkommt. Ein 100-jährliches Abflussereignis (HQ100) tritt folglich statistisch einmal in 100 Jahren auf, hat also jedes Jahr eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 1%. Da es sich um die Verrechnung von Mittelwerten handelt, kann ein HQ100-Ereignis auch mehrmals in 100 Jahren auftreten. Der Ansatz der Jährlichkeiten wird für die Dimensionierung von Hochwasser-schutzanlagen und Kanalsystemen verwendet.

Anschaulicher ist es die Eintrittswahrscheinlichkeit über die Nutzungsdauer eines Gebäudes zu berechnen (nebenstehende Tabelle als Bsp. aus der Schweiz) (14).

Häufigkeit		Eintrittswahrscheinlichkeit
In Worten	In Jahren	In 50 Jahren
häufig	1 bis 30	100 bis 82%
mittel	30 bis 100	82 bis 40%
selten	100 bis 300	40 bis 15%

Die Schadenshöhe eines Hochwassers ist vom Schadenspotenzial (v.a. den Vermögenswerten) des überfluteten Gebietes sowie den Überschwemmungshöhen und -Flächen abhängig. Mittels hydrologischer Modelle sowie geografischen und Nutzungsdaten, können die Wasserstände für ausgewählte Hochwasserereignisse bestimmt werden und eine Einschätzung der Schadenshöhe erfolgen (15).

5.1 Einschätzung der Schadenshöhe

Hochwasserschäden berechnen sich aus dem **Schadensausmaß** je Landnutzungseinheit und der **Schadensfunktion** für diese Einheit.

Das **Schadensausmaß** ist eine Verrechnung der Flächennutzung und der Flussdynamik. Mittels dieser Daten werden die Überschwemmungsflächen und -höhen bestimmt.

Die **Schadensfunktion** stellt den Zusammenhang zwischen dem monetären Hochwasserschaden und den hochwasserbedingten Parametern, wie Überschwemmungshöhe, -fläche und -dauer her. Je nach Gebiet und Nutzungsart ergeben sich unterschiedliche Funktionen. Es ist allerdings nicht allgemein definiert, was in einer Schadensfunktion berücksichtigt wird (gesamtes Gebäude inkl. Haus-

rat, nur das Gebäude, Inventar oder Hausrat). Das Schadenspotenzial ist **maßgeblich abhängig von den Vermögenswerten** im entsprechenden Gebiet. Klar unterschieden werden muss zwischen privaten und gewerblich genutzten Gebäuden. Im Privaten macht das *Wohnungsvermögen* einen erheblichen Anteil des Schadenspotenzials aus. Im Gewerblichen sind vor allem *Inventar, Vorratsvermögen und Wertschöpfungsausfall* ausschlaggebend (15).

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Schadensfunktion für ein Wohngebäude:

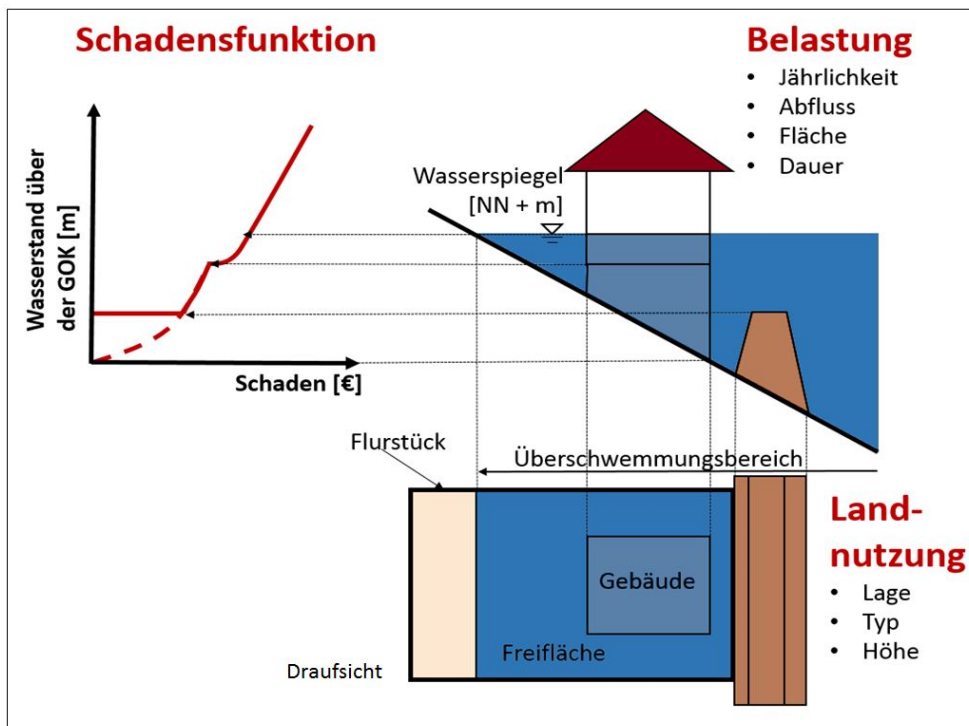


Abb. 9: Berechnung von Hochwasserschäden mittels Schadensfunktion für private Wohngebäude nach (15)

©Uni Wuppertal

In der obenstehenden Grafik ist zu erkennen, wie der Schaden mit ansteigendem Wasserstand steigt. Markante Größen sind hierbei das Überschreiten des Wasserstands von möglichen Deichen und vom Kellergeschoss. In beiden Fällen steigen die Schäden sprunghaft an. Dem liegt z.B. zur Grunde, dass im Erdgeschoss wertvollere Sachwerte lagern, als im Keller.

Kommt es beim Hochwasser zu **auslaufendem Heizöl**, ist die Schadenshöhe ungleich höher.

5.2 Schadenserwartungswert

Aussagekräftiger als eine Schadensfunktion, die lediglich Wasserstand und erwarteten Schaden abbildet, ist der Erwartungswert des Schadens. Dieser bezieht den zu erwartenden Schaden auf die Jährlichkeit des Hochwassers und erlaubt eine Aussage zur durchschnittlichen Schadensbelastung für ein Gebiet/Gebäude.



Begriffsdefinition: jährlicher Schadenserwartungswert = durchschnittliche jährliche Schadensbelastung

Der Schadenserwartungswert gibt an, welche Schadenshöhe in einer bestimmten Zeitspanne zu erwarten ist. Genutzt wird er hauptsächlich für **Kosten-Nutzen-Analysen im Deich- und Wasserbau**. Aber auch für größere Maßnahmen im Objektschutz ist eine solche Betrachtung sinnvoll. Ist zum Beispiel der zu erwartende Schaden in 50 Jahren geringer als die Kosten für einen HQ50 Schutz, ist die Maßnahme rein rechnerisch unwirtschaftlich (nur Bezogen auf fassbare Sachwerte, persönliche Werte, wie Fotoalben, Verdienstaufschlag wegen Objektschutz usw. können nicht berücksichtigt werden). Trotzdem kann natürlich ein selteneres Ereignis auftreten und größere Schadenssummen verursachen, das ist aber unwahrscheinlich.

6 Vorsorge und Schadensminderung

6.1 Informationssysteme

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten sich über das Risiko und die Gefahr von Hochwasser am Wohnort zu informieren. Es kann zwischen Information zur Bewusstseinsbildung und Warnung unterschieden werden. Über Karten und Infolyer informieren Kommunen und Länder ausführlich über Hochwassergefahren. Zahlreiche Fibeln zum Thema beschreiben zudem Anpassungsmöglichkeiten um das eigene Hochwasserrisiko zu verringern.

Top-Tipp: Viele Städte veröffentlichen Infolyer zu Hochwassergefahren und -anpassung in der Stadt. Eine allgemeine Information bietet die **Hochwasserschutzfibel** des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.



6.1.1 Bewusstseinsbildung

Hochwassergefahrenkarten und -Risikokarten

Nach der europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRMRL) mussten alle Mitgliedsstaaten bis Ende 2013 **Hochwassergefahrenkarten und -Risikokarten** erstellen. Diese sollen zum einen zur Information der Bevölkerung dienen und zum anderen in Flächennutzungs- und Bebauungspläne einfließen. Bis 2015 folgten aus den Karten Hochwasserrisikomanagementpläne (16).

Aus **Hochwassergefahrenkarten** ist für ausgewählte Hochwasserereignisse (mindestens $HQ_{\text{häufig}}$, $HQ_{\text{mittel}}(\geq 100)$ und HQ_{extrem}) zu entnehmen, welche Flächen wie hoch überflutet werden. Dabei werden neben den tatsächlich überfluteten Flächen auch diese beachtet, die nur bei Versagen einer Hochwasserschutzanlage überschwemmt werden würden (17). Nach §76 Abs. 2 WGH sind die Landesregierun-

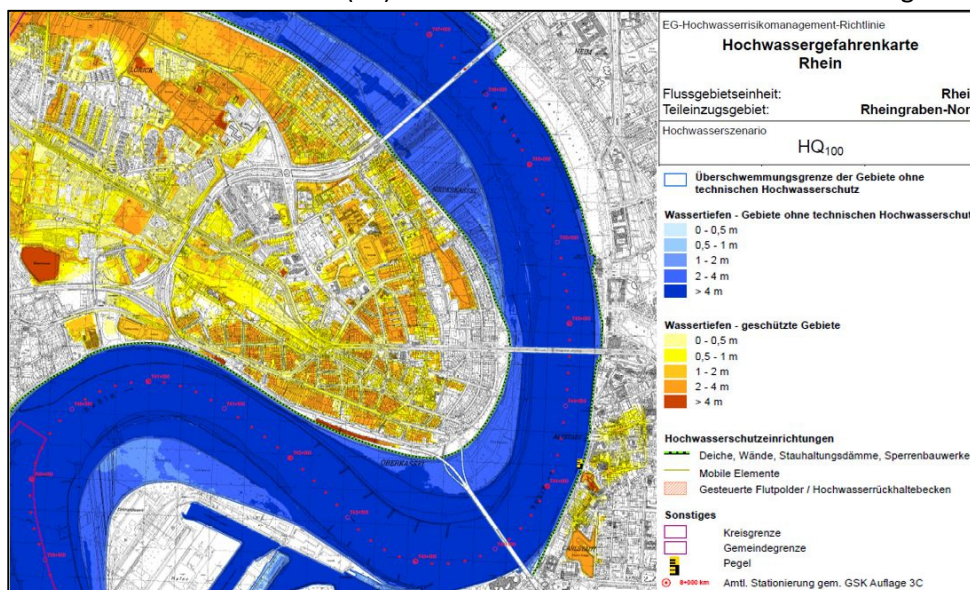


Abb. 10: Ausschnitt aus einer Hochwassergefahrenkarte (30)

© MKULNV NRW 2015
 © Geobasis NRW, Bonn

gen für die Festlegung von Überschwemmungsgebieten verantwortlich. Mindestens sind das alle Gebiete, die bei einem HQ100 überflutet und die zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung beansprucht werden. In Überschwemmungsgebieten gelten besondere Regelungen. Dort dürfen beispielsweise keine neuen Baugebiete ausgewiesen und bauliche Anlagen errichtet werden (§78 Abs. 1 WHG).

Zusätzlich zu den Gefahrenkarten gibt es **Hochwasserrisikokarten**. In diesen ist nicht der Wasserstand ausschlaggebend, sondern die Nutzung der potentiell überfluteten Flächen. Dabei werden u.a. die Anzahl der betroffenen Einwohner je Stadt, Schutzgebiete, gefährdete Objekte und Gefahrenquellen angegeben (17).

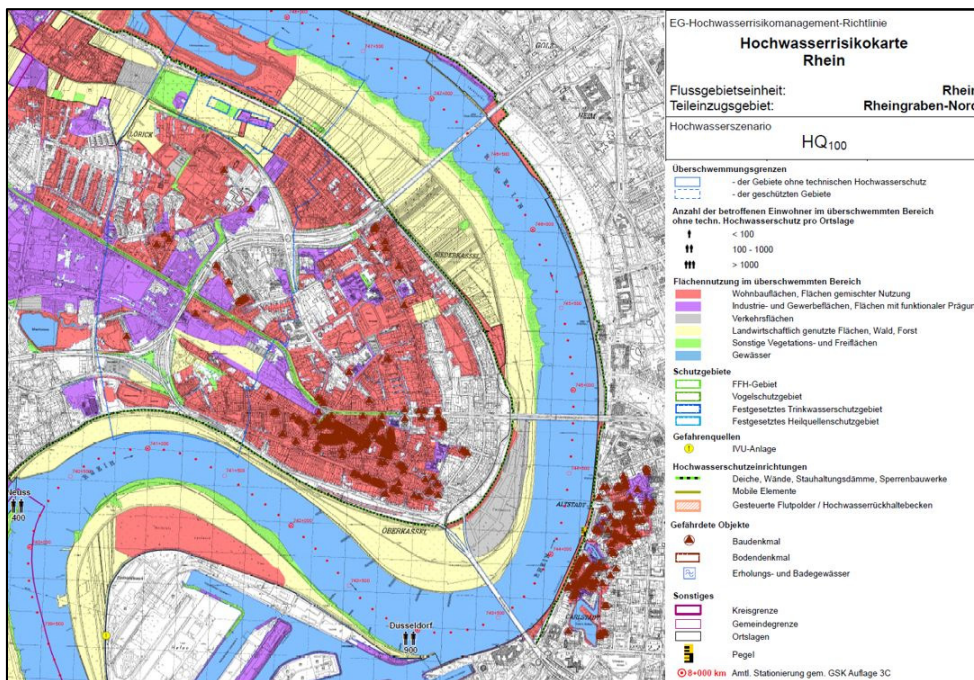


Abb. 11: Ausschnitt aus einer Hochwasserrisikokarte (30)

© MKULNV NRW 2015
© Geobasis NRW, Bonn

Top-Tipp: Hochwassergefahren- und -risikokarten können von der Öffentlichkeit auf den Seiten der zuständigen Landesämter eingesehen und heruntergeladen werden.

Link: (für NRW) <http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/HWRMRL/Risiko-und-Gefahrenkarten>

Allgemeine Karten zu Überflutungsszenarien der HWRMRL finden Sie hier: <http://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HWRMRL-DE/index.html?lang=de>

Hochwassergefahrenkarten beziehen sich ausschließlich auf die von Gewässern ausgehende Gefahr. Überflutungen durch Starkregen, die überall auftreten können, sind darin nicht abgebildet. Hierzu gibt es erste **Starkregengefahrenkarten**, in denen Niederschlagsdaten mit Indikatoren, wie Oberflächen- und Bodeneigenschaften kombiniert werden. Wie in den Hochwassergefahrenkarten, sind auch der Starkregenkarte für verschiedene Jährlichkeiten Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten- und Richtungen zu entnehmen (18). In man-



Abb. 12: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte

@geomer GmbH

chen Kommunen wird das Zusammenspiel von Entwässerungssystem und Oberfläche bereits in die Generalentwässerungsplanung (GEP) übernommen (19).

Um eine Vorstellung über die **Grundwasserstände** in einem Gebiet zu bekommen, sind in manchen Landesämtern Daten von Grundwasserpegeln einsehbar.

Top-Tipp: Für NRW können Grundwasserdaten für ausgewählte Pegel auf der Plattform des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV) eingesehen werden.

Link: <http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>

Informationssysteme

Als Informationssystem für Versicherungen wurde von den deutschen Versicherern **ZÜRS** (Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen) entwickelt. In dieses sind über 21 Mio. Adressen eingepflegt und Gefährdungsklassen (GK 1 – GK 4) zugeordnet. ZÜRS wird von Versicherungen genutzt um die Gefährdung einzelner Standorte abzuschätzen und die Police festzulegen. Die Datengrundlage basiert zusätzlich auf einem regelmäßigen Austausch mit den Ländern. Gebiete hinter einem Deich mit HQ100-Schutz zählen beispielsweise zur GK2, bei geringerem Schutz zu GK3 (10) (20).

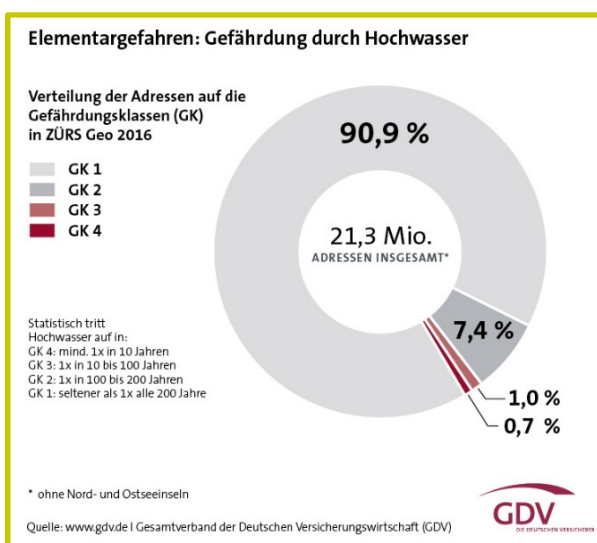


Abb. 13: Elementargefahren: Gefährdung durch Hochwasser (ohne Starkregen, Grundwasser und Sturmflut) (10)

©GDV

Top-Tipp: Für die öffentliche Nutzung steht der **Kompass Naturgefahren** zur Verfügung. Über Eingabe der Adresse können die Gefahren von Hochwasser, Starkregen, Sturm/Hagel, Blitz/Überspannung und Erdbeben eingesehen werden. (Bisher testweise in vier Bundesländern aktiv, keine Abstufungen für Starkregengefahr, Rückstau)

Link: www.kompass-naturgefahren.de

Informationskampagnen

- Elementarschadenkampagnen in Deutschland (zurzeit 8 Bundesländer mit Infokampagnen zur Elementarschadenversicherung) (10)
- [HKC-Infomobil](#)
- [Hochwassernews](#) des HKC



Abb. 14: Das HKC-Infomobil im Einsatz

©HKC

Hochwasserpass

Der Hochwasser-Pass ist ein innovatives und nützliches Dokument zur Standortanalyse und Bewertung von bestehenden oder geplanten Privat- und Gewerbe-Immobilien in hochwassergefährdeten Gebieten. Der Inhaber des Hochwasser-Passes hat damit eine fundierte Risikoeinschätzung für sein Haus und erhält zudem Tipps, wie durch Vorsorgemaßnahmen eine Hochwassergefährdung reduziert werden kann. Außerdem dient der Floodlabel als Nachweis, in welchem Maße das Gebäude hochwassergefährdet, -gesichert oder -angepasst ist. Alternativ hilft er bei Verkauf und Vermietung des Gebäudes, weil die Risiken für alle Naturgefahrenquellen für Hochwasser darin bewertet ausgewiesen sind.

Die Zahlen über die Hochwasserschäden der letzten Jahre zeigen: Flusshochwasser und durch lokale Starkregenereignisse ausgelöste Sturzfluten verursachten bereits Zahlungen durch die Versicherer i.H.v. 1,8 Milliarden Euro im Hochwasserjahr 2013. Der Bund zahlte rund 6 Milliarden Euro zum Wiederaufbau der durch Hochwasser zerstörten Bebauung. Und die Zahl extremer Naturereignisse in Europa nimmt kontinuierlich zu: Betrug für das gesamte Jahr 2014 bundesweit die Schadensleistung „noch“ 330 Mio Euro, musste alleine in diesem Jahr 2016 für ein einziges Hochwasser-Ereignis über 1 Milliarde Euro an Schadensleistungen erbracht werden.

Nach gesetzlicher Vorgabe (§5, Absatz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes) ist jeder Bürger verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zur Schadensminderung von nachteiligen Hochwasserfolgen zu treffen. Daher liegt der Schluss nahe, dass dieses Gesetz in Zukunft größere Auswirkungen auf zukünftige Schadenansprüche haben wird.

Nicht nur große Schäden, sondern Opfer und Tote kommen vor allem dadurch zustande, dass die Ereignisse für die Betroffenen oft überraschend auftreten und wenig Aufklärung über diese Ereignisse vorhanden ist. Nur wenn wir wissen, welche Naturgefahren auf unsere eigene unmittelbare Umgebung zutreffen, können wir als Bürger auch die richtigen Vorsorgemaßnahmen ergreifen. Vorsorgemaßnahmen sind erst dann umsetzbar, wenn:

- Die Aufklärungen für jeden frei zugänglich sind.
- Der Nutzen von Schutz für Leben & Eigenheim klar und verständlich dargestellt werden.
- Durch die Vorsorgemaßnahmen eine entlastende Wirkung auf die Politik, die Versicherungen, Wirtschaft und den Steuerzahler erzielt werden kann.

Mit dem „Hochwasser-Pass“ wird diese Wissenslücke geschlossen und Hausbesitzer oder Gewerbebetriebe können sich nicht nur ein Bild über ihre individuelle Überschwemmungsgefährdung machen, sondern erhalten zudem noch direkte Anleitungen zu Eigenmaßnahmen die ebenso individuell auf ihr Objekt zutreffen. Das geschieht entweder kostenfrei über einen Online-Fragebogen.



Abb. 15: Muster eines Hochwasserpass – Dokument

© HKC

Das HKC hat den „**Hochwasser-Pass**“ (HWP) entwickelt.

Das offizielle und ausführliche Dokument, der Hochwasser-Pass, wird dann von einem Sachkundigen im Auftrag des Hausbesitzers ausgestellt. Dabei prüft der Sachkundige die Angaben und bewertet nicht nur die aktuelle Gefährdung des Gebäudes, sondern gibt auch weitere Hinweise und Tipps, wie sich die Gefährdung mit baulicher Vorsorge verringern lässt.

Durch ein visualisiertes Gefahrenlevel im Pass mit ausgestellten Sammel-Marken für Vorsorge-Maßnahmen, kann der Objektbesitzer diese nicht nur selbst einleiten, sondern auch jederzeit verständlich nachvollziehen und bei Bedarf auch nachweisen.

Der Hochwasserpass nützt Hausbesitzern in dreierlei Hinsicht:

1. Aktivierung des Themas Eigenvorsorge
2. Verbesserung der Versicherbarkeit von Häusern (weil der Hochwasserpass qualifiziert die individuelle Objektgefährdung ausweist)
3. Auch der Grundstückswert eines Hauses, das bereits in einem Überflutungsgebiet liegt, lässt sich wieder steigern, weil die Risiken für Elementarschäden ausgewertet vorliegen.

Das HKC bildet Fachleute zu Sachkundigen aus, die den HWP ausstellen dürfen. Vom HKC zum Sachkundigen kann berufen werden, wer Berufserfahrung im Thema Gebäudesicherheit, Hochwasserschutzmaßnahmen und vergleichbare Tätigkeitsfelder hat. Davor muss eine zweitägige Ausbildung mit Klausur, z.B. bei der DWA, absolviert werden. Nähere Informationen dazu sind beim HKC zu erfahren.

Top-Tipp: Auf der Website des **Hochwasser-Pass** kann durch einen Fragebogen sofort eine Einschätzung des Risikos erfolgen. Außerdem wird umfangreich über Risiko und Maßnahmen informiert.

Link: hochwasser-pass.com

6.1.2 Warnung

Um bei möglicher Gefahr rechtzeitig reagieren zu können, gibt es verschiedene Angebote um vorgewarnt zu werden. Ist nach den oben genannten Informationen klar, dass trotz Vorsorge ein Risiko verbleibt, sollte im Hochwasserfall möglichst früh eine Vorwarnung erfolgen.

Für ein Risiko aufgrund von Flusshochwasser, ist es sinnvoll die Pegel zu beobachten. Diese sind beispielsweise über den Service von „**Pegel-Online**“ oder die „**Hochwasserzentralen**“ online einsehbar. Die Daten werden von den Wasserstraßen- und Schifffahrtsämtern bzw. den zuständigen Landesämtern zur Verfügung gestellt. Über eine zugehörige App „**Mein-Pegel**“, können Warnungen für **selbst** bestimmte Pegel und Wasserstände über das Smartphone erhalten werden. Flusshochwässer lassen sich durch Pegelbeobachtungen relativ gut vorhersagen (21).

Warnung

Im Hochwasserfall früh genug gewarnt zu sind, kann Schäden erheblich reduzieren. Hierfür gibt es eine Vielzahl an Informationsmöglichkeiten

Überflutungen aufgrund von Starkregen treten meist plötzlich auf und haben nur eine sehr geringe Vorwarnzeit. Unter anderem der DWD warnt vor Naturgefahren, wie Gewitter und Starkregen, mittlerweile sogar auf Gemeindeebene und nicht mehr nur für Kreise und große Städte. So wie die Daten online abfragt werden können, kann sich jeder auch hier über das Smartphone warnen lassen. Die **WarnWetter-App** greift auf alle Vorhersagen des DWD zurück und leitet entsprechende Warnungen weiter. Im Unwetterfall greift die App zusätzlich auf Verkehrsinformationen von Google zurück (22). Dennoch lässt sich der genaue Ort des Starkregens nur sehr kurzfristig vorhersagen, für das Ergreifen von Maßnahmen kann es dann bereits zu spät sein.

Top-Tipp: Über Warn-Apps besteht die Möglichkeit eine Warnung vor steigenden Flusspegeln, als auch vor Unwettern wie Starkregen auf dem Smartphone oder Tablet zu erhalten. Beispielsweise:

WarnWetter: Wetterwarnungen und -Informationen vom DWD

Mein-Pegel: Pegelinformationen und Warnungen von der Hochwasserzentrale

NINA vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe oder **KATWARN** der öffentlichen Versicherer, warnen neben Wetter und Hochwasser auch vor weiteren Gefahren und Einschränkungen. Beide Apps sind zurzeit nicht in ganz Deutschland verfügbar.



www.dwd.de



www.hochwasserzentralen.info



www.bbk.bund.de



www.katwarn.de

6.2 Typische Schäden / Maßnahmen zur Schadensminimierung



Personenschäden und Verhaltensregeln:

Immer wieder kommt es bei Hochwasserereignissen zu Personenschäden, die durch besonnenes Verhalten hätten verhindert werden können.

Die am häufigsten genannte Gefährdung ist der **elektrische Strom**. Überflutete Räume und Keller sollten niemals betreten werden, bevor der Strom über die Sicherungen abgeschaltet wurde. Weiter besteht die Gefahr des **Einschlusses**. Gerade nicht mobile Personen, die sich nicht selber retten können, müssen bedacht werden. Hilfreich sind Absprachen unter Nachbarn. Mobilitätseingeschränkte Personen sollten möglichst nicht in Räumen unterhalb der Geländeoberkante leben. Die häufigste Todesursache bei Hochwasser ist jedoch die **Erschöpfung**. Der unermüdliche Kampf gegen das Wasser kann bei gefährdeten Personen Herzversagen auslösen.

Verhaltensregel

Nicht unüberlegt handeln! Überstürztes Handeln führt nicht selten zu (Personen-) Schäden

Im Hochwasserfall zählt sich gute Organisation und Vorsorge aus. Dazu zählen u.a. **Notvorräte, Aufgabenverteilung, eine Hochwasserkiste** mit alle wichtigen Dingen (Unterlagen, Taschenlampen, Radio, Batterien usw.), das Vorhalten von Sandsäcken, Tauchpumpen und Schläuchen sowie die Organisation der Nachbarschaftshilfe. Mobilitätseingeschränkte Personen sollten möglichst **nicht unterhalb der Geländeoberkante** wohnen.



Schutz von Leib und Leben immer vor Sachwerten!

Beispiel: Stehen bereits 10cm Wasser in der Tiefgarage, sollte das Auto nicht mehr aus dieser heraus gefahren werden.

Am einfachsten lassen sich finanzielle Schäden durch vorausschauende Maßnahmen bei der Planung von Neubauten vermeiden. Aber auch im Bestand können durch kleine Änderungen elementare Schäden verhindert werden. Es wird dabei zwischen konstruktiven und mobilen Schutzmaßnahmen unterschieden.

6.2.1 Konstruktive Maßnahmen

Wegleiten des Wassers vom Gebäude:

Grundsätzlich ist es hinsichtlich Hochwasser und Überflutungen immer riskant, wenn das Gelände Gefälle in Richtung des Gebäudes hat. Kleine Maßnahmen können helfen das Wasser vom Gebäude fern zu halten. Beispielsweise können Senken auf dem Grundstück genutzt oder angelegt werden, um das Wasser gezielt in diese zu leiten.

In Senken und Hanglagen können **Bodenschwellen** verhindern, dass das Niederschlagswasser von der Straße auf das Grundstück fließt und dort die Bebauung gefährdet. Diese „großen“ Schwellen haben allerdings einen erheblichen Flächenbedarf und dürfen nur mit Genehmigung und unter Einhaltung der Neigungsvorgaben gebaut werden.

Bodenschwellen können erhebliche Wirkung haben, um oberflächlich abfließendes Wasser von starken Niederschlägen abzulenken und von Bebauung fern zu halten. Bei Überschreitung eines gewissen Wasserstands, wie er z.B. bei Flusshochwasser zu erwarten ist, haben sie allerdings keine Wirkung mehr.

Ist das Wasser nicht vom Gebäude fern zu halten, kann dieses durch verschiedene Wege eindringen (siehe Abb. 17).

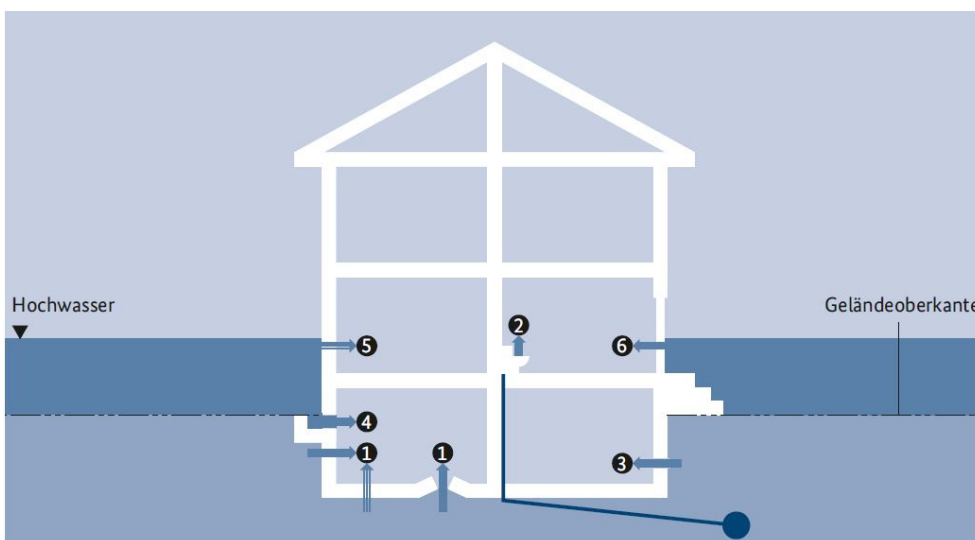


Abb. 16: Wege des Wassers ins Gebäude – Übersichtsbild

©BMUB (2)

①, ⑤ Eindringen von Grundwasser durch Kellerwände/-sohle bzw. Oberflächenwasser durch durchsickern der Wände

Bei Hochwasser kann der Wasserdruck die Kellersohle oder Wände brechen. Zudem sickert das Wasser bei unzureichender Abdichtung langsam durch die Bauteile. Um dem entgegen zu stehen, hilft nur die **ausreichende Dimensionierung und Verankerung des Kellerfundamentes** gegen Aufschwimmen und Aufbrechen.

Außerdem eine Abdichtung, wie die sogenannte **weiße bzw. schwarze Wanne**. Diese Maßnahmen sollten möglichst beim Bau bereits beachtet werden. Eine Nachrüstung ist zwar möglich, aber deutlich kostenintensiver.

Bei zu starkem Wasserdruck auf das Gebäude gibt es zudem die Möglichkeit diesem **Nachzugeben** und durch gezielte Flutung Gegendruck zu erzeugen (9) (23). Abbröckelnder Putz und kleine Risse in der Kellerwand durch die Wasser eindringt, deuten auf die Grundhochwasserproblematik hin.

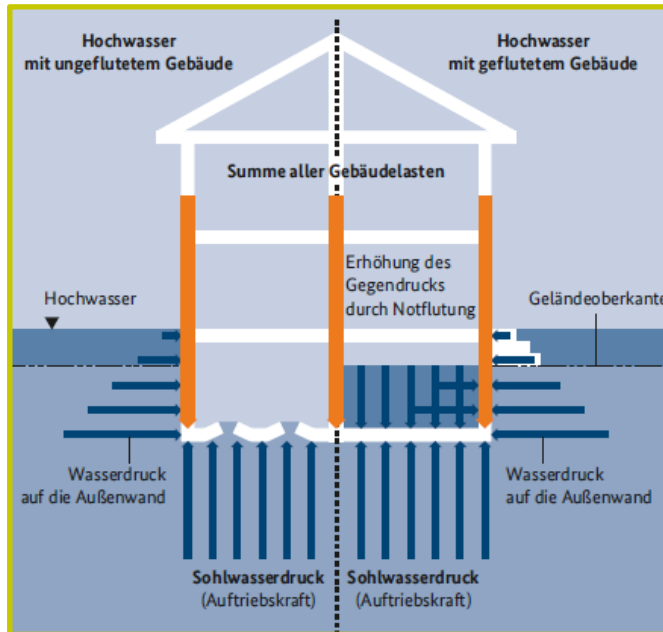


Abb. 17: Summe aller Gebäudelasten bei Hochwasser, mit und ohne Flutung des Kellers (Eigengewicht des Hauses; Druck und Auftriebskräfte des Wassers)

©BMUB (2)

Vertiefungsbeispiel: Wasserdruck auf eine Kellertür

Steht vor einer 1 m breiten Kellertür 1m hoch das Wasser an, wirkt eine Druckkraft von 5 kN (0,5 Tonnen) auf die Tür!

2 Rückstau aus dem Kanalnetz

Liegen im Gebäude Hausanschlüsse unterhalb der Rückstauenebene, sind **Rückstausicherungen** erforderlich. Ohne Rückstausicherung haftet weder die Gemeinde für Schäden, noch zahlt eine Versicherung. Die Höhe der Rückstauenebene wird in den Entwässerungssatzungen der Gemeinden festgelegt. Das kann die Höhe des

Rückstauenebene

Je nach Entwässerungssatzung: Höhe des nächstgelegenen Schachtes oder der Bordsteinkante

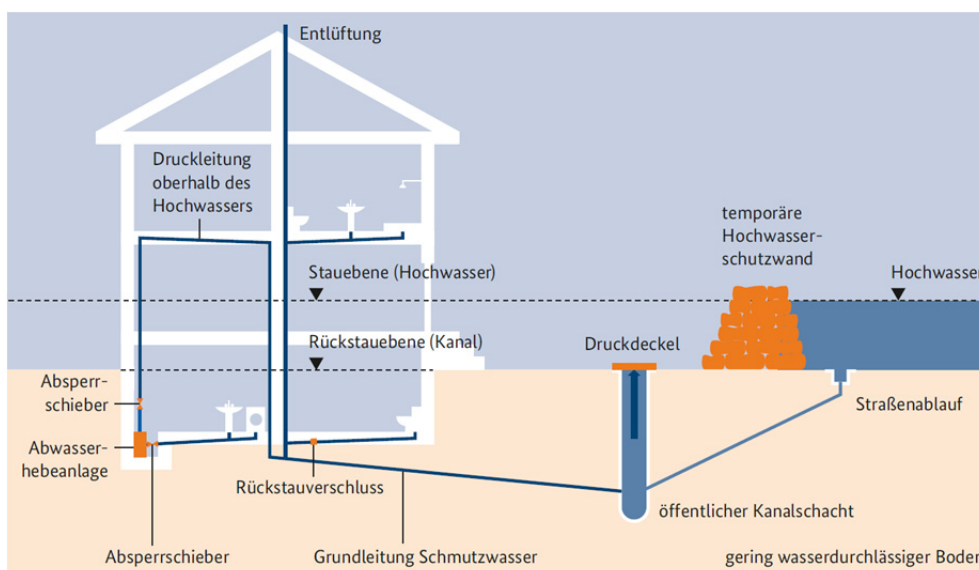


Abb. 18: Kanalrückstau bei Hochwasser. Gebäudeschutz durch Rückstauklappe oder Hebeanlage

©BMUB (2)

nächst gelegenen Schachtes oder die Bordsteinkante sein (Informationen zu den Schachtdeckelhöhen können bei den Entwässerungsbetrieben angefragt werden). Aber auch beim Hochwasser durch Flüsse ist der Rückstau zu bedenken. Besteht durch das Kanalnetz eine Verbindung zwischen dem Hochwassergebiet und dem geschützten Gebiet, müssen alle Kanalschächte und Anschlüsse vor Rückstau gesichert sein. Für die Schächte bedeutet dies drucksichere Deckel, oder Stahlaufsätze bis zum Hochwasserniveau. Bei Hausanschlüssen im Überschwemmungsgebiet ist nicht die Rückstauenebene sondern der Hochwasserstand entscheidend (2). Im Umkehrschluss sind keine Rückstausicherungen nötig, wenn keine Anschlüsse an das Kanalnetz (Toiletten, Waschbecken, Bodenabläufe) unterhalb der Rückstau- bzw. Hochwasserebene liegen.

Um Rückstau in das Gebäude zu verhindern gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten. Eine **Abwasserhebeanlage** pumpt das im Haus anfallende Abwasser aus einem Sammelbehälter über die Rückstauenebene bzw. den zu erwartenden Hochwasserstand hinaus, bevor es der Hausanschlussleitung zugeführt wird (siehe Abb. 18, links). Damit wird das Prinzip der **kommunizierenden Röhren** unterbrochen und das Wasser kann nicht ins Gebäude eindringen.



Kommunizierende Röhren

sind unten miteinander verbundene, oben offene Röhren. Gefüllt mit einer homogenen Flüssigkeit (z.B. Wasser) steht

das Wasser in jeder Röhre gleich hoch, unabhängig von Form und Volumen. Das gleiche Prinzip kommt auch bei Hochwasser zum Tragen, wenn das Wasser im Kanal, bzw. auf der Straße steigt, würde es ohne Sicherung im Haus auf die gleiche Höhe steigen. Durch die Verbindung der „Röhren“ oberhalb der Rückstauenebene/dem Hochwasserstand bei einer Hebeanlage, wird dieses Prinzip unterbrochen.

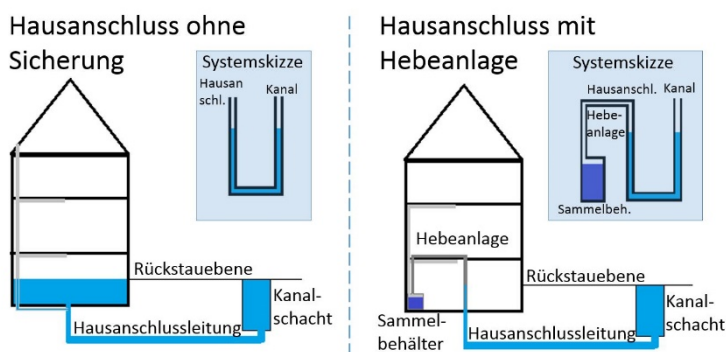


Abb. 19: Funktionsweise einer Abwasserhebeanlage durch Unterbrechung der kommunizierenden Röhren

©Uni Wuppertal

Alternativ können **Rückstauverschlüsse** installiert werden, die eine Strömung des Wassers ins Haus verhindern. Je nach Art des Abwassers und örtlichen Bedingungen, gibt es unterschiedliche Typen von Rückstauklappen. Die Funktion ist jedoch immer die gleiche. Die meisten Klappen bestehen aus einer automatischen Doppelklappe; eine, die sich bei rückströmendem Wasser schließt und einem Notverschluss, der manuell betätigt werden kann (23).

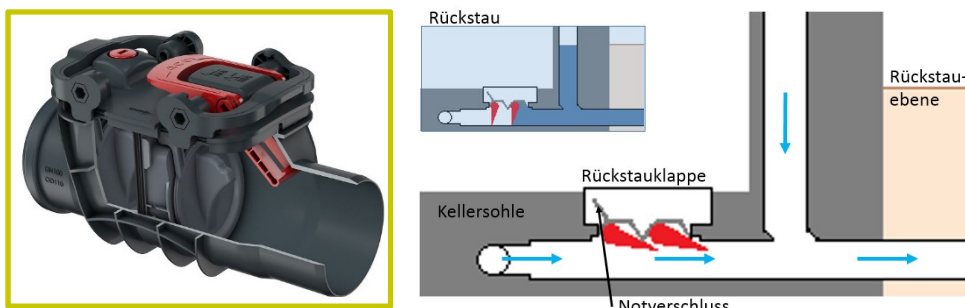


Abb. 21: Schema zur Funktion einer Rückstauklappe, nach (23)

Abb. 20: beispielhafter Rückstauverschluss des Typ 2

©ACO Haustechnik

Rückstauverschlüsse dürfen nur verwendet werden, wenn:

- Ein Gefälle zum Kanal besteht,
- Die geschützten Räume von untergeordneter Nutzung sind (keine wesentliche oder keine Gesundheitsgefährdung der Bewohner durch Überflutung),
- Der Benutzerkreis klein ist und diesem ein WC oberhalb der Rückstauenebene zur Verfügung steht,
- Bei Rückstau auf die Benutzung der Ablaufstelle verzichtet werden kann.

Treffen diese Bedingungen nicht zu, muss eine Hebeanlage zur Rückstausicherung genutzt werden. Für beide Sicherungstypen gilt eine Wartungspflicht (Rückstauverschlüsse i.d.R. zweimal im Jahr von Sachkundigen, Hebeanlagen: zweimal im Jahr bei Mehrfamilienhäusern, einmal bei Einfamilienhäusern – s. Quelle zu DIN EN 13564-1). Für die Wartung von Hebeanlagen oder auch von Rückstauverschlüssen großer Wohneinheiten oder gesamter Siedlungen empfehlen sich Wartungsverträge (24) (25).

3 Eindringen von Grundwasser durch undichte Anschlüsse und Fugen

Neben undichten Kellerwänden und –böden, können auch die Rohrdurchführungen der Hausanschlüsse Schwachstellen der Abdichtung sein. Sind die Durchführungen nicht fachmännisch abgedichtet, kann hoch stehendes Grundwasser oder Sickerwasser durch diese ins Gebäude eindringen. Gleiches gilt für undichte Fugen. Vor allem aber kann so Feuchtigkeit in die Wände oder Böden gelangen.

4, 6 Eindringen durch Lichtschächte, Fenster und Türen

Bodengleiche Eingänge sollten aus Überflutungsschutzgründen vermieden werden. Schon kleine Schwellen vor der Treppe zum Kellereingang und vor Lichtschächten halten das Wasser von ungehindertem Fluss

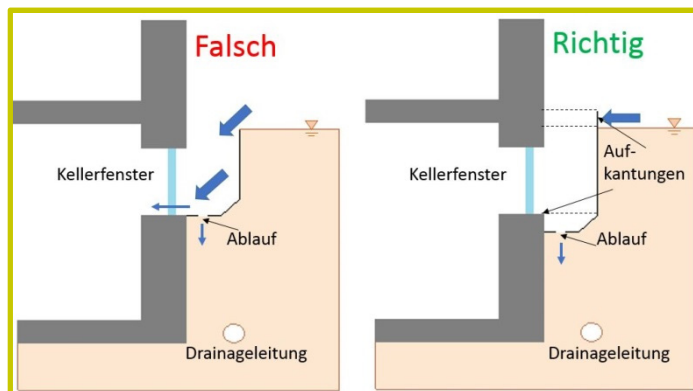


Abb. 22: Aufkantungen an Lichtschächten, ähnliche Ausführung auch bei Kellertreppen und –Eingängen

©Uni Wuppertal

zu Fenstern und Türen ab. Zusätzlich sollten die Kellereingänge und Lichtschächte einen Ablauf haben, der an die Dränge oder das Entwässerungsnetz angeschlossen ist. Bei Letzterem ist zusätzlich die Sicherung gegen Rückstau und Grundhochwasser zu prüfen (siehe oben) (23). Aufkantungen an Eingängen stehen allerdings der Barrierefreiheit entgegen, welche für öffentliche Gebäude gesetzlich gefordert werden.

Für den Fall von stehendem Wasser vor Kellerfenstern und -Türen gibt es eine Reihe von wasserdichten und druckwiderstehenden Einbauten. Entweder sind die Fenster und Türen selber bereits auf Hochwasser und den Wasserdruck ausgelegt und abgedichtet, oder es werden zusätzliche Klappen bzw. Türen eingesetzt (23).

Für das Schließen der Klappen im Hochwasserfall gibt es automatische und manuelle Systeme.

Minimierung des Schadenspotenzial (Ausweichen und Nachgeben):

Das Eindringen von Wasser kann nicht immer vermieden werden. Zur Verringerung des Schadenspotenzials sind im Vorfeld Maßnahmen zu treffen. Der Austritt von Heizöl kann den Schaden deutlich vervielfachen. Zudem wirken enorme Auftriebskräfte auf die Tanks. Dem kann ausgewichen werden, indem Öltanks nicht im Keller

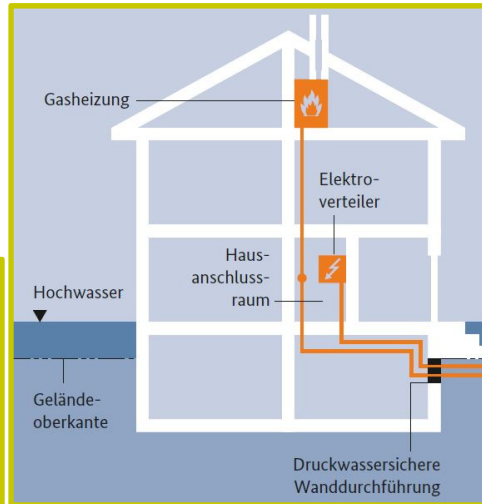


Abb. 23: Ausweichen mit empfindlicher Gebäudeinfrastruktur

©BMUB (2)

Abb. 24: Durch aufschwimmen beschädigter Öltank

©Reichenberg

gelagert werden, oder insbesondere aus Klimaschutzgründen vollständig auf Heizöl verzichtet wird. Gleiches gilt für die Heizungsanlage und Hausanschlüsse für Strom. In Extremfällen, wenn bereits Wasser durch Kellerwände oder den Kellerboden eindringt, kann durch gezieltes Fluten des Kellers eventuell der Schaden reduziert oder der Totalverlust (Aufschwimmen) vermieden werden (Nachgeben).

Grundsätzlich empfiehlt es sich keine wertvollen Gegenstände im Keller zu lagern. Sonstige Dinge sollten hoch gelagert werden, keine Stromanschlüsse am Boden. Gefährdete Räume sollten gefliest und auf Tapete verzichtet werden (2) (5).



Schäden am Auto:

Durch Hochwasser und Überflutungen entstandenen Schäden sind ein Fall für die Kasko bzw. Teilkasko-Versicherung. Nicht nur wegen der Pflicht zur Schadensminimierung im Versicherungsfall empfiehlt sich das Auto bei drohendem Hochwasser in höher gelegenen Gebieten abzustellen (10).

6.2.2 Mobile Schutzelemente

Neben den genannten konstruktiven Maßnahmen, gibt es eine Vielzahl von mobilen Elementen. Beispielsweise können verschiedene Dammbalkensysteme Hofeinfahrten, Keller- und Hauseingänge vor eindringendem Wasser schützen (32). Diese können auch hohe Wasserstände aufhalten (2). Sandsäcke eignen sich nur eingeschränkt für geringe Wasserstände von bis zu 20 cm zum Schutz von Tür- oder Fensteröffnungen und zur Umleitung des Wassers auf dem eigenen Grundstück. Das ist gerade bei Starkregen hilfreich. Bei diesem fehlt den öffentlichen Einrichtungen schlicht die Reaktionszeit und die Kapazität Betroffene zu versorgen. In gefährdeten Bereichen müssen Sandsäcke in Eigenvorsorge vorgehalten werden.

Mobile Systeme setzen allerdings immer voraus, dass jemand vor Ort ist und diese aufbauen kann. Für Hochwasser mit langen Vorwarnzeiten ist das problemlos

möglich. Bei Starkregen und Sturzfluten, die nur sehr kurzfristig vorhergesagt werden können, sind diese Systeme unpraktisch. Am besten eignen sich selbstauslösende Systeme, die allerdings nur sehr eingeschränkt verfügbar bzw. einsetzbar sind.

6.3 Übergeordneter Hochwasserschutz

Im Hochwasserschutz muss klar zwischen dem in dieser Arbeit betrachteten **Objektschutz und der Eigenvorsorge** sowie dem **übergeordneten Hochwasserschutz** unterschieden werden. Hochwasserschutz ist in Deutschland im Zuge der Daseinsvorsorge je nach Landesgesetz Aufgabe der Länder oder Kommunen. Allgemeine, übergeordnete Hochwasserschutzmaßnahmen, wie Dämme, Deiche und Schutzwände, vermitteln einen fälschlichen Sicherheitsgedanken, der nicht von der Eigenvorsorge abhalten sollte.

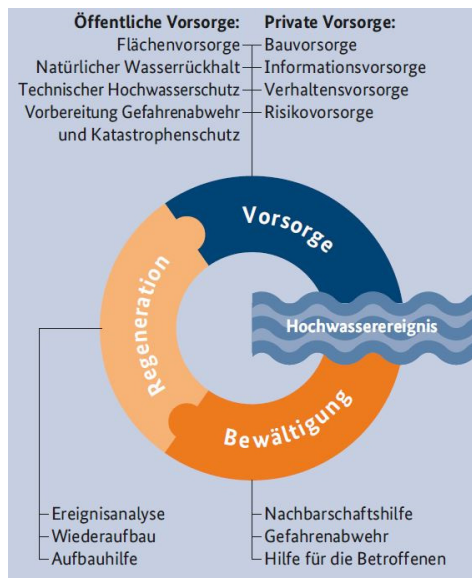


Abb. 25: Risikomanagementzyklus bei Hochwasser nach LAWA

©BMUB (2)

7 Versicherung

Schäden durch Hochwasser und Überschwemmungen sind im Allgemeinen nicht über die Wohngebäude- und Hausratversicherung abgedeckt. Sie sind erst durch den Zusatz der **Elementarschadenversicherung** versichert. Mittelweile gehen allerdings einige Versicherungsunternehmen dazu über diesen Zusatzbaustein direkt einzubeziehen, sodass dieser explizit abgewählt werden muss, wenn die Elementargefahren nicht versichert werden sollen (26).

Eine Elementarschadenversicherung deckt Schäden durch folgende Naturereignisse an:

- Starkregen, Überschwemmung, Rückstau
- Hochwasser
- Schneedruck
- Lawinen, Erdbeben
- Erdsenkungen
- Erdbeben
- Vulkanausbruch

Schäden aufgrund von **Grundwasser und Sturmflut** werden von der Elementarschadenversicherung **nicht** versichert. Im Spezialfall Grundhochwasser bedeutet dies, dass ein Schaden nur abgedeckt ist, wenn das Wasser bereits an die Oberfläche getreten ist und von dort in das Gebäude eindringt (27). Einen Zusatz zur Versicherung von Sturmflutschäden gibt es derzeit nur bei einem Versicherer (28).

In Hochwassergebieten sind für die Versicherbarkeit schadensverhütende Maßnahmen zu treffen. Mögliche Maßnahmen sind:

- Das Ausstatten von Kellerfenstern, Türen und Lichtschächten mit Sicherungssystemen
- Das Fliesen gefährdeter Räume (statt Holz- oder Teppichböden)
- Das Aufbewahren von Wertgegenständen und elektronischen Geräten nur in oberen Stockwerken.
- Das Sichern von Öltanks (dichte Leitungen, Beschädigung durch Treibgut, Aufschwimmen) (26) (20).

Je nach Versicherungsunternehmen können unterschiedliche Versicherungsbedingungen gelten. Allgemein wird vorgeschrieben, dass funktionsfähige Rückstausicherungen vorhanden sein müssen (inkl. Wartungspflicht) und versicherte Sachen in Räumen unter der Geländeoberkante in einer bestimmten Höhe über dem Fußboden zu lagern sind, um den **vollen Versicherungsschutz** zu erhalten (27).

Zurzeit sind in Deutschland lediglich ca. **40% aller Gebäude versichert**. Laut GDV können 99% problemlos gegen Naturgefahren versichert werden. Wobei „problemlos“ sehr stark von Selbsthalten und Preis abhängig ist. Dabei gibt es innerhalb Deutschlands erhebliche Unterschiede, da eine Elementarschadenversicherung in manchen Bundesländern früher Pflicht war (siehe Abb. 26). Insgesamt bieten über 120 Versicherer den Versicherungsschutz für Naturgefahren an (10).

Elementarschaden- versicherung

Schäden durch Hochwasser und Überschwemmung sind nur durch eine zusätzliche Versicherung abgedeckt

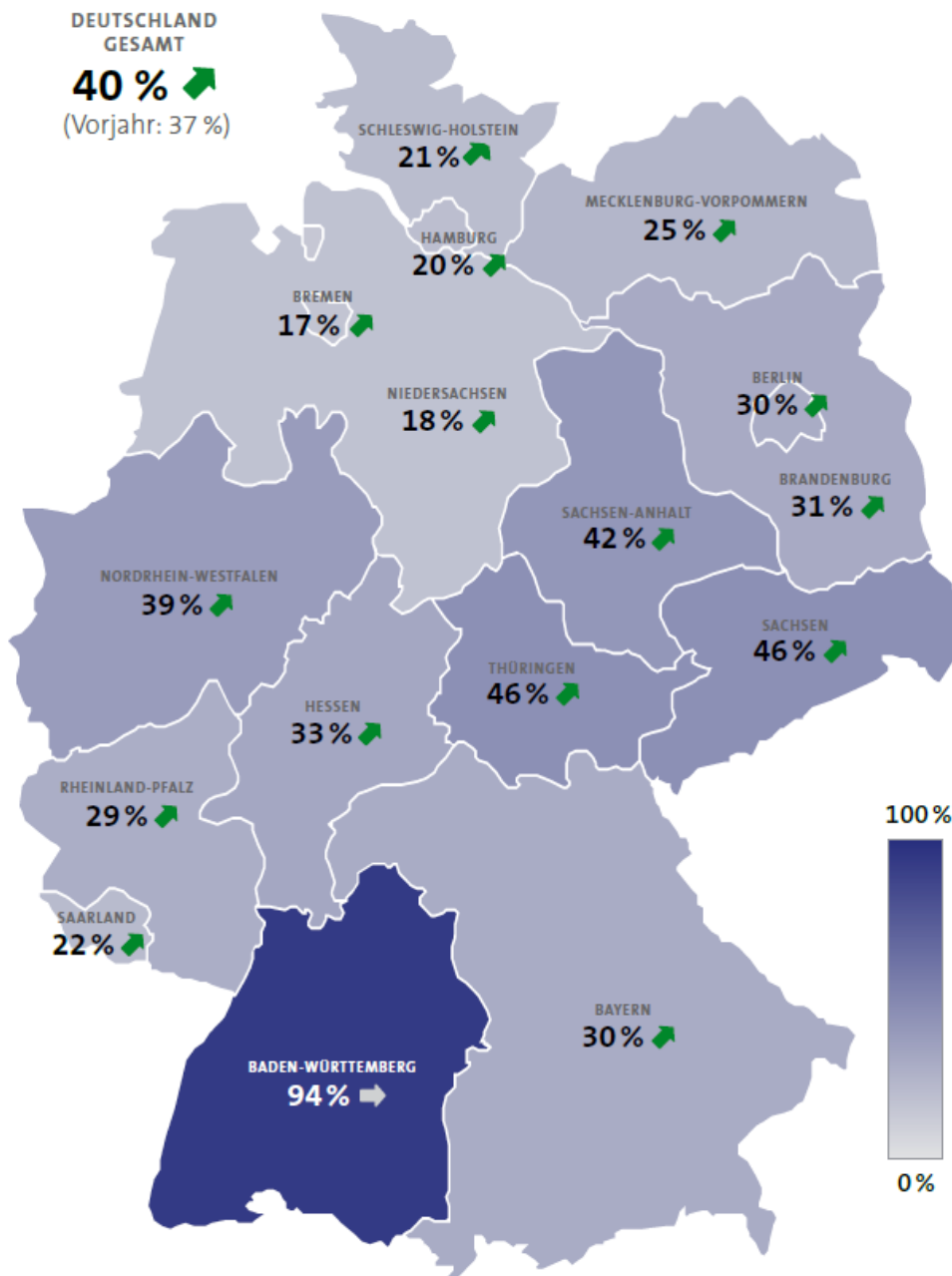
Top-Tipp: Entgegen dem weit verbreiteten öffentlichen Glauben werden im Schadensfall keine staatlichen Zuschüsse gewährt, wenn das betroffene Gebäude grundsätzlich hätte versichert werden können (10).

Elementarschadenversicherung im Überblick

Anteil der **Gebäude**, die in den Bundesländern gegen Elementarschäden versichert sind

Abb. 26: Versichertendichte für Elementarschäden in Deutschland nach Bundesländern (10)

©GDV



Quelle: GDV.DE, Schätzung März 2017
© www.gdv.de | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)

Noch einmal ist darauf hinzuweisen, dass ein großer Teil der versicherten Hochwasserschäden außerhalb der Hochrisikozone (ZÜRS GK4) anfallen. Hier beispielhaft zu sehen für das Juni-Hochwasser von 2013.

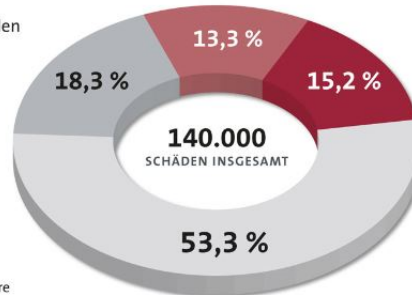
Verteilung der Juni-Hochwasserschäden 2013 in Deutschland

85 Prozent der Schäden entstanden außerhalb der Hochrisikozone

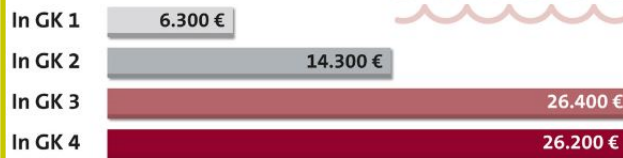
Verteilung der Schäden in den Gefährdungsklassen (GK)

- GK 1
- GK 2
- GK 3
- GK 4

Statistisch tritt Hochwasser auf in:
 GK 4: mind. 1x in 10 Jahren
 GK 3: 1x in 10 bis 50 Jahren
 GK 2: 1x in 50 bis 200 Jahren
 GK 1: seltener als 1x alle 200 Jahre



Durchschnittlicher Schaden erreichte sogar weitab der großen Flüsse über 6.000 Euro



Quelle: GDV, 2014
 Grafik: www.gdv.de | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)



Abb. 27: Verteilung der Juni-Hochwasserschäden 2013 in Deutschland (10)

©GDV

8 Zusammenfassung

„Hochwasser ist eine zeitlich begrenzte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land“ und kann verschiedene Ursachen haben. Neben den hauptsächlich mit Hochwasser assoziierten **Flusshochwasser** oder der **Sturmflut** an der Küste, haben gerade in den letzten Jahren auch **Starkregenereignisse** enorme Schäden hervorgerufen. Diese treten auch fernab von Gewässern auf und treffen die Betroffenen meist völlig unvorbereitet. Starkregen kann in steileren Gebieten **Sturzfluten** auslösen. Da die Kanalnetze planmäßig nicht für alle erdenklichen Regenmengen ausgelegt sind, verursacht Starkregen besonders in flachen Gebieten häufig einen **Überstau der Kanalisation**.

Klimastudien haben ergeben, dass sich Hochwasser hervorrufende Wetterlagen, wie intensive Regenfälle im Sommer und langanhaltende im Winter in Zukunft häufen werden. Neben übergeordneten Strategien zur **Klimaanpassung**, ist der eigenverantwortliche Objektschutz besonders wichtig.

Das **Risiko** einschätzen zu können ist elementar. Wie hoch ist die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens und wie hoch wäre dieser? Um sich über das Risiko zu informieren stehen z.B. **Gefahren- und Risikokarten** der Länder (hauptsächlich für Flusshochwasser) sowie **Informationssysteme** wie z.B. ZÜRS der Versicherungsbranche zur Verfügung. Für die Bewertung eines einzelnen Objektes bietet zum Beispiel der HKC den **Hochwasserpasp** an. Neben einer eigenen Bewertung, wird für diesen das Gebäude von Sachkundigen begutachtet, Hochwassergefahren eingeschätzt und Maßnahmen zur Schadensminderung vorgeschlagen. Bei bekanntem Risiko kann mit genügend Vorwarnzeit das Restrisiko gemindert werden (mobile Schutzelemente, Keller räumen usw.). Hierfür gibt es eine Vielzahl von **Warnsystemen**, die einem z.B. eine Warnung aufs Smartphone senden.

Um ein Gebäude vor Hochwasser zu schützen, kommen unterschiedliche **konstruktive Maßnahmen** in Betracht, die bestenfalls bereits beim Bau bedacht werden. Vor allem eine ausreichende Abdichtung des Kellers ist im Nachhinein nur mit viel Aufwand umzusetzen. Aber auch „kleinere“ Maßnahmen, wie z.B. keine Bodengleichen Türen, Aufkantungen von Lichtschächten, drucksichere Kellerfenster und -türen und Rückstausicherungen für Räume unterhalb der **Rückstauenebene** können Schäden verhindern oder vermindern.

Für das verbleibende Risiko lassen sich die meisten Hochwasserschäden versichern. Diese sind in einem Zusatz der Wohngebäude- und Hausratversicherung, der **Elementarschadenversicherung** abgedeckt. Neben dem Standort entscheiden getroffene schadensverhütende Maßnahmen über die Versicherbarkeit von Gebäuden und die Höhe der Police.



Bezug zur Versicherungsberatung

Die Häufigkeit von Hochwasser, gerade durch Starkregenereignisse steigt. Trotz übergeordnetem Hochwasserschutz und Eigenvorsorge, kann sich nicht gegen alle Risiken geschützt werden. Da kommen die Versicherungen ins Spiel. Manche Bundesländer werben momentan massiv für den Abschluss einer Elementarschadenversicherung. Mit dem durch dieses Skript erlangtem Basiswissen, können Sie ihre Kunden auf generelle Hochwasserrisiken aufmerksam machen, grundlegende Verhaltensregeln zur Schadensminderung vermitteln und die Versicherungsbedingungen von Gebäuden besser bewerten.

Vorsorgende und schadensmindernde Maßnahmen und die Verwendung geeigneter Materialien können bei der Bewertung der Versicherbarkeit und der Berechnung der Police einbezogen werden, zum Beispiel durch Veränderung der Zonen nach ZÜRS.

Für tiefergehendes technisches Wissen und die Ausstellung von Hochwasserpässen, besuchen Sie eine Schulung des HKC und werden Sie Sachkundiger.

hochwasser-pass.com



Notizen

9 Literaturverzeichnis

1. **WHG.** *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)*. s.l. : Bundesministerium der Justiz zbd für Verbraucherschutz, 2009.
2. **BMUB.** *Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge*. Berlin : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015.
3. **BUND.** BUND Friends of the Earth Germany. *Hochwasserschutz - Hochwasserkatastrophen sind Menschenwerk*. [Online] 2016. [Zitat vom: 8. September 2016.] http://www.bund.net/themen_und_projekte/wasser/hochwasserschutz/.
4. **DWD.** Deutscher Wetterdienst. *Wetterlexikon - Starkregen*. [Online] 2016. [Zitat vom: 5. September 2016.] <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Starkregen.html>.
5. **BBK.** *Die unterschätzten Risiken "Starregen" und "Sturzfluten" - Ein Handbuch für Bürger und Kommunen*. Bonn : Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), 2015.
6. **ERGO.** *Umweterschäden - ein Fall für die Versicherung (Presseinformation)* . Düsseldorf : ERGO Versicherungsgruppe AG / MunichRe, 2010.
7. **Bronstert, Axel Prof. Dr.** Universität Potsdam. *Sturzflut von Braunsbach - Wissenschaftler der Uni Potsdam untersuchen das Phänomen und seine Ursachen*. [Online] Refarat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, 30. 06 2016. [Zitat vom: 20. 02 2017.] <https://www.uni-potsdam.de/nachrichten/detail-list/article/2016-06-30-sturzflut-von-braunsbach-wissenschaftler-der-uni-potsdam-untersuchen-das-phaenomen-und-seine-ursachen.html>.
8. **Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR.** *Gebäudeschutz - Was Sie über Rückstau, Grundhochwasser und Sturzfluten wissen sollten und was Sie zum Schutz Ihres Gebäudes tun können*. Köln : s.n., 2015.
9. **Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR.** *Grundhochwasser - die unterschätzte Gefahr. Informationen zu Ursachen und Schutzmaßnahmen*. Köln : Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR - Hochwasserschutzzentrale, 2012.
10. **GDV.** GDV Die Deutschen Versicherer. *verschiedene Pressemitteilungen, Artikel, Statistiken* . [Online] 2016. [Zitat vom: 2. September 2016.] <http://www.gdv.de>.
11. **Umweltbundesamt.** *Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel* . Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, KomPas - Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung, 2015.
12. **Ruinte voor de Rivier.** Room for the River for a safer and more attractive river landscape. [Online] 2016. [Zitat vom: 20. September 2016.] <https://www.ruimtevoorderivier.nl/>.

13. **Kanton Wallis.** Synthesebericht (GP-R3) Des Generellen Projekts - Dritte Rhonekorrektur. *Für einen dauerhaften Schutz gegen Hochwasser der Thone untersuchte Lösungen.* 2015.
14. **PLANAT.** *Praxiskoffer Risikodialog Naturgefahren - Tipps und praktische Hilfsmittel, um über Naturgefahren zu informieren.* Zürich, Schweiz : Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT), www.planat.ch, 2015.
15. **BWK.** *Hochwasserschadenspotentiale.* Düsseldorf : Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., 2001.
16. **EU-HWRM.** *RICHTLINIE 2007/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DAS RATES von 23.Oktober2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie) .* s.l. : Europäische Union, 2007.
17. **MKULNV.** *Hochwassergefahrenkarten / Hochwasserrisikokarten -Erläuterung und Lesehilfe-*. Düsseldorf : Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein Westfalen (), Ref. IV.6, 2013.
18. **LUBW.** *Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg.* Karlsruhe : Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2016.
19. **TBS.** *Abwasserbeseitigungskonzept der Klingenstadt Solingen - 6. Fortschreibung.* Solingen : Technische Betriebe Solingen (TBS) - Teilbetrieb Tiefbau, 2012.
20. **Umweltbundesamt.** Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdeten Stoffen (AwSW).Veröffentlicht 18.4.2017. Tritt in Kraft 1.8.2017.
21. **Hochwasserportal.** Länderübergreifendes Hochwasserportal. [Online] 2015. [Zitat vom: 14. September 2016.] <http://www.hochwasserzentralen.de/>.
22. **DWD.** Deutscher Wetterdienst. *WarnWetter-App.* [Online] 2016. [Zitat vom: 14. September 2016.] <http://www.dwd.de/DE/leistungen/warnwetterapp/warnwetterapp.html>.
23. **Hamburg Wasser.** *Wie schütze ich mein Haus vor Starkregen? - Ein Leitfaden für Hauseigentümer , Bauherren und Planer.* Hamburg : s.n., 2012.
24. **DIN EN 12056-4.** *Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 4: Abwasserhebeanlagen - Planung und Bemessung.* Berlin : Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 2000.
25. **DIN EN 13564-1.** *Rückstauverschlüsse für Gebäude - Teil 1: Anforderungen.* Berlin : Deutsches Institut für Normung (DIN), Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 2002.
26. **GDV.** *Versicherungen rund um Haus, Wohnen und Eigentum.* Berlin : Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), 2015.

27. —. *Besondere Bedingungen für die Versicherung weiterer Elementarschäden (BWE 2010)*. Berlin : Gedamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), 2014.
28. **Itzehoer Versicherung**. Itzehoer Versicherung / Pressemeldung. *Itzehoer erster deutscher Versicherer mit sturmflut-Schutz*. [Online] 26. September 2014. [Zitat vom: 7. Dezember 2016.] http://www.itzehoer.de/de/metanavigation/presse/pressemeldungen/pressemeldung_50304.jsp.
29. **HKC**. Der HochwasserPass - Eine Initiative des HKC. *HochwasserKompetenzCentrum (HKC) e.V.* [Online] 2016. [Zitat vom: 6. September 2016.]
30. **MKULNV**. Flussgebiete NRW. *HWRMRL - Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten*. [Online] 2013. [Zitat vom: 14. September 2016.] http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/HWRMRL/Risiko-_und_Gefahrenkarten.
31. **BMVBS**. *Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge*. Berlin : Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BVBS), 2010.
32. **VDS**. Mobile Hochwasserschutzsysteme. Hinweise für die Beschaffung, den Einsatz und die Bereitstellung. GDV, VdS 6001,2014-02(01).

10 Abkürzungsverzeichnis

BI:	Bürgerinitiative
DWD:	Deutscher Wetterdienst
GDV:	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft
GEP:	Generalentwässerungsplan
HKC:	Hochwasser Kompetenz Centrum
HWP:	Hochwasserpass
HWRMRL:	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
IRP:	Integriertes Rheinprogramm
LAWA:	Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
UBA:	Umweltbundesamt
WHG:	Wasserhaushaltsgesetz
ZÜRS:	Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen

11 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Autoren: A. Schlenkhoff, M. Hellmig, G. Johann, T. Kahlix	3
Abb. 2: Klassifikation der Sturmflutstärken an der Küste	5
Abb. 3: Beispielhafte Bilder eines Flusshochwassers des Rheins in Koblenz 2001 ...	6
Abb. 4: Beispielhafte Bilder eines Starkregenereignisses in Flensburg im Juli 2015	8
Abb. 5: räumlicher Verteilung und Stärke der Starkregenereignisse in Frühling und Sommer 2014 (9).....	9
Abb. 6: Braunsbach nach der Sturzflut im Mai 2016	10
Abb. 7: Fließrichtung und Grundwasserstand im Normalfall und bei Grundhochwasser nach (8)	11
Abb. 8: Aufgebrochenen Bodenplatte und gekipptes Haus durch unterspülen	11
Abb. 9: Berechnung von Hochwasserschäden mittels Schadensfunktion für private Wohngebäude (14) (bildrechte sind angefragt).....	15
Abb. 10: Ausschnitt aus einer Hochwassergefahrenkarte (29).....	17
Abb. 11: Ausschnitt aus einer Hochwasserrisikokarte (29).....	18
Abb. 12: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte Bild ist angefragt.....	18
Abb. 13: Elementargefahren: Gefährdung durch Hochwasser (ohne Starkregen, Grundwasser und Sturmflut) (9)	19
Abb. 14: Das HKC-Infomobil im Einsatz.....	19
Abb. 15: Muster eines Hochwasserpass – Dokument.....	20
Abb. 16: Wege des Wassers ins Gebäude – Übersichtsbild	23
Abb. 17: Summe aller Gebäudelasten bei Hochwasser, mit und ohne Flutung des Kellers (Eigengewicht des Hauses; Druck und Auftriebskräfte des Wassers)	24
Abb. 18: Kanalrückstau bei Hochwasser. Gebäudeschutz durch Rückstauklappe oder Hebeanlage	24
Abb. 19: Funktionsweise einer Abwasserhebeanlage durch Unterbrechung der kommunizierenden Röhren	25
Abb. 21: beispielhafter Rückstauverschluss des Typ 2	25
Abb. 20: Schema zur Funktion einer Rückstauklappe, nach (22).....	25
Abb. 22: Aufkantungen an Lichtschächten, ähnliche Ausführung auch bei Kellertreppen und - Eingängen	26
Abb. 23: Ausweichen mit empfindlicher Gebäudeinfrastruktur.....	27
Abb. 24: Durch aufschwimmen beschädigter Öltank	27
Abb. 25: Risikomanagementzyklus bei Hochwasser nach LAWA.....	28
Abb. 26: Versichertendichte für Elementarschäden in Deutschland nach Bundesländern (9)	30
Abb. 27: Verteilung der Juni-Hochwasserschäden 2013 in Deutschland (9)	31

12 Stichwortverzeichnis

Abwasserhebeanlage 24	Schadenserwartungswert 15
Aufkantungen 26	Schadensfunktion 14
Aufschwimmen 11	Starkregen 7, 19
Hochwasser 5	Starkregengefahrenkarten 19
Hochwassergefahrenkarten 17	Statistische Häufigkeit 14
Hochwasserpas 20	statistische Wiederkehrzeit <i>Siehe</i>
Hochwasserrisikokarten 18	statistische Häufigkeit
Jährlichkeit 14	Sturzflut 10
Rückstauene 10, 24	ZÜRS 19
Rückstauverschlüsse 25	