



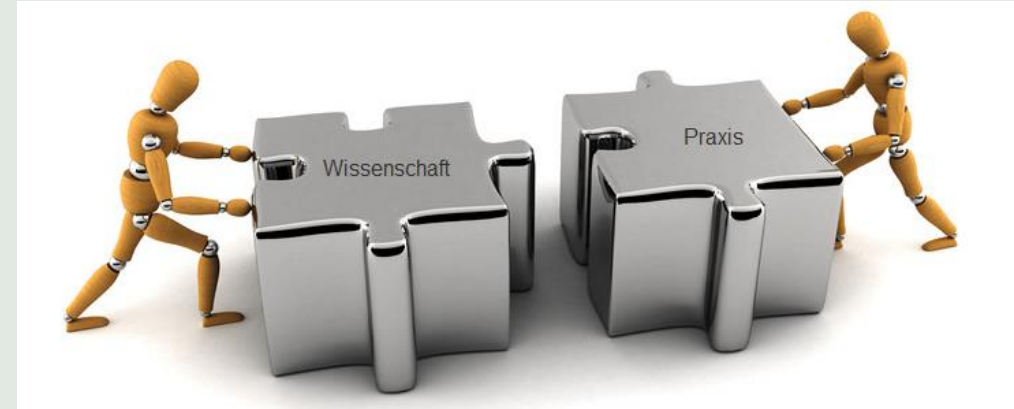
Quelle: <https://roadcamp540.de/ein-wochenende-im-ahrtaal/>

Hochwasser -angepasste und -resiliente Gebäude – Lehren aus der Flut 2021

Michael Schäfer, Lothar Kirschbauer; Hochschule Koblenz
Nachhaltigkeit, Klimaanpassung und Resilienz im Wiederaufbau
drei Jahre nach der Flut im Ahrtaal - 06. Juli 2024

Agenda

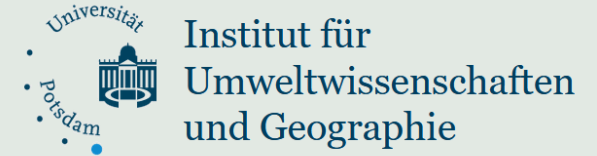
- ▶ BMBF-Projekt KAHR
- ▶ Schadensaufnahme
- ▶ Schadensauswertung
- ▶ Schutzmaßnahmen
- ▶ Fazit



KAHR – **K**lima-**A**npassung, **H**ochwasser und **R**esilienz: Wissenschaftliche Begleitung des Wiederaufbaus nach der Flutkatastrophe

BMBF-KAHR - Verbundpartner

13 Partner aus 5 Bundesländern; Laufzeit: 11/2021-12/2024



10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit

Empfehlung 1

Wiederaufbau kann auch als eine Chance für strategische Transformationsprozesse genutzt werden.

Empfehlung 2

Alle Potenziale der Hochwassermodellierung und Risikoanalyse sollten zur Planung von Schutzstrategien genutzt werden.

Empfehlung 3

Raum für den Fluss bedeutet Siedlungsrückzug aber auch angepasste Landnutzung.

Empfehlung 4

Brücken müssen als Hochwassergefahr erkannt und in Zukunft hochwasser-sicher bemessen werden.

Empfehlung 5

Die Frühwarnung vor HW muss durch impact-basierte Vorhersagen gestärkt werden.

Empfehlung 6

Karten und Pläne müssen eine bessere Signalwirkung erhalten und auch Lehren aus historischen HW enthalten.

Empfehlung 7

Auf allen Ebenen der räumlichen Planung müssen Klimawandelauswirkungen für eine resiliente Planung berücksichtigt werden.

Empfehlung 8

Ein nachhaltiger Wiederaufbau erfordert innovative und interkommunale Konzepte der Zusammenarbeit.

Empfehlung 9

Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz müssen sich intensiv auch auf (sehr) seltene HW vorbereiten.

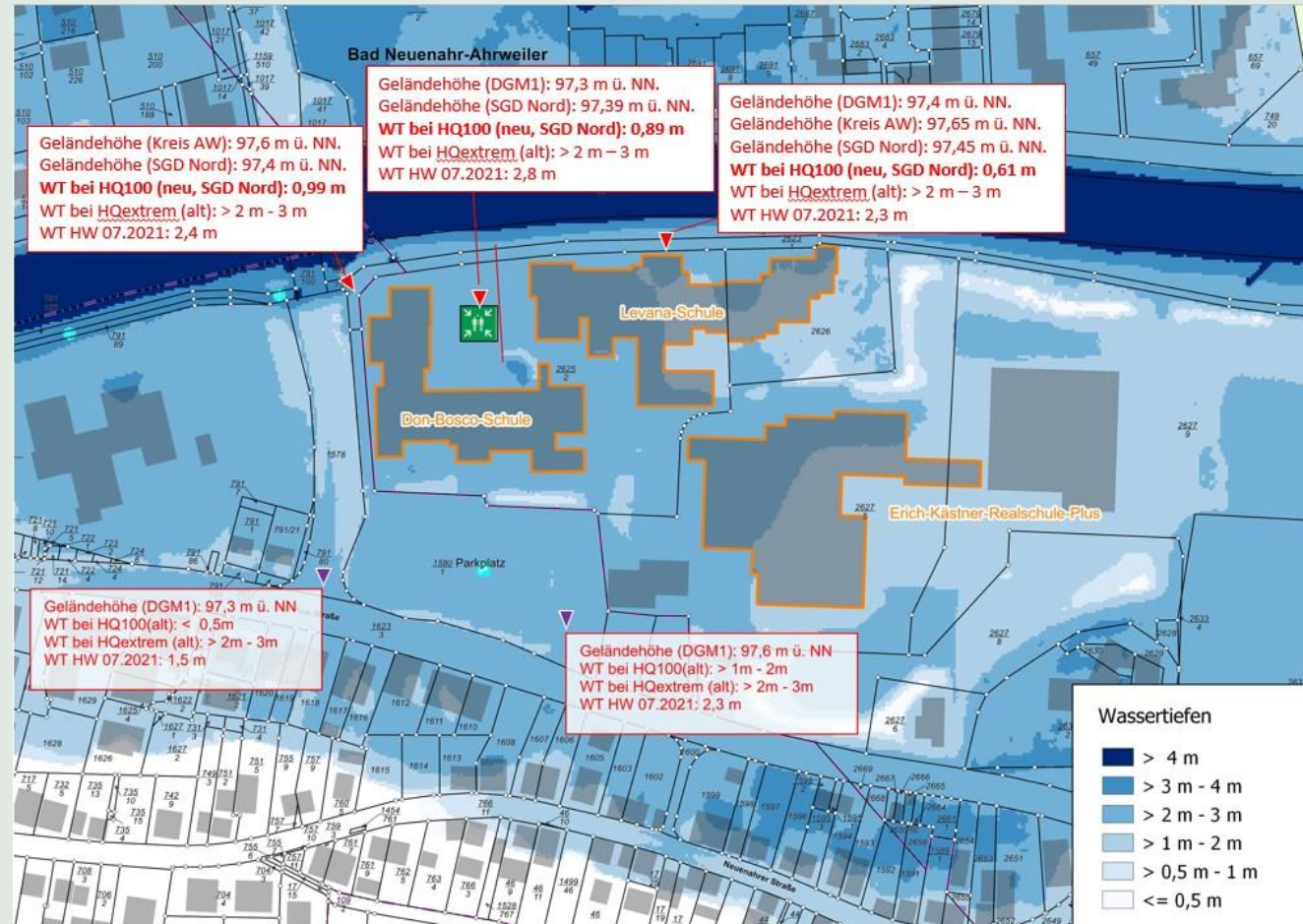
Empfehlung 10

Kritische und Sensible Infrastrukturen brauchen höhere Schutzziele.

Quelle: Birkmann, Schüttrumpf et al. (2022): 10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen;
LINK: <https://www.hochwasser-kahr.de/index.php/de/neuigkeiten/10-empfehlungen>

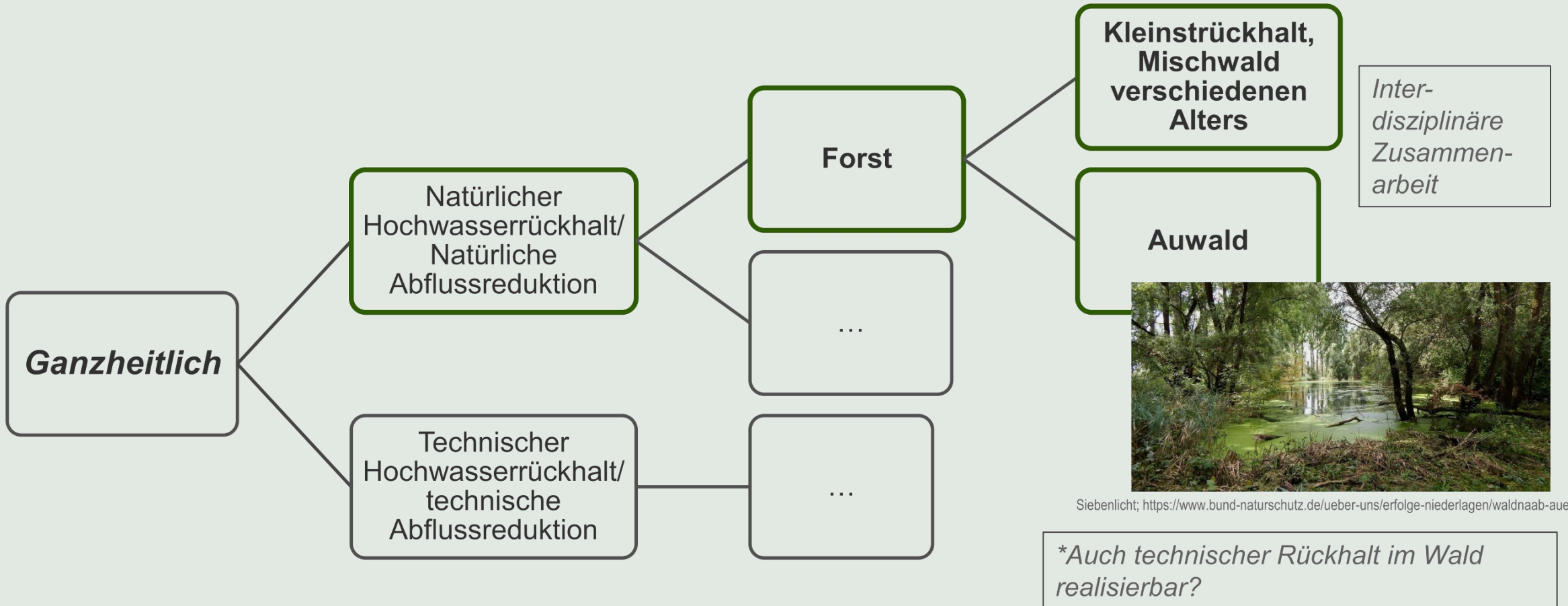
Verwundbarkeit von Menschen und Sensiblen Infrastrukturen: Beispiel Levana-Schule

Schule mit den Förderschwerpunkten
ganzheitliche und motorische
Entwicklung



Quelle: Birkmann, Trüdinger et al. (2023): Stellungnahme zur Levana-Schule als besonders sensible Infrastruktur – im Rahmen des KAHR Projekts, Stuttgart

Rückhaltepotentiale



Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS)

Häufigste psychische Störung nach einem potenziell traumatischen Erlebnis

Kriterien:

- (Mit-)Erleben eines potenziell traumatischen Ereignisses
- Reaktion mit intensiver Angst, Hilflosigkeit oder Entsetzen
- Aufweisen spezifischer Symptome

Datenbasis:

Befragung im LK Ahrweiler im Juni/Juli 2022:
516 Fälle (Rücklauf ca. 10%)

Die Auswirkungen des Hochwassers 2021 und der Stand des Wiederaufbaus: Erkenntnisse aus einer Betroffenenbefragung



516 Betroffene nahmen im Ahrtal an der Befragung teil

Im Sommer 2022 wurden 516 Haushalte im Landkreis Ahrweiler im Rahmen einer Befragung zu den Themen persönliche Betroffenheit vom Hochwasser 2021 und Erholung, mentale Gesundheit, soziale Vulnerabilität und Meinungen zum Hochwasser- und Risikomanagement befragt. Mit Unterstützung des Landkreises Ahrweiler waren zuvor 5.250 zufällig ausgewählte Haushalte, die nach der Flut Soforthilfe beantragt hatten, eingeladen worden, an der Befragung teilzunehmen. Von den Befragten waren knapp die Hälfte Frauen, 1,2 % machten keine Angabe zum Geschlecht. Das Durchschnittsalter der Befragten lag in der Altersgruppe der 50 bis 59-Jährigen. Mit 67,6 % zählte die Mehrzahl der Befragten zur Gruppe der Hauseigentümer:innen (Abbildung 1).



Abbildung 1: Informationen zu den befragten Personen im Landkreis Ahrweiler (Anzahl, Geschlecht, Durchschnittsalter und Anteil der Hauseigentümer:innen).

Die Folgen belasten Haushalte auch ein Jahr nach der Flut

Die Flut traf viele der befragten Haushalte sehr schwer. Die Hälfte der Haushalte erlitt finanzielle Schäden von mehr als 100.000 Euro. Bei nahezu jedem Haushalt stand das Wasser zumindest im Keller, bei 47,5 % stand das Wasser außen an der Hauswand bis zu 2 Meter hoch oder gar darüber (44,4 %). Etwas mehr als 40 % der Befragten mussten aufgrund der Zerstörungen ihre Häuser verlassen. Von ihnen hatten 15,2 % ein Jahr nach dem Ereignis immer noch nicht die Möglichkeit, in ihr Zuhause zurückzukehren. 90 % der Befragten gaben an, dass das geschädigte Gebäude bzw. der geschädigte Hausrat noch nicht vollständig repariert oder ersetzt werden konnte. Dies lag häufig an Fehlern von Handwerker:innen und/oder Material.

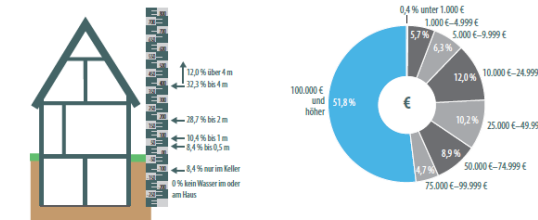


Abbildung 2: Höhe des Wasserstandes bei 490 Befragten.

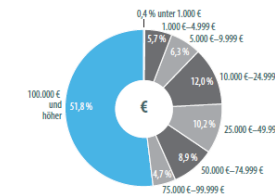


Abbildung 3: Höhe des angegebenen Schadens für Haus oder Wohnung und Hausrat bei insgesamt 492 Befragten.

PTBS-Indikation in KAHR-Haushaltsbefragungen

Screening-Skala PTBS (Siegrist & Maercker 2010)

Berechnung eines Scores von 0 bis 7

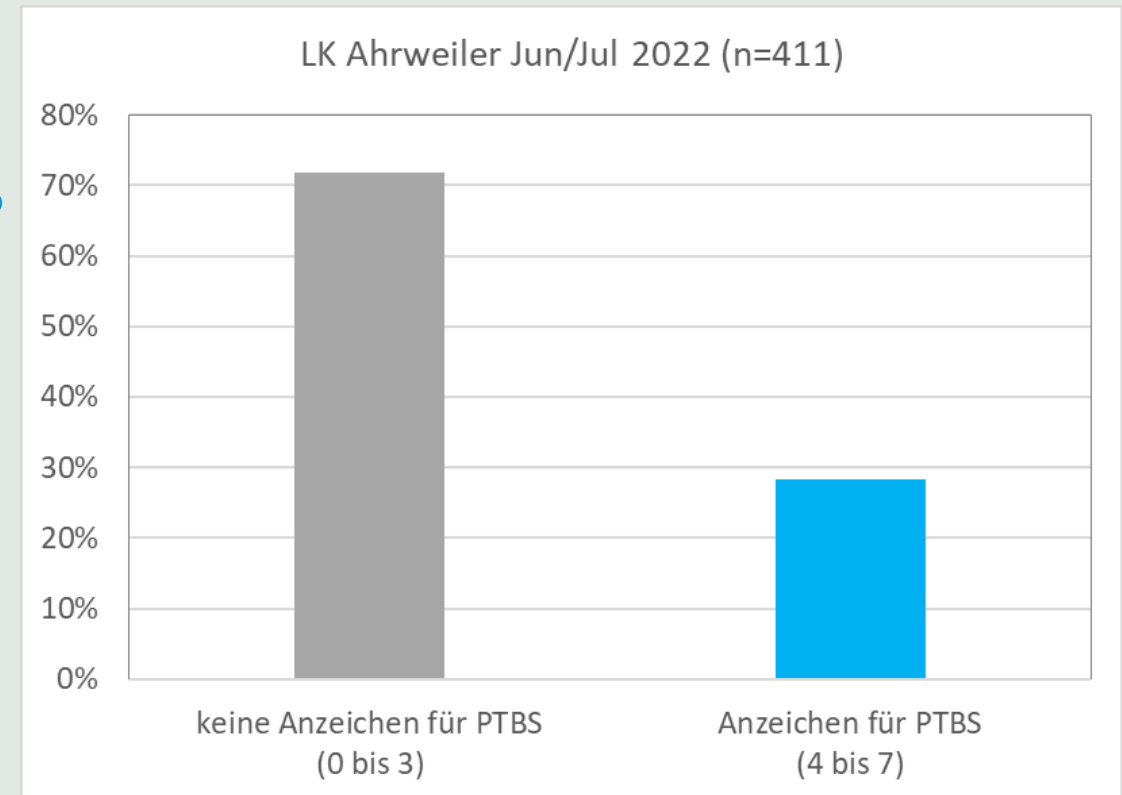
Anzeichen für PTBS bei Werten von 4 bis 7: 28,2%

Indikation von PTBS in epidemiologischen Studien der Gesamtbevölkerung:

1,5% in Deutschland (Maercker et al. 2018)

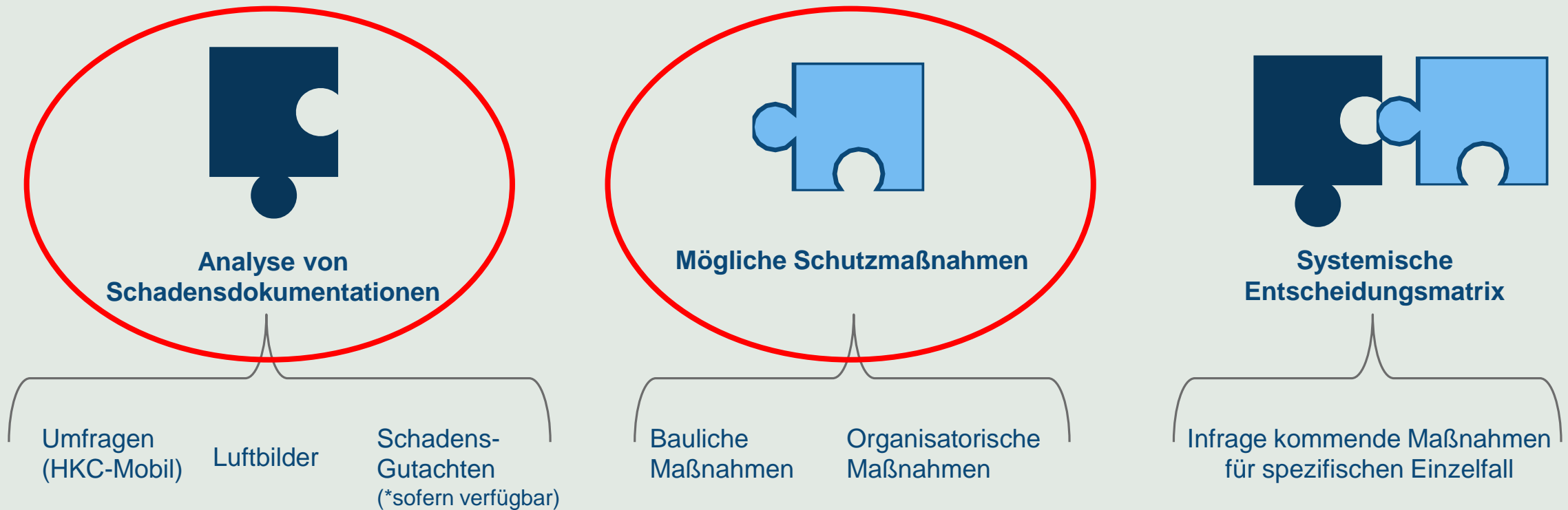
Vergleich mit anderen Hochwassern:

- 28,5% (18,6 – 40,3%) in Metaanalyse mit 23 vorwiegend asiatischen Studien (Golitaleb et al. 2022)
- 2,6 – 52% in Metaanalyse mit >48.000 Personen (Keya et al. 2023)



TEILPROJEKT Bauliche Maßnahmen

Schäden an Objekten und mögliche Schutzmaßnahmen



TEILPROJEKT Bauliche Maßnahmen

Klassifikation von Gebäudeschäden

D1	D2	D3	D4	D5	D6
Durchfeuchtung, Verschmutzung	Kontamination, Beschädigung	Risse, Einsturz nicht-tragender Wände	Einsturz einzelner Wände	Einsturz ganzer Gebäudeteile	Gebäude komplett zerstört

Besonderheiten bei der Luftbildauswertung:

- Verschiedene Parameter waren nicht klar erkennbar
- Anpassung von Parametern zur besseren Schadensidentifikation

Klassifikation der Schäden an Gebäuden unter Zuhilfenahme der Schadensgrade nach Maiwald/Schwarz

DATENGRUNDLAGE

Erhobene/vorhandene Daten

	Luftbildauswertung	Umfrage HKC
Größe	1.602	357
Schadensskala	D1 bis D6	D1 bis D6*
Position	X. Reihe, X. Gebäude	X. Reihe, X. Gebäude*

*indirekte Zuordnung aus Fragebogen

DATENGRUNDLAGE

Klassifikation von Gebäudeschäden anhand von Luftbildern

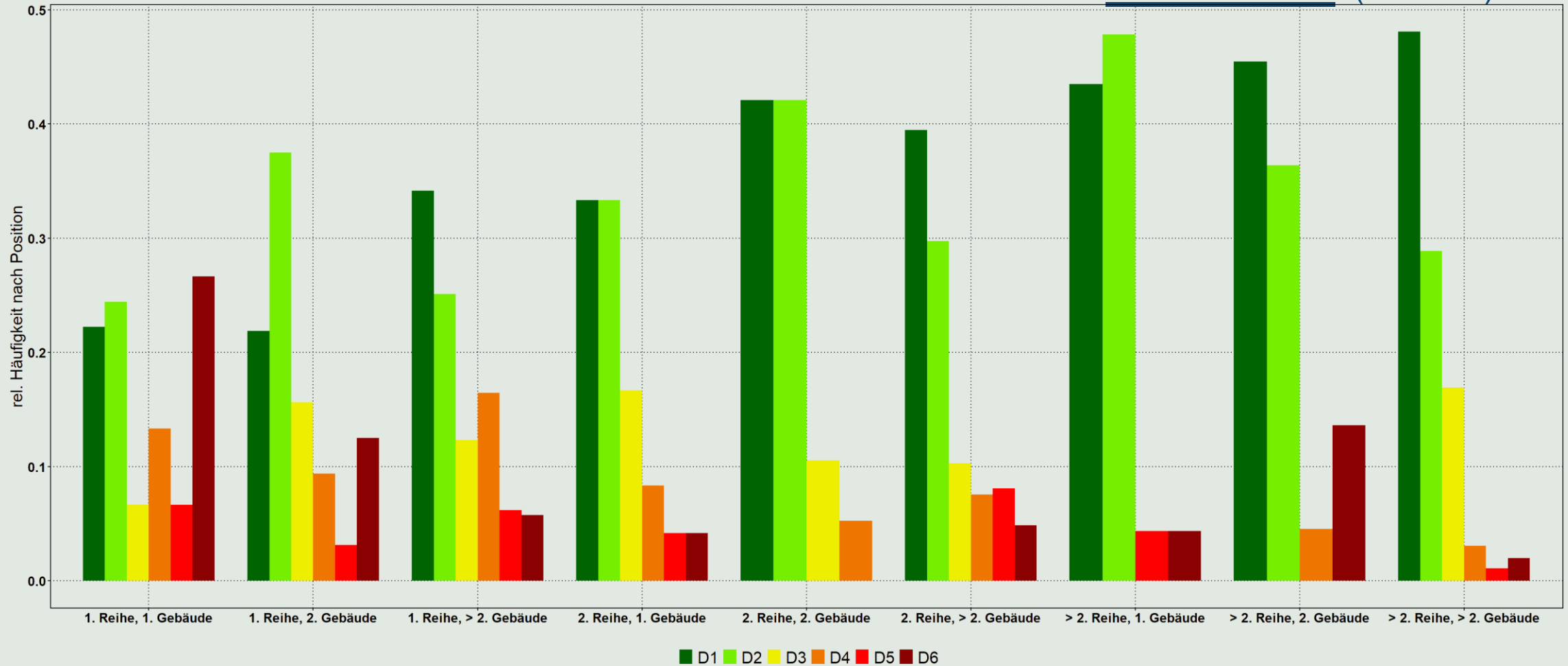


Gebäude ist vollständig zerstört

Klassifikation der Schäden an Gebäuden mithilfe von LIDAR-Daten.

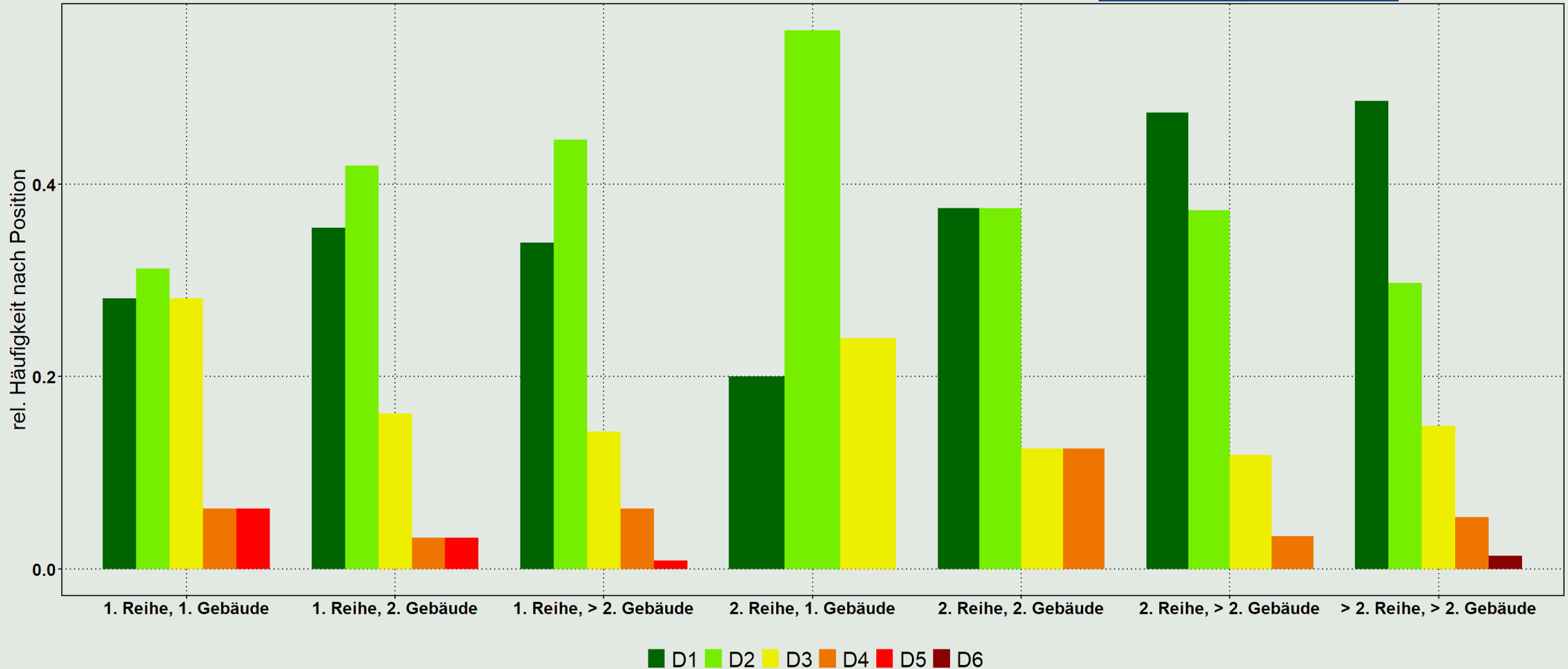
DATENAUSWERTUNG

Klassifikation von Gebäudeschäden anhand von Luftbildern (n=1.602)



DATENAUSWERTUNG

Klassifikation von Gebäudeschäden anhand von Umfragedaten (n=357)



DATENAUSWERTUNG

Zusammenfassung Schäden

Schadensklassen D1 & D2

- ▶ Treten durchweg in allen Positionen auf
- ▶ Bedeuten teils hohe Kosten durch Kontamination oder Unterspülung

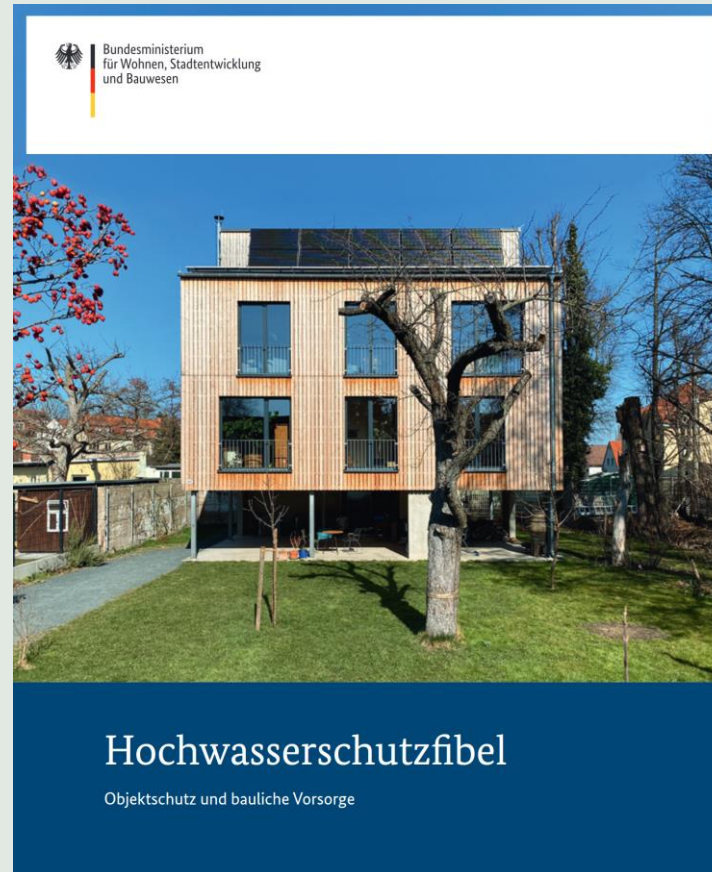
Erhebliche Schäden D5 & D6

- ▶ Die schwersten Schäden treten in unmittelbarer Nähe zur Ahr auf
- ▶ Die Gebäude > zweiter Reihe werden so vor der Flutwelle geschützt
- ▶ Vereinzelt treten aber auch in Entfernung zum Fluss erhebliche Schäden auf

D1	D2	D3	D4	D5	D6
Durchfeuchtung, Verschmutzung	Kontamination, Beschädigung	Risse, Einsturz nicht-tragender Wände	Einsturz einzelner Wände	Einsturz ganzer Gebäudeteile	Gebäude komplett zerstört

SCHUTZMAßNAHMEN

Grundsätzliche Schutzstrategien für Gebäude



Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2022). Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge

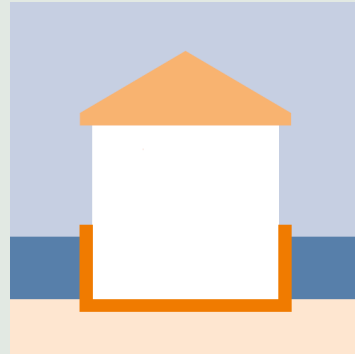
SCHUTZMAßNAHMEN

Grundsätzliche Schutzstrategien für Gebäude



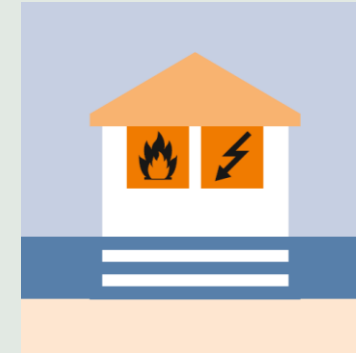
Ausweichen

Den effektivsten Schutz gegen Grund- bzw. Hochwasser und Starkregen bietet die Strategie Ausweichen. Sie verfolgt das Ziel, der Gefahr durch horizontales oder vertikales Verlagern des Bauwerks zu entgehen.



Widerstehen

Sofern dies nicht praktikabel oder unwirtschaftlich sein sollte, gilt es zu prüfen, ob das Objekt gemäß der Strategie „Widerstehen“ vor dem Eindringen von Grund- oder Hochwasser bzw. Starkregen geschützt werden kann



Anpassen

Sollten der Schutzstrategie „Widerstehen“ konstruktive oder wirtschaftliche Gründe entgegenstehen, ist die Möglichkeit der Flutung etwaiger Bauwerksbereiche in Betracht zu ziehen. Damit einher geht in jedem Fall die Anpassung und Umnutzung von Bauteilen und Haustechnik.

Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2022). Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge

SCHUTZMAßNAHMEN

Wesentliche Schadensursachen



Anprall



Überflutung

SCHUTZMAßNAHMEN

Wesentliche Schadensursachen



Kontamination



Unterspülung

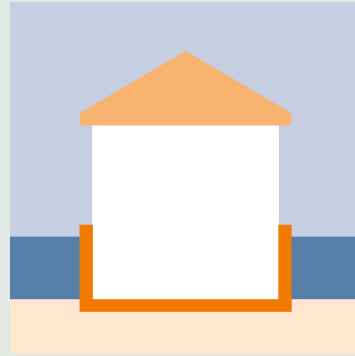
SCHUTZMAßNAHMEN

Grundsätzliche Schutzstrategien für Gebäude



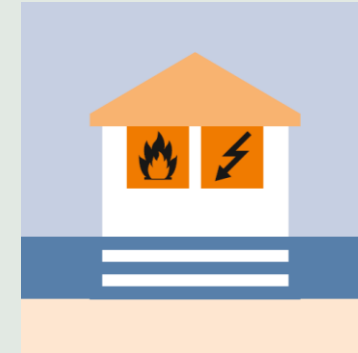
Ausweichen

Den effektivsten Schutz gegen Grund- bzw. Hochwasser und Starkregen bietet die Strategie Ausweichen. Sie verfolgt das Ziel, der Gefahr durch horizontales oder vertikales Verlagern des Bauwerks zu entgehen.



Widerstehen

Sofern dies nicht praktikabel oder unwirtschaftlich sein sollte, gilt es zu prüfen, ob das Objekt gemäß der Strategie „Widerstehen“ vor dem Eindringen von Grund- oder Hochwasser bzw. Starkregen geschützt werden kann



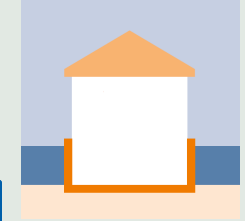
Anpassen

Sollten der Schutzstrategie „Widerstehen“ konstruktive oder wirtschaftliche Gründe entgegenstehen, ist die Möglichkeit der Flutung etwaiger Bauwerksbereiche in Betracht zu ziehen. Damit einher geht in jedem Fall die Anpassung und Umnutzung von Bauteilen und Haustechnik.

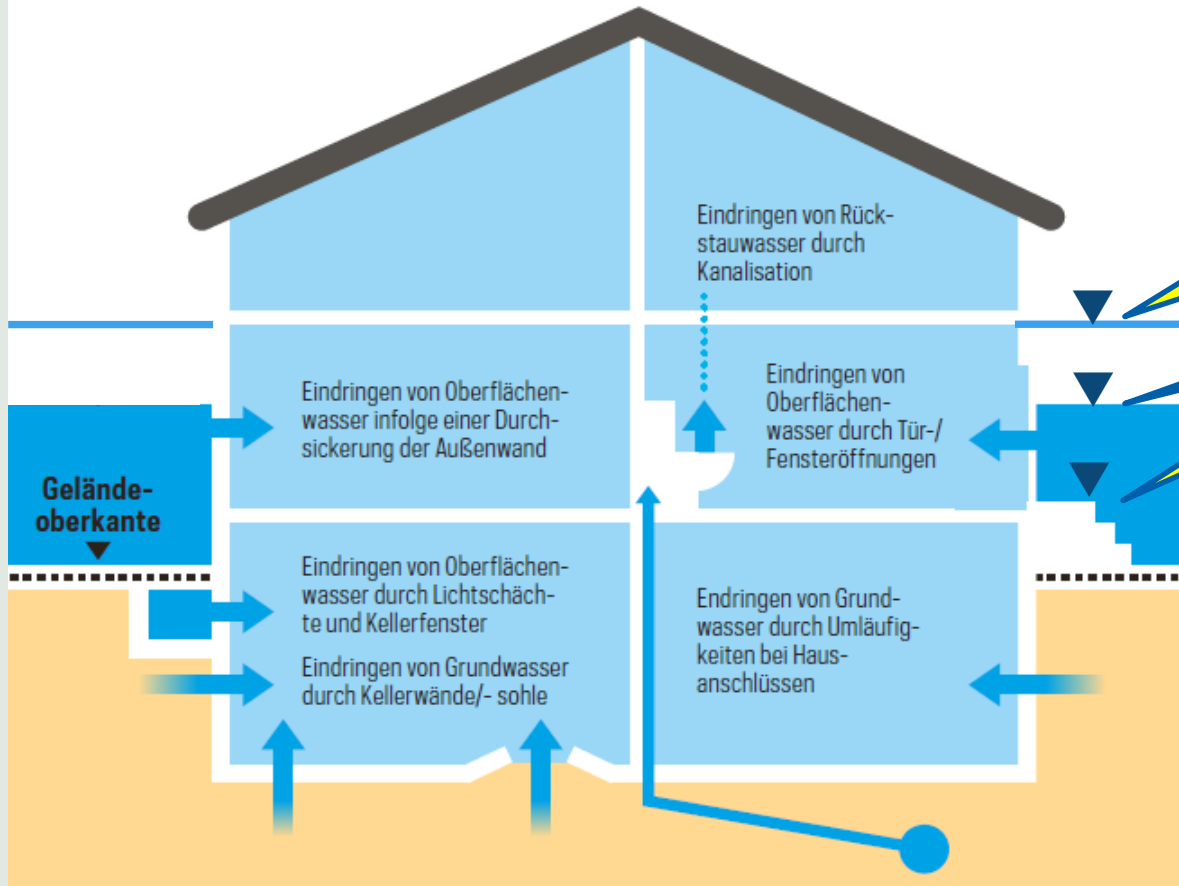
Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2022). Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge

SCHUTZMAßNAHMEN

Beispiele – Strategie Widerstehen /Standhalten



Wassereintrittsmöglichkeiten bei Gebäuden



**Persönliches
Schutzziel festlegen:
HQ₁₀₀, HQ_{extrem} ??**

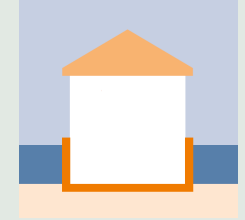
Wichtig:

- Jedes Haus ist anders!
- Es gibt keine allgemeine Lösung!

Quelle: Wiederaufbau nach Hochwasser; Evangelisches Werk für Diakonie und Entwicklung e. V.; Berlin, Januar 2022; www.diakonie-katastrophenhilfe.de (verändert)

SCHUTZMAßNAHMEN

Beispiele – Strategie Widerstehen /Standhalten



Weiße Wanne, Quelle: Hochdrei Immobilien



Schwarze Wanne, Quelle: kessel ag



Schwarze Wanne, Quelle: O. Koch

SCHUTZMAßNAHMEN

Beispiele – Wärmedämmung



▲ Schaumglasplatten

Schaumglasplatten

- Wärmeleitfähigkeit λ : 0,04 – 0,06 Watt/(mK)
- Außendämmung, Perimeterdämmung, erdberührte Wände
- Dieser Stoff nimmt trotz großen Porenraums kein oder nur sehr wenig Wasser auf; unempfindlich gegenüber Wasser
- besteht zum Großteil aus Altglas, einem Recycling-Produkt



▲ XPS Extrudierter Polystyrol-Hartschaum

XPS Extrudierter Polystyrol-Hartschaum

- Wärmeleitfähigkeit λ : 0,032 – 0,040 Watt/(mK)
- Außendämmung, Perimeterdämmung, unterhalb von erdberührten Bodenplatten, erdberührte Wände
- nimmt in der Regel auch bei langfristiger Wassereinwirkung kaum Wasser auf
- jedoch wenig umweltfreundlich

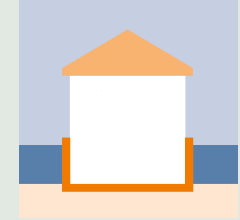


▲ Kalkzementputz auf oberem Teil der Außenwand

Mineralische Kalkputze

- traditioneller, mineralischer Naturbaustoff aus Kalk u. Sand (sofern ohne Zusatz)
- feuchtigkeitsregulierend, jedoch nicht wasserabweisend
- durch hohen pH-Wert antibakteriell
- weniger druckfest als Zementputz, jedoch flexibler und weniger rissanfällig
- in Kombination mit Zement druckfester und wasserabweisend ► Außenfassade
- Erneuerung bei hoher Salzbelastung

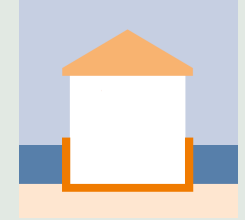
Baustoffe	Untergrund	Wasserbeständig	Umweltfreundlich	Besonderes	Preis*
EPS - Expandiertes Polystyrol					
Außendämmung, Perimeterdämmung, Innen-dämmung, erdberührte Wände, oberhalb Bodenplatte (Trittschalldämmung)	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt bei Lagerung unter Wasser nur geringe Mengen Feuchtigkeit auf	Erdölbasierte Herstellung, schwierig zu recyceln, Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen, Deponierung als Sonderabfall	Nicht diffusions-offen	~ 41 €/m ²
PUR - Polyurethan					
Außendämmung, Perimeterdämmung	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt bei Lagerung unter Wasser nur geringe Mengen Feuchtigkeit auf	Erdölbasierte Herstellung, Einsatz von Chemikalien, Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen	Nicht diffusions-offen	~ 42 €/m ²
XPS - Extrudierter Polystyrol					
Außendämmung, Perimeterdämmung, erdberührte Bauteile: unterhalb von Bodenplatten und Sockelbereichen	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt in der Regel auch bei langfristiger Wassereinwirkung kaum Wasser auf	Erdölbasierte Herstellung. Verwendet je nach Produkt als Treibmittel HFKW, das ozonabbauende Stoffe enthält	Für Anbringung des Putzes XPS-R (raue oder gewaf-felte Oberfläche) empfohlen	~ 42 €/m ²
Schaumglas Platten					
Außendämmung, Perimeterdämmung, erdberührte Wände	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt trotz großen Porenraums kein oder nur sehr wenig Wasser auf, unempfindlich gegenüber Wasser, unverrottbar	Aus Altglas hergestellt. Kann wieder eingeschmolzen oder als Bauschutt deponiert werden. Herstellung sehr energieintensiv, jedoch lange Lebensdauer.	Großflächig druckstabil (je nach Dichte), kann wenig punktuelle Lasten aufnehmen	~ 93 €/m ²
Schaumglas Schotter					
Unterhalb von erdberührten Bodenplatten	Geotextilvlies, auf Erdreich	Nimmt trotz großen Porenraums kein oder nur sehr wenig Wasser auf, unverrottbar, nicht zulässig bei drückendem Grundwasser	Aus Altglas hergestellt. Kann wieder eingeschmolzen oder als Bauschutt deponiert werden. Herstellung sehr energieintensiv, jedoch lange Lebensdauer.		~ 160 €/m ²
Mineralwolle					
Außendämmung, Innen-dämmung, oberhalb Bodenplatte (Trittschalldämmung)	Alle Untergründe (inkl. Holzbau)	Difusionsoffen, nimmt Wasser auf, in der Regel anschließend nicht mehr verwendbar	Energieaufwand bei Herstellung gering, Entsorgung als Bauschutt oder wiederverwendbar		~ 27 €/m ²
Holzämmstoffe, Faserdämmstoffe					
Außendämmung, Innen-dämmung	Alle Untergründe (inklusive Holzbau)	Difusionsoffen, nimmt Wasser auf, anschließend nicht mehr verwendbar	Nachwachsender Rohstoff, Plattenherstellung energieintensiv	Möglich als Flocken oder Dämmplatte	~ 40 €/m ²



Quelle: Wiederaufbau nach Hochwasser; Evangelisches Werk für Diakonie und Entwicklung e. V.; Berlin, Januar 2022
www.diakonie-katastrophenhilfe.de

SCHUTZMAßNAHMEN

Beispiele – Strategie Widerstehen



Flutschott manuell, Quelle: O. Koch



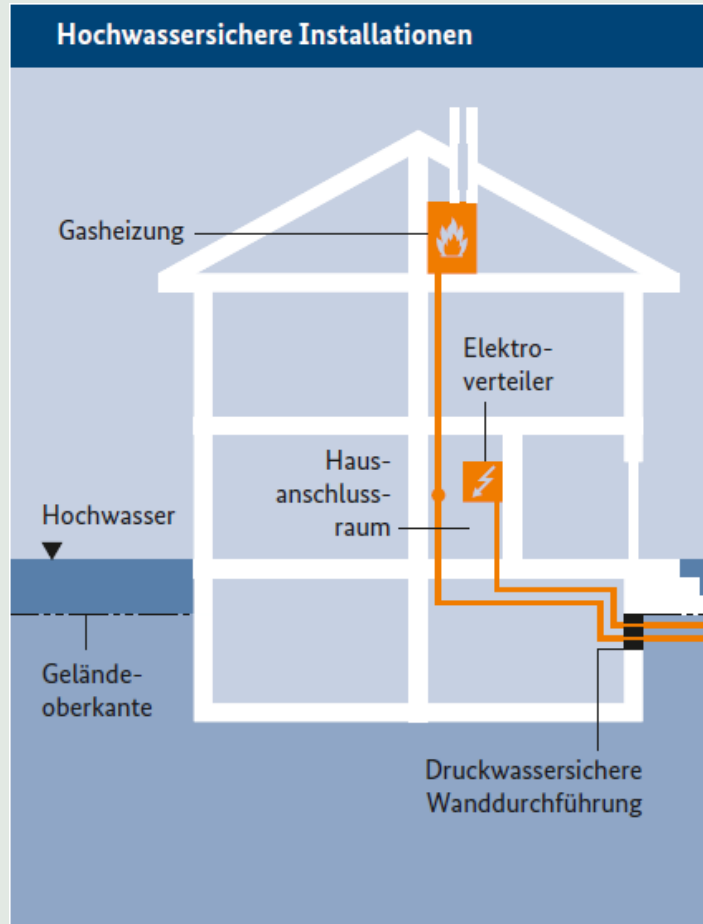
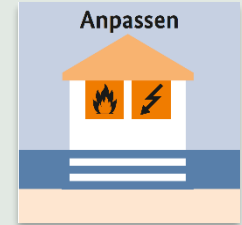
Flutschott automatisch, Quelle: TAS Hochwasserschutz



Druckwasserdichte Fenster, Quelle: Wenzler Bausysteme

SCHUTZMAßNAHMEN

Beispiel - Schutzmaßnahmen Hausanschlüsse



Höherlegung des Hausanschlusses
**Höherlegung des Zählerschranks/
Verteilerschranks**
Höherlegung der Heizung

Zusätzliche Maßnahmen:

Selektive Abschaltmöglichkeit einzelner Ebenen
Leckagesensoren
Verlegung der Zuleitung über Decke und Wände
bis max. zur mittleren Installationszone

Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2022). Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge

FAZIT



Foto: Kirschbauer

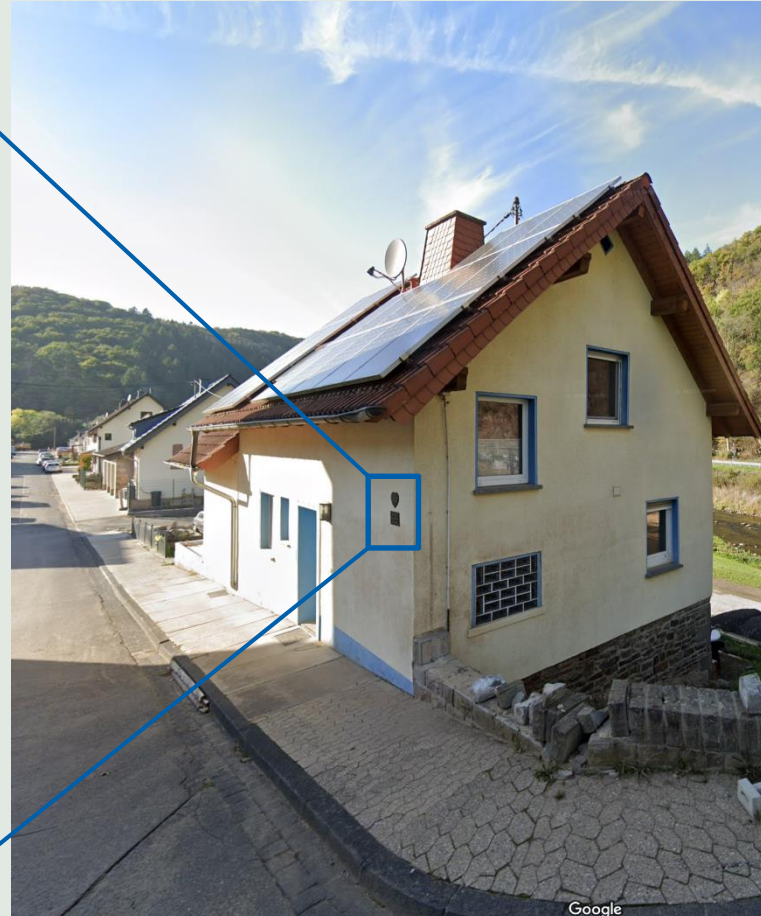
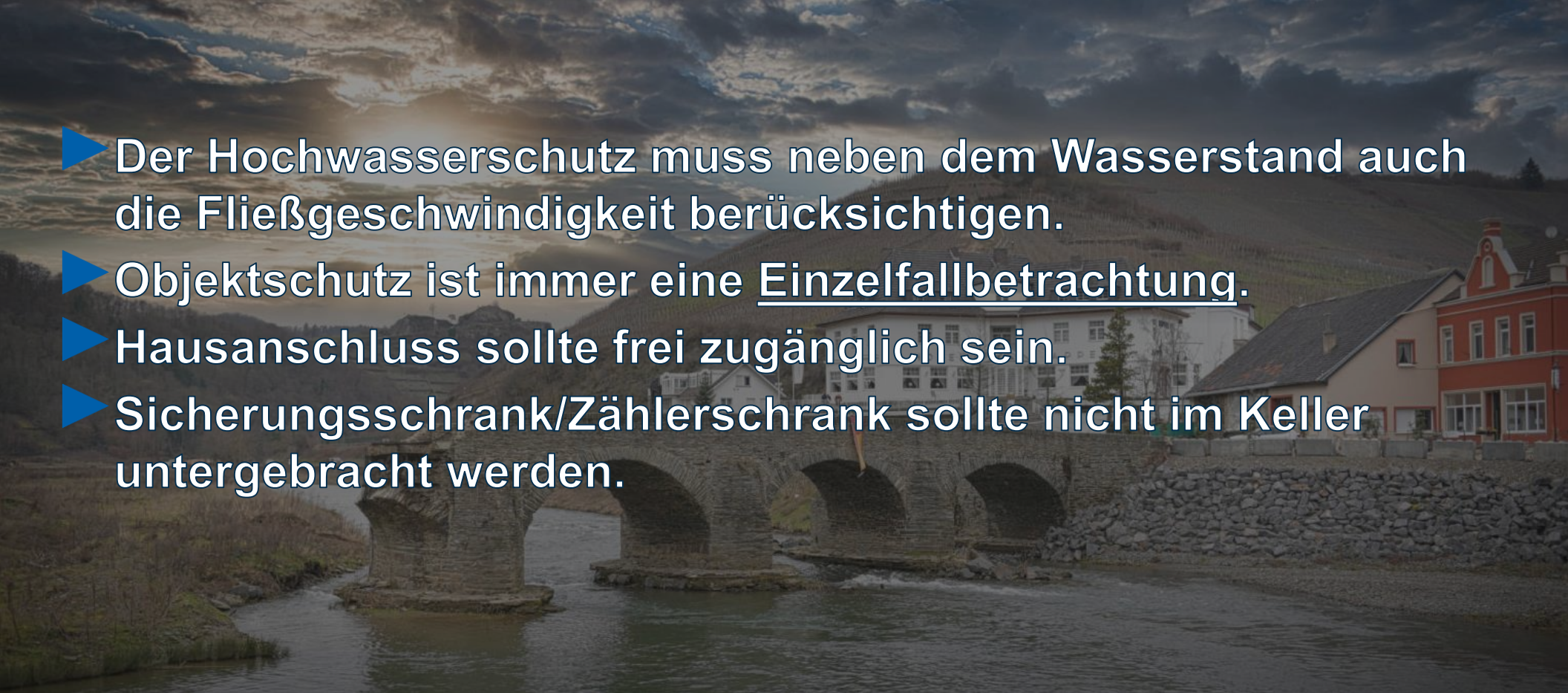


Foto: <https://www.google.com/maps/place/Bahnhofstra%C3%9F+4,+53520+Schuld/>



Foto: Kirschbauer

FAZIT

- 
- ▶ Der Hochwasserschutz muss neben dem Wasserstand auch die Fließgeschwindigkeit berücksichtigen.
 - ▶ Objektschutz ist immer eine Einzelfallbetrachtung.
 - ▶ Hausanschluss sollte frei zugänglich sein.
 - ▶ Sicherungsschrank/Zählerschrank sollte nicht im Keller untergebracht werden.

Quelle: <https://roadcamp540.de/ein-wochenende-im-ahrthal/>

Kontaktdaten



Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer

Siedlungswasserwirtschaft
Wasserbau

E-Mail: kirschbauer@hs-koblenz.de

Tel.: 0261 9528 631



Michael Schäfer

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Hochschule Koblenz

E-Mail: mschaefer@hs-koblenz.de

Tel.: 0261 9528 679

Weitere Infos

Hochwasserschutzfibel

<https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/Hochwasser/>

Länderübergreifendes Hochwasser Portal
(LHP)

<https://hochwasserzentralen.info/>

Sturzflutgefahrenkarten (Rheinland-Pfalz)

<https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/sturzflutgefahrenkarten>