



Schutz vor Starkregen und Hochwasser

25.06.2022 Lohmar, Stefan Vöcklinghaus

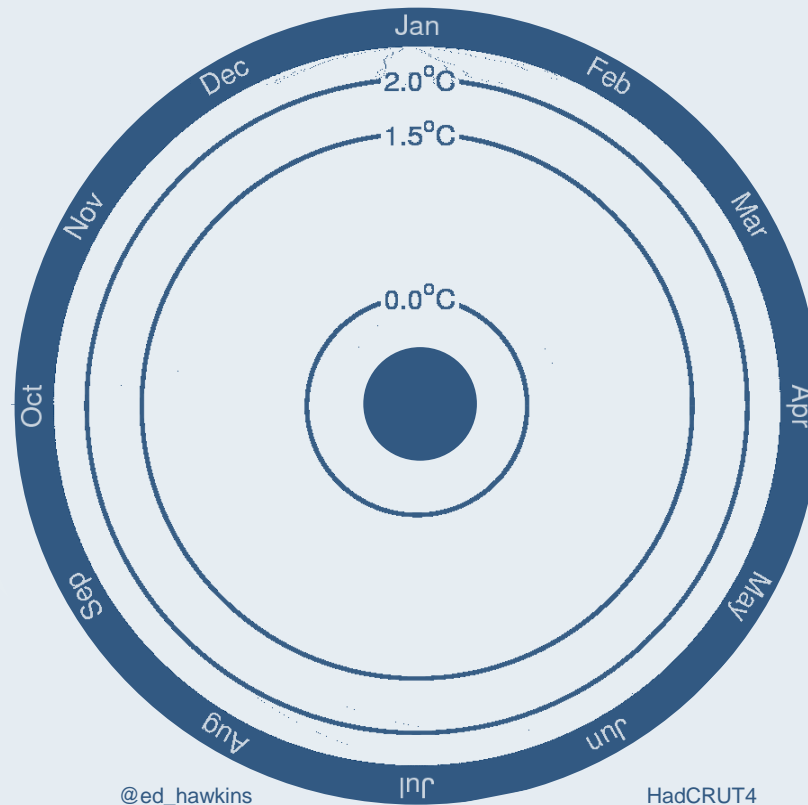


Agenda

- 1** Klimawandel und Starkregen
- 2** Konsequenzen zunehmender Starkregenereignisse
- 3** Objektschutz



1 Klimawandel und Starkregen

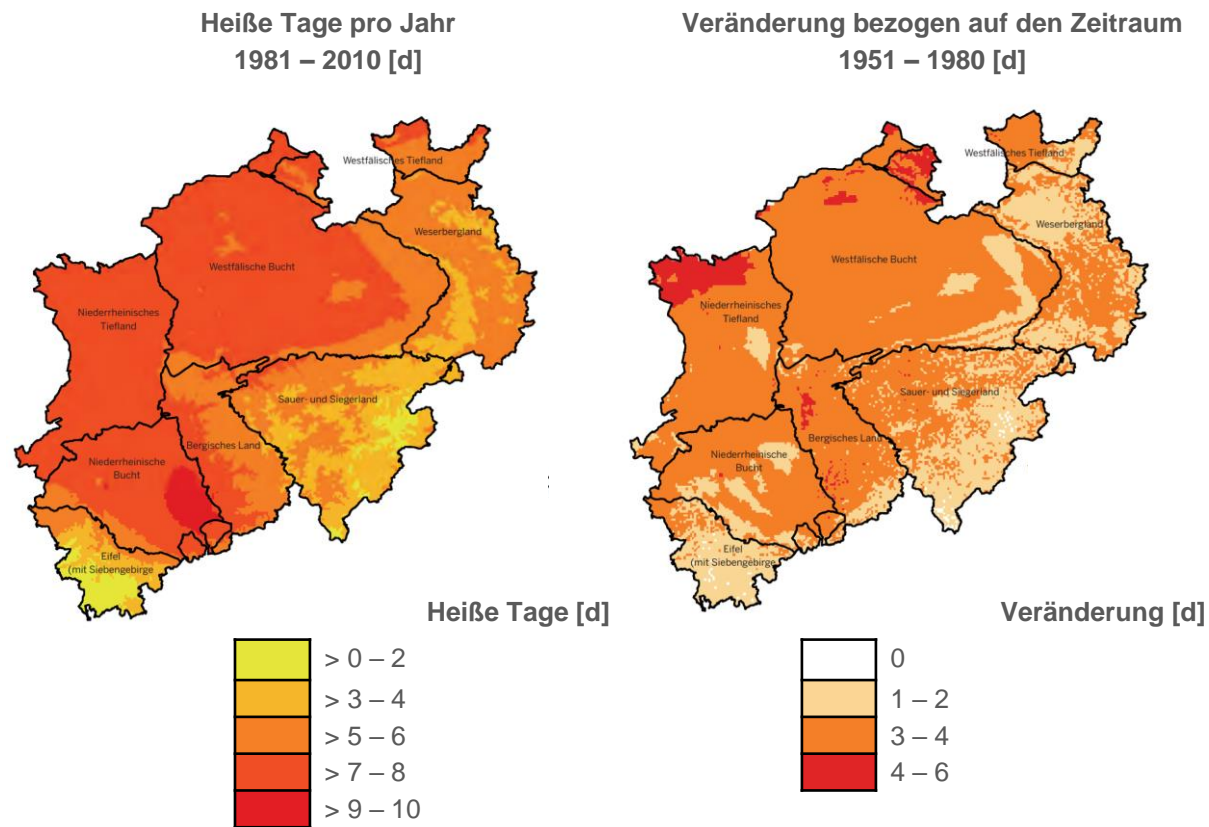


Globale Temperaturänderungen
(1850 – 2016)



Klimawandel in NRW

Veränderung der Hitzetage in NRW



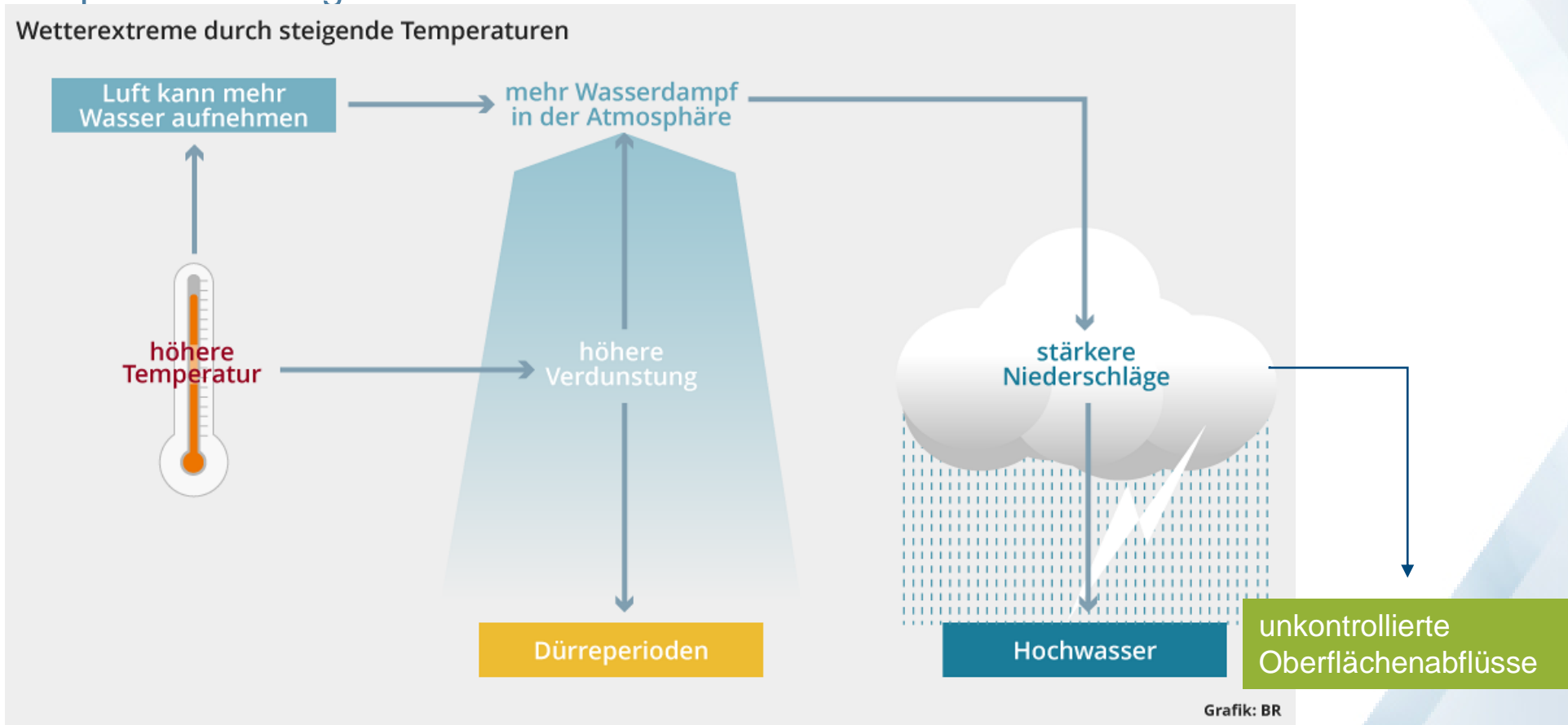
Heißer Tag oder Hitzetag:
Tage, mit Tageshöchsttemperatur $\geq 30\text{ °C}$

Abbildung 1: Durchschnittliche Anzahl der heißen Tage in NRW in der KNP 1981–2010 sowie Veränderung relativ zur KNP 1951–1980 (LANUV, 2016; Datenquelle: DWD, Kartengrundlage: Geobasis NRW)



Klimawandel

Temperaturanstieg führt zu Wetterextremen





Klimawandel – Trockenheit - Niederschlag

Niederschlagsverteilung

- Insgesamt weniger Niederschlag über das gesamte Jahr
- Verlagerung von Niederschlägen vom Sommer- in das Winterhalbjahr
- Lange Trockenperioden im Sommer
- Zunehmende Starkregenereignisse

Zeitraum	Niederschlag	Abweichung
1991 – 2020	870 mm	-
2018	605 mm	- 30 %
2019	815 mm	- 6 %
2020	721 mm	-17 %

Daten: LANUV, 2021



Einordnung von Starkregen

Jährliche Wiederkehrzeit versus Stärke

Wiederkehrzeit T_n (a)	1-10	20	30	50	100	> 100				
Starkregenindex	1 - 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Regendauer	Starkregenhöhen in mm									
15 min	10 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	> 35					
60 min	15 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 75	75-100	100-130	130-160	160-200	> 200
2 h	20 - 35	35 - 45	45 - 55	55 - 65	65 - 80					
4 h	20 - 45	45 - 55	55 - 60	60 - 75	75 - 85	85-120	120-150	150-180	180-220	> 220
6 h	25 - 50	50 - 60	60 - 65	65 - 80	80 - 90					



Hochwasser und Starkregen

Unterschiede





Wirkung von Starkregen



Hochwasser in
kleinen
Gewässern



wild
abfließendes
Oberflächen-
wasser



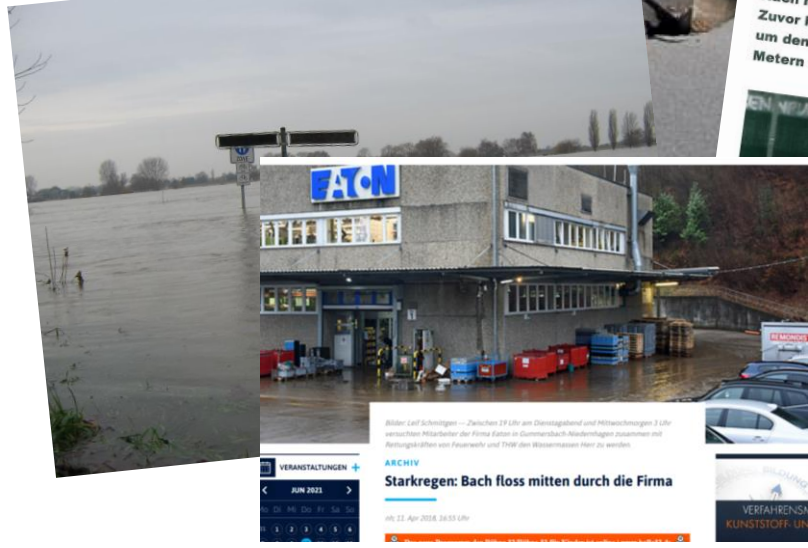
überlastete
Kanäle



Zahlreiche Beispiele in NRW auch vor dem 14. Juli 2021



Hamminkeln kämpft um seinen Deich
VON JÖRG ISRINGHAUS, JÖRG-JANSSEN, HEINZ KÜHNEN UND KLAUS NIKOLEI
Nach massiven Regenfällen gab der Damm der Issel gestern nach. Zuvor hatte die Feuerwehr den Deich an anderer Stelle zerstoßen, um den Druck zu minimieren. Das Flüsschen verzeichnete mit zwei Metern einen Rekordpegel.



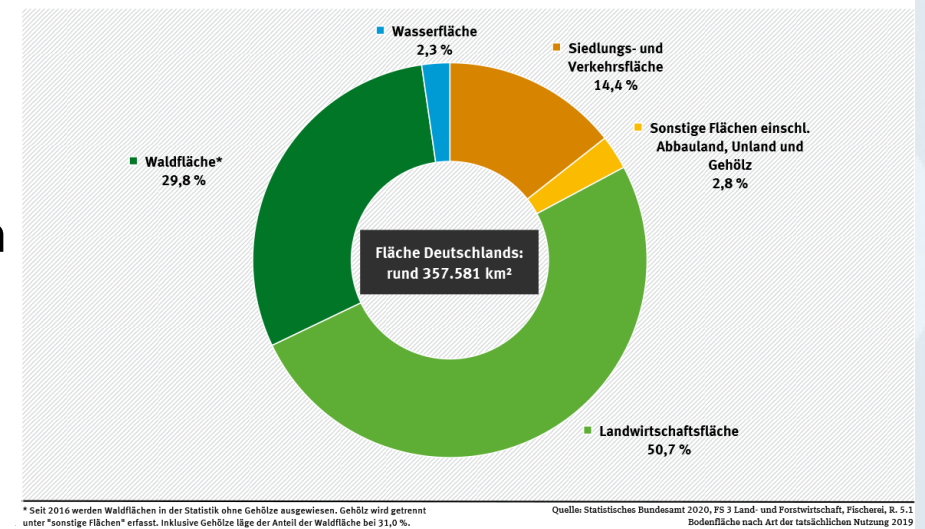
Klimawandel trifft auf hohen Flächenverbrauch

Wachstum von Siedlungs- und Verkehrsflächen

- Die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV-Fläche) nimmt **14,4 % der Gesamtfläche** in Anspruch (Stand 2019).
- Die **Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) wuchs von 2004 bis 2019 um 12,8 %**, also um 5.868 Quadratkilometer.
- In den Zentren der Verdichtungsräume erreicht ihr Anteil **mehr als 50 %**. **Nordrhein-Westfalen weist mit 23,6 %** einen besonders hohen Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil auf

Daten: Umwelt Bundesamt

Flächennutzung in Deutschland (Stand 31.12.2019)





Starkregen Juni 2021 in NRW

- › Starkregen: extreme Regenmenge, die innerhalb kürzester Zeit auf einige Regionen niederging
- › Regenintensive Monate: Böden waren gesättigt und konnten die Wassermassen nicht mehr aufnehmen
- › Versiegelung der Böden durch Bebauung: Wasser konnte nicht auf natürlichem Wege versickern
- › kleine Gewässer mit kurzer Reaktionszeit wurden zu reißenden Flüssen
- › Kanalnetz überlastet: Rückhaltebecken, Pumpwerke, Kanalnetz usw. sind (nur) für definierte Extremereignisse ausgelegt





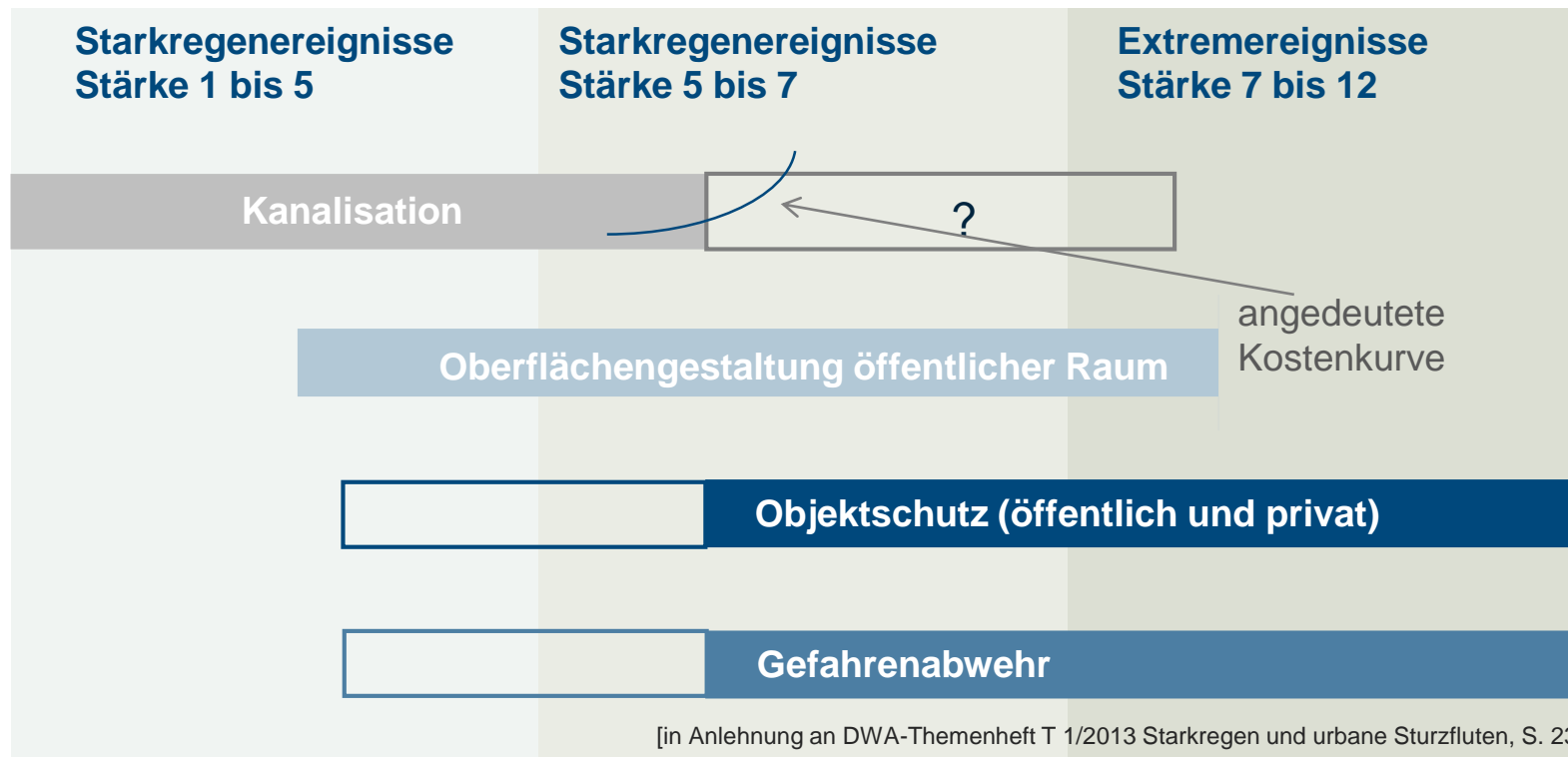
2 Konsequenzen





Konsequenzen zunehmender Starkregenereignisse

Starkregenereignisse und Maßnahmenebene





Konsequenzen zunehmender Starkregenereignisse

- › **Technische (Infrastruktur) Maßnahmen** der Gewässer / Stadtentwässerung standen **bisher im Vordergrund**.
- › Rückhaltebecken, Pumpwerke, Kanalnetz usw. sind (nur) nicht für extreme **Starkregenereignisse** ausgelegt.
- › Der Klimawandel wird zu **mehr Extremereignissen** führen.
- › Aus **wirtschaftlichen** Gründen ist es nicht möglich, die **Dimensionen** der wasserwirtschaftlichen Bauwerke für jedes Extremereignis auszulegen.
- › Aus **ökologischen Gründen** ist es nicht sinnvoll, sich auf konventionelle technische Schutzmaßnahmen zu fokussieren.
- › Die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie fordert u.a. den Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge und nicht auf bauliche Maßnahmen zu legen.



Konsequenzen zunehmender Starkregenereignisse

- Es müssen verstärkt **Alternativen** zu konventionellen technischen Maßnahmen:
- **Maßnahmen an der Oberfläche** realisiert werden:
 - **gezielte Ableitung** von Niederschlagswasser an der Oberfläche in schadlose Bereiche(naturnahe)
 - **Reduzierung der Abflussbereitschaft** von Niederschlagswasser an der Oberfläche – auch landw. genutzte Flächen
 - **naturnaher Rückhalt** des Abflusses im Gewässer.



Konsequenzen zunehmender Starkregenereignisse

- › **Private Bürger, Architekten und Unternehmen** müssen stärker in die Verantwortung genommen, aber auch informiert und beraten werden, um Bauvorsorge zu forcieren.
 - **Informationsvorsorge** muss an zum gängige Verwaltungspraxis werden und an verschiedenen Stellen erfolgen
- › Maßnahmen der **Gefahrenabwehr** werden an Bedeutung gewinnen und müssen verbessert werden
 - **Alarm- und Einsatzpläne** müssen insbesondere vor den Hintergrund **extremer Starkregenereignissen** überarbeitet werden

Gebäudebegrünung

- › Kühlung von Fassaden und Dächern
- › Verbesserung des Kleinklimas
- › Rückhalt von Regenwasser

Gebäudebegrünung

- › Kühlung von Fassaden und Dächern
- › Verbesserung des Kleinklimas
- › Rückhalt von Regenwasser

Multifunktionale Flächen

- › Gezielte Gestaltung und Nutzung urbaner Frei- und Verkehrsflächen
- › Beitrag zur Überflutungsvorsorge
- › Schutz für Menschen und kritische Infrastruktur
- › Schaffung von „Grünblauer Infrastruktur“



Multifunktionale Flächen

- › Gezielte Gestaltung und Nutzung urbaner Frei- und Verkehrsflächen
- › Beitrag zur Überflutungsvorsorge
- › Schutz für Menschen und kritische Infrastruktur
- › Schaffung von „Grünblauer Infrastruktur“



Multifunktionale Flächen

- › Gezielte Gestaltung und Nutzung urbaner Frei- und Verkehrsflächen
- › Beitrag zur Überflutungsvorsorge
- › Schutz für Menschen und kritische Infrastruktur
- › Schaffung von „Grünblauer Infrastruktur“



Multifunktionale Flächen

- › Gezielte Gestaltung und Nutzung urbaner Frei- und Verkehrsflächen
- › Beitrag zur Überflutungsvorsorge
- › Schutz für Menschen und kritische Infrastruktur
- › Schaffung von „Grünblauer Infrastruktur“



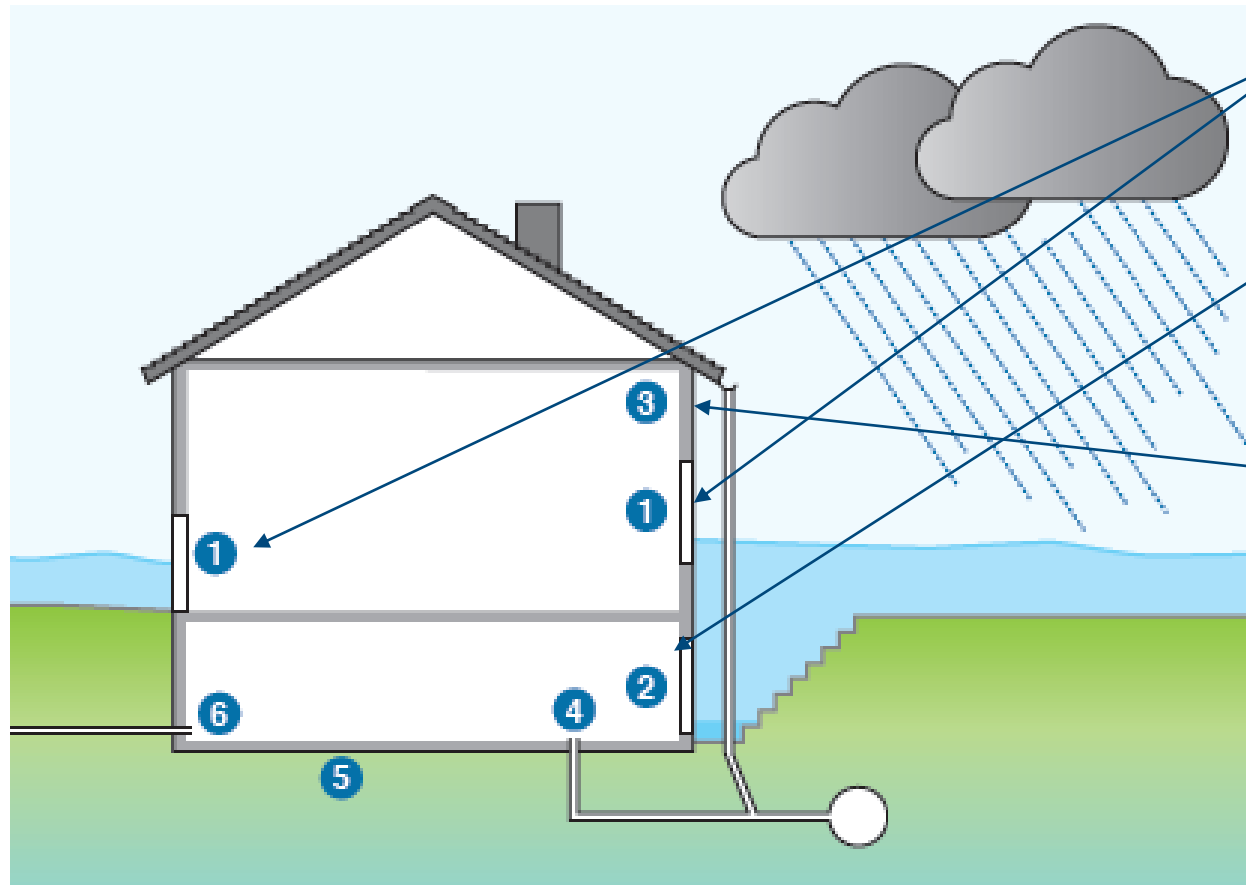
Versickerung und Verdunstung

- › Beitrag zur Überflutungsvorsorge
- › Annäherung an den natürlichen Wasserkreislauf
- › Verbesserung des Mikroklimas

3 Objektschutz



Schutz vor Oberflächenwasser eindringendes Regen-, Flusswasser



1 Eindringendes Wasser durch Fenster, Eingangs- und Terrassentüren

Schutz durch

- konstruktive Maßnahmen, z. B. Aufkantungen, Anramungen, Bodenschwellen, ebenerdige Gebäudeöffnungen vermeiden.
- Schutzstore, Schutzwände
- druckwasserdichte Fenster und Türen

2 Eindringendes Wasser durch Kellereingänge, Keller-/Lichtschächte und Tiefgaragen

3 Durchnässte Außenwand

Schutz durch wasserdichten (Außen-)Putz



Schutz vor Oberflächenwasser

Mögliche Maßnahmen

- › Regenrinnen (Dimensionierung, regelmäßige Reinigung)
- › Staumulden zum Rückhalt und zur Versickerung
- › Hochborde an Lichtschächten
- › Schwellen, Stufen vor Türen
- › Gebäudeöffnungen wasserdicht
- › druckdichte Türen und Fenster
- › druckdichte Kellerfenster und -türen
- › resistente Baumaterialien verwenden, Putz, Dämmstoffe
- › Strömungsabweiser, Mauern
- › mobiler Schutz, Schott vor Garagen (automatisch)



1
Das Wasser kann über Türen eindringen. Dies kann z. B. durch erhöhte Hauseingänge mit **Stufen** verhindert werden.



2
Durch eine **Erhöhung** der Lichtschachtoberkanten kann Wassereintritt verhindert werden. Diese Maßnahme ist auch noch nachträglich umsetzbar.



Schutz vor Oberflächenwasser

Mögliche Maßnahmen

- mobiler Schutz, Schott
- Gegenstände im Keller aufständern, hoch lagern
- Heizöltank gegen Aufschwimmen sichern
- Elektro-, Kommunikations- und Heizungsinstallation ausreichend hoch



Quelle: BMUB, 2016

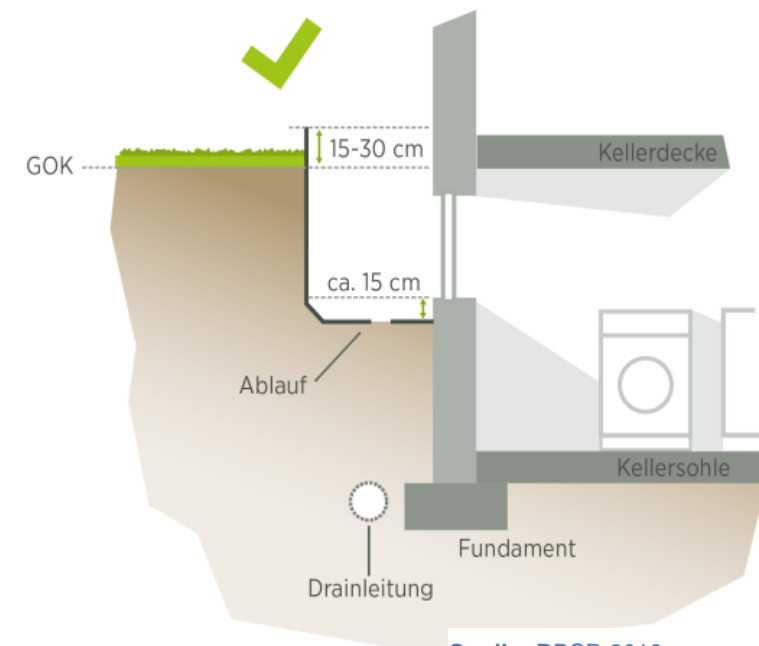
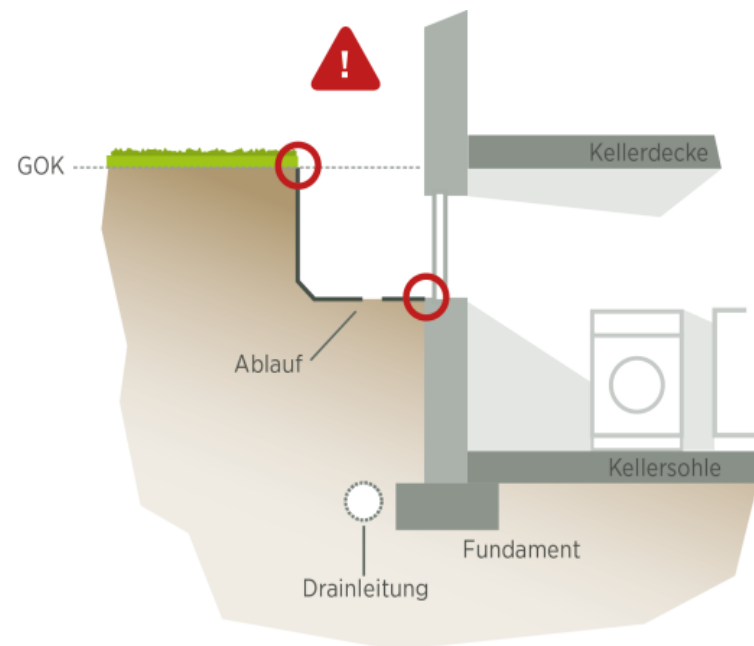


Quelle: (www.klappschott.de)



Mögliche Schutzmaßnahmen

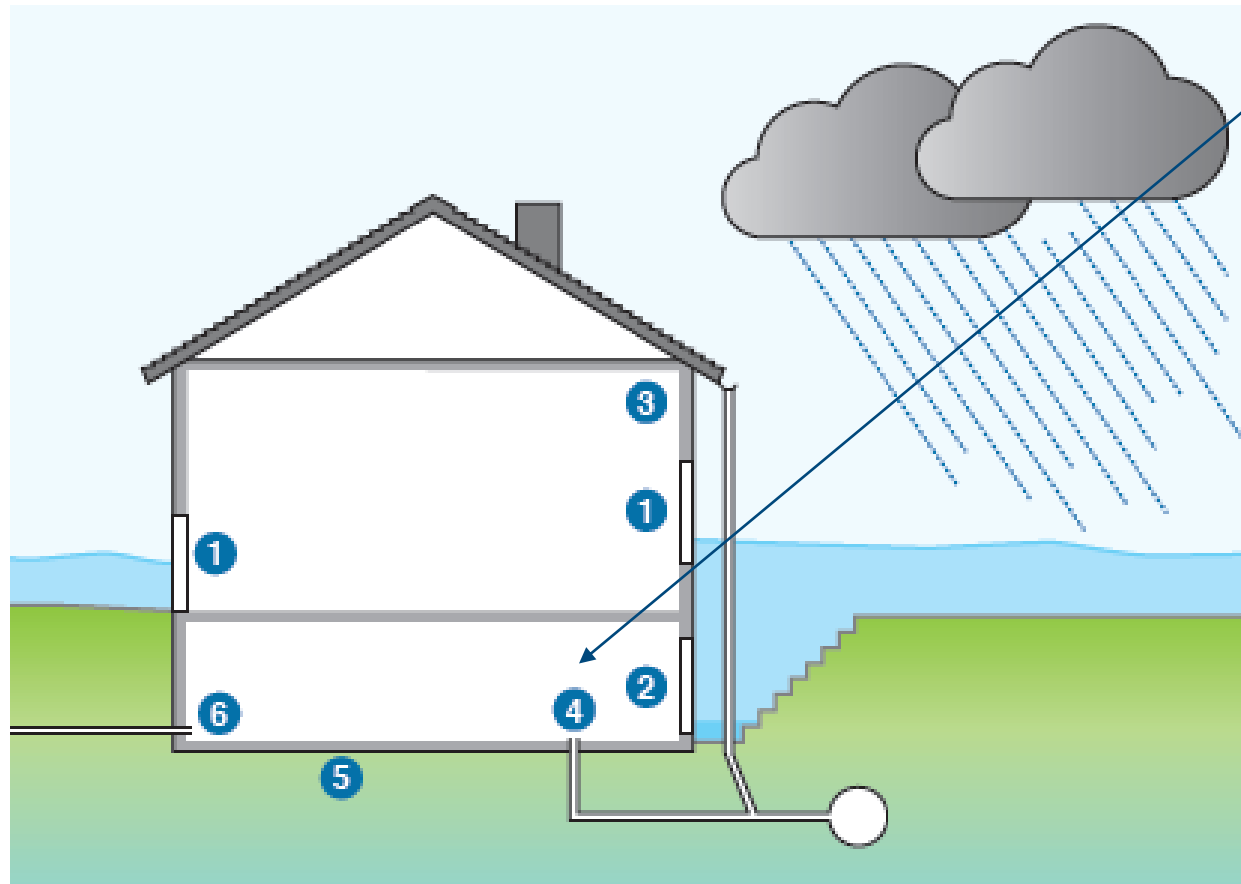
Maßnahmen zum Schutz vor eindringendem Regenwasser



Quelle: BBSR 2018

Schutz vor Rückstauwasser aus der Kanalisation

Eindringendes Abwasser



4 Eindringendes Wasser durch Rückstau aus der Kanalisation

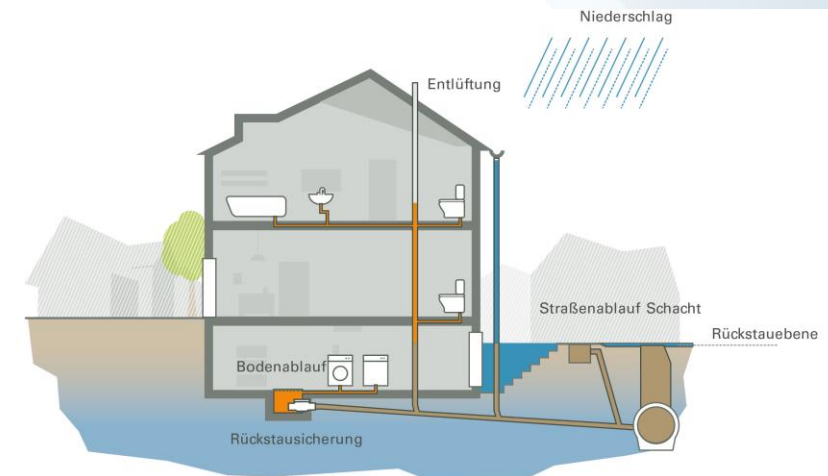
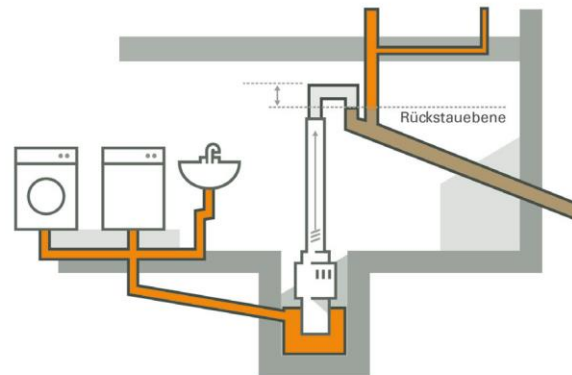
Schutz durch Rückstausicherung (Hebearückstauverschluss)



Schutz vor Rückstau aus dem Kanalnetz

Mögliche Maßnahmen

- › gewartete Rückstausicherung
- › Abwasserhebeanlage
- › Heizöltank gegen Aufschwimmen sichern
- › Elektro-, Kommunikations- und Heizungsinstallation ausreichend hoch

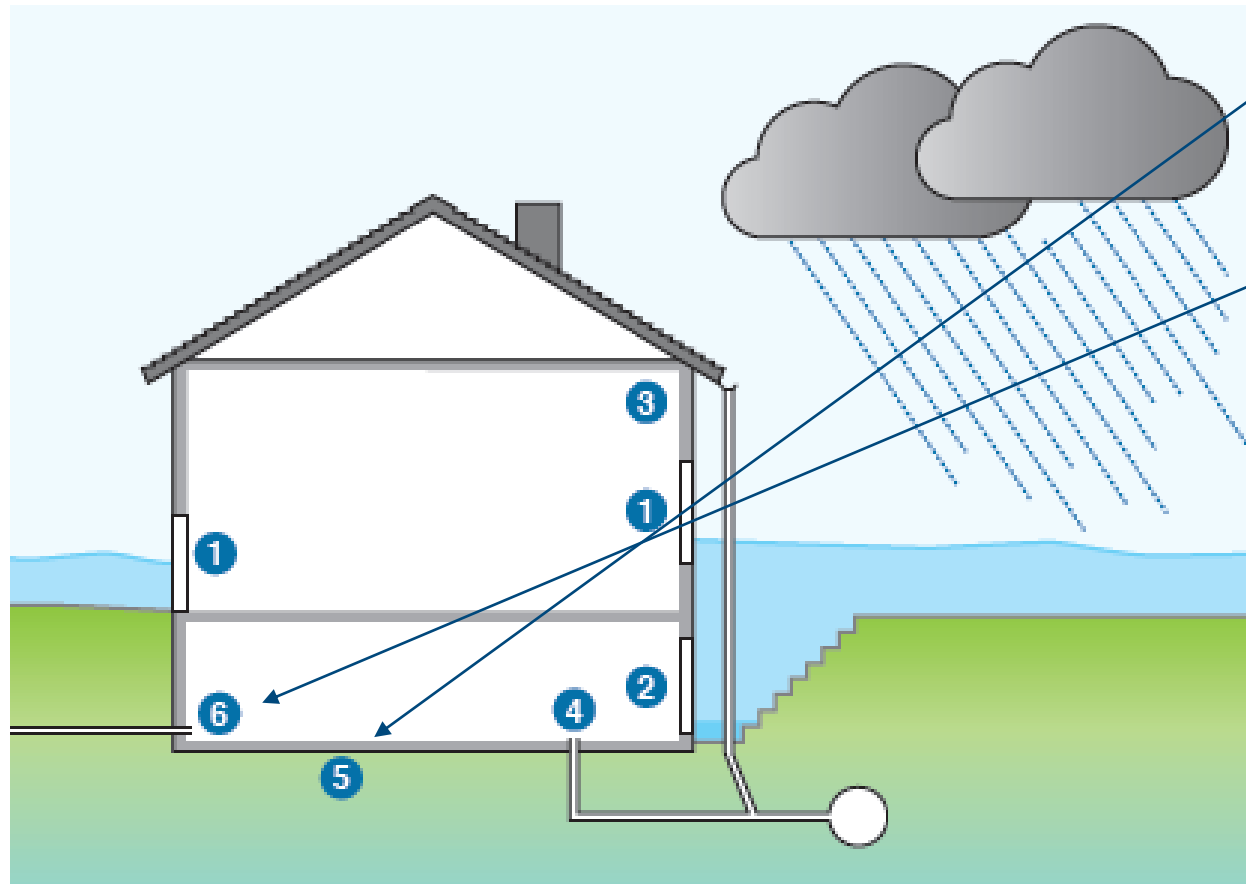


Quelle: BBSR 2018



Schutz vor Grundwasser

Eindringendes Grundwasser



5 Eindringendes Wasser durch Bodenplatten und Kellerwände

Schutz durch Abdichtung der Kelleraußenwände und -böden (Weiße/Schwarze Wanne)

6 Eindringendes Wasser durch undichte Hauseinführungen, wie z. B. Gas, Strom, Wasser, Telefon

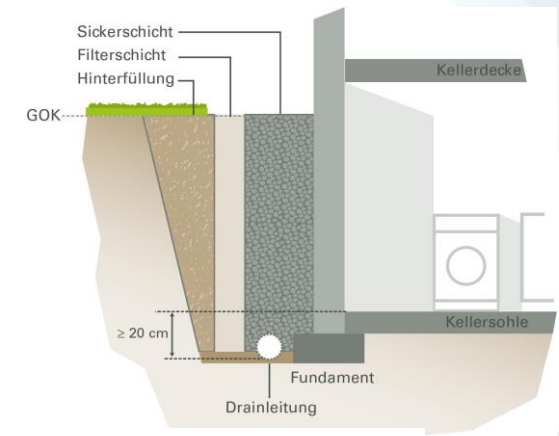
Schutz durch Abdichtung der Durchführungen (z. B. Dichtungseinsätze)



Schutz vor Grundwasser

Mögliche Maßnahmen

- › Wassereintritt in den Keller zulassen
- › Drainung (Ableitung von Wasser aus den oben liegenden Bodenschichten)
- › Weisse Wanne (wasserundurchlässiger Beton), Neubau
- › Schwarze Wanne (erdberührende Bauteile mit Bitum- oder Kunststoffbahnen abdichten)
- › Druck- und wasserdichte Wanddurchführungen
- › Heizöltank gegen Aufschwimmen sichern
- › Elektro-, Kommunikations- und Heizungsinstallation ausreichend hoch



Quelle: BBSR 2018





Mögliche Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zur Abflussverringeringung



Quelle: BBSR 2018



Weiterführende Informationen – Checklisten und Maßnahmen

Hochwasser Kompetenz Centrum

- Standortanalyse, Bewertung und Maßnahmen-Empfehlung
- Fragebogen
- Sachkundige
- <https://www.hochwasser-pass.com/>



Selbsteinschätzung BBR

- BBSR Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

EINSCHÄTZUNG ZUR EGENGEFÄHRDUNG (PRIVATGEBÄUDE)

FRAGEN VON RHALB	BEWERTUNG	ERLÄUTERUNG
Eigenschaftliches Gebäude in?	20	
Maßnahmen zum, Anpassung Flächen, mobile Richtungen vorhanden?	-10	
Eigenschaftliches Gebäude verhält (auch kleine, Gewässer)?	30	
Maßnahmen zum, Anpassung Flächen, mobile Richtungen vorhanden?	-10	
Eigenschaftliches Gebäude verhält (auch kleine, Gewässer)?	40	Bei Starkregen schwerer besonders kleine, vergessene Gewässer mitbringen.
Maßnahmen zum, Anpassung Flächen, mobile Richtungen vorhanden?	-10	
Regelungsgrad in der und bei der Längsachse SU?	10	Bei versiegelten Flächen nicht durch mehr Messer oberflächlich ab
Maßnahmen wie z.B. Mauer in Schutzvorrichtungen	-5	
Summe:		

BEWERTUNG

BEWERTUNG	GERING	MITTEL	HOCH
Werte von außerhalb	<5	>25	>75

Blattnummer:



Vielen Dank!

Ansprechpartner/in



Stefan Vöcklinghaus

Telefon: 0211 43077-240
voecklinghaus@KommunalAgentur.NRW

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt ©. Jegliche, auch auszugsweise Veröffentlichung, Vervielfältigung, Änderung oder sonstige Verwendung ist nur nach schriftlicher Zustimmung der Kommunal Agentur NRW GmbH gestattet.



Über uns



Städte- und Gemeindebund
Nordrhein-Westfalen



Kommunal-Stiftung NRW



Kommunal
Agentur NRW



Vielfältige Leistungen





Netzwerk Hochwasser- und Überflutungsschutz

63 Netzwerk-Kommunen

- › Veranstaltungen mit Schwerpunktthemen für Netzwerkmitglieder
- › Unterstützung vor Ort über „Runde Tische“
- › individuelle Fragestellungen, z.B. rechtliche Einschätzungen
- › Erarbeitung von Hilfestellungen und Stellungnahmen
- › Moderation bei Bürgerveranstaltungen

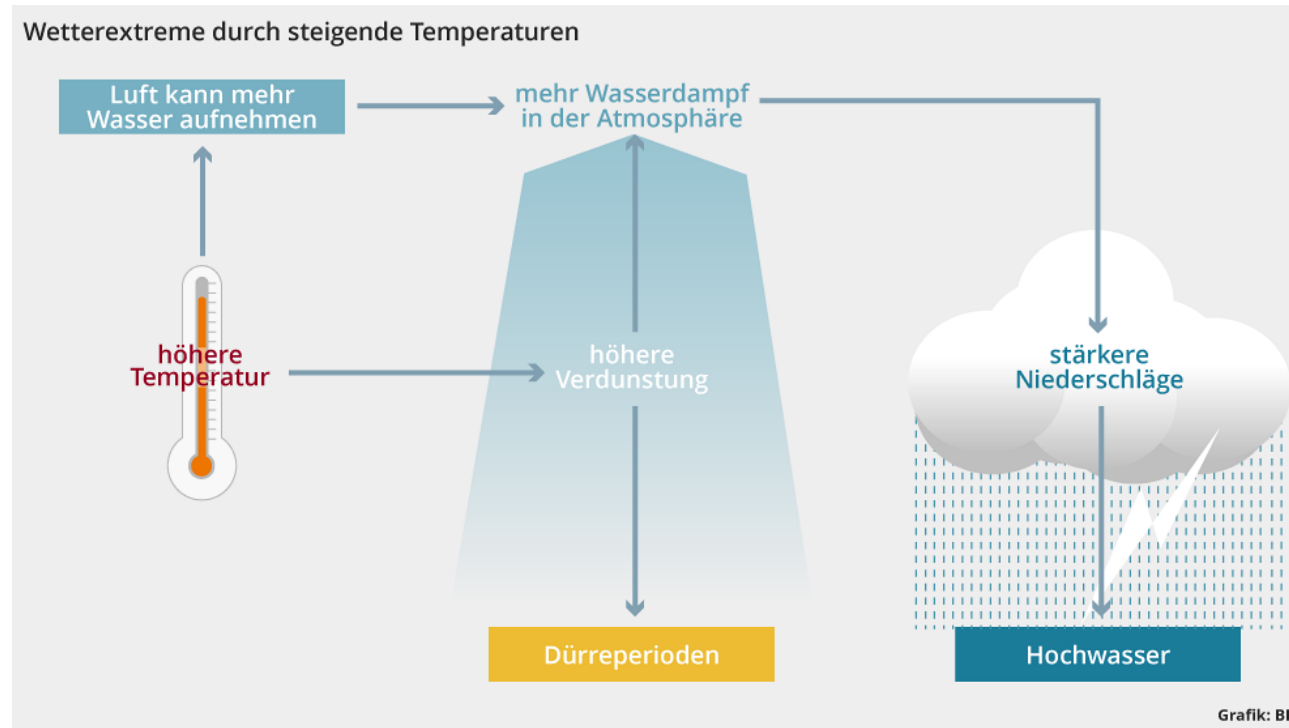


1 Klimawandel





Wie der Temperaturanstieg zu Wetterextremen führt



→ Je wärmer die Atmosphäre ist, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen, so dass größere Wassermengen in kürzerer Zeit niederschlagen können.



2 Hochwasser und Starkregen





Definition von Hochwasser

Gemäß der Hochwasser-Risiko-Management-Richtlinie ist **Hochwasser** definiert als die

"zeitlich beschränkte Überflutung von Land, das normalerweise nicht mit Wasser bedeckt ist. Diese umfasst Überflutungen durch Flüsse, Gebirgsbäche, zeitweise ausgesetzte Wasserströme im Mittelmeerraum sowie durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser."

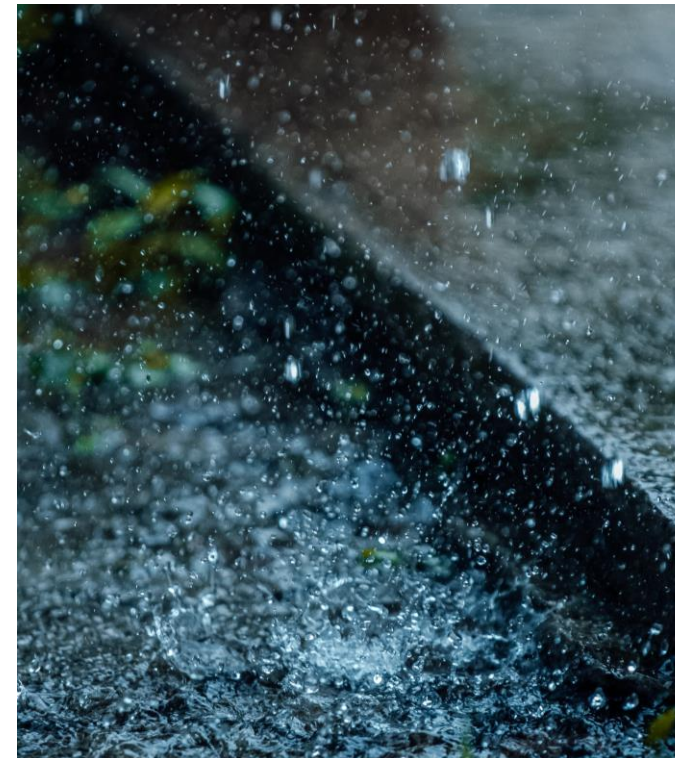




Definition von Starkregen und Dauerregen

Der DWD definiert Starkregen und Dauerregen wie folgt:

- „Von **Starkregen** spricht man bei großen Niederschlagsmengen, die in kurzer Zeit fallen. Er (...) tritt häufig im Zusammenhang mit Gewittern auf.“
- „Als **Dauerregen**, der umgangssprachlich oft auch Landregen genannt wird, bezeichnet man ein lang andauerndes Niederschlagsereignis.“





Starkregen = Hochwasser?

Unterschiede zwischen Starkregen und Hochwasser

Hochwasser

- › Hochwasserrisiko an Flussgebieten
- › umfangreiche gesetzliche Vorgaben und Verpflichtungen durch EU-HWRL
 - › Gefahrenkarten
 - › Risikokarten
 - › Risiko-Managementpläne, Maßnahmensteckbriefe für Kommunen

Starkregen

- › Starkregenrisiko überall
- › keine gesetzliche Vorgabe
- › Förderung von kommunalen Konzepten zum Starkregenrisikomanagement
 - › Gefahrenkarte
 - › Risikokarte
 - › Handlungskonzept



3 Ausgangssituation





Starkregen Juni 2021 in NRW

- › Starkregen: extreme Regenmenge, die innerhalb kürzester Zeit auf einige Regionen niederging
- › Regenintensive Monate: Böden waren gesättigt und konnten die Wassermassen nicht mehr aufnehmen
- › Versiegelung der Böden durch Bebauung: Wasser konnte nicht auf natürlichem Wege versickern
- › kleine Gewässer mit kurzer Reaktionszeit wurden zu reißenden Flüssen
- › Kanalnetz überlastet: Rückhaltebecken, Pumpwerke, Kanalnetz usw. sind (nur) für definierte Extremereignisse ausgelegt





Problematik zunehmender Starkregenereignisse

- › Der Klimawandel wird zu **mehr Extremereignissen** führen.
- › **Technische (Infrastruktur) Maßnahmen** der Gewässer / Stadtentwässerung standen **bisher im Vordergrund**.
- › Rückhaltebecken, Pumpwerke, Kanalnetz usw. sind **nicht** auf **Extremereignisse** ausgelegt.
- › Aus **wirtschaftlichen und technischen** Gründen ist es nicht möglich, die **Dimensionen** der wasserwirtschaftlichen Bauwerke für jedes Extremereignis auszulegen.
- › Aus **ökologischen Gründen** ist es nicht sinnvoll, sich auf konventionelle technische Schutzmaßnahmen zu fokussieren.
- › Die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie fordert u.a. den Schwerpunkt auf **Vermeidung, Schutz und Vorsorge** und nicht auf bauliche Maßnahmen zu legen.



Problematik zunehmender Starkregenereignisse

- › Der Klimawandel wird zu **mehr Extremereignissen** führen.
- › **Technische (Infrastruktur) Maßnahmen** der Gewässer / Stadtentwässerung standen **bisher im Vordergrund**.
- › Rückhaltebecken, Pumpwerke, Kanalnetz usw. sind **nicht** auf **Extremereignisse** ausgelegt.
- › Aus **wirtschaftlichen und technischen** Gründen ist es nicht möglich, die **Dimensionen** der wasserwirtschaftlichen Bauwerke für jedes Extremereignis auszulegen.
- › Aus **ökologischen Gründen** ist es nicht sinnvoll, sich auf konventionelle technische Schutzmaßnahmen zu fokussieren.
- › Die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie fordert u.a. den Schwerpunkt auf **Vermeidung, Schutz und Vorsorge** und nicht auf bauliche Maßnahmen zu legen.



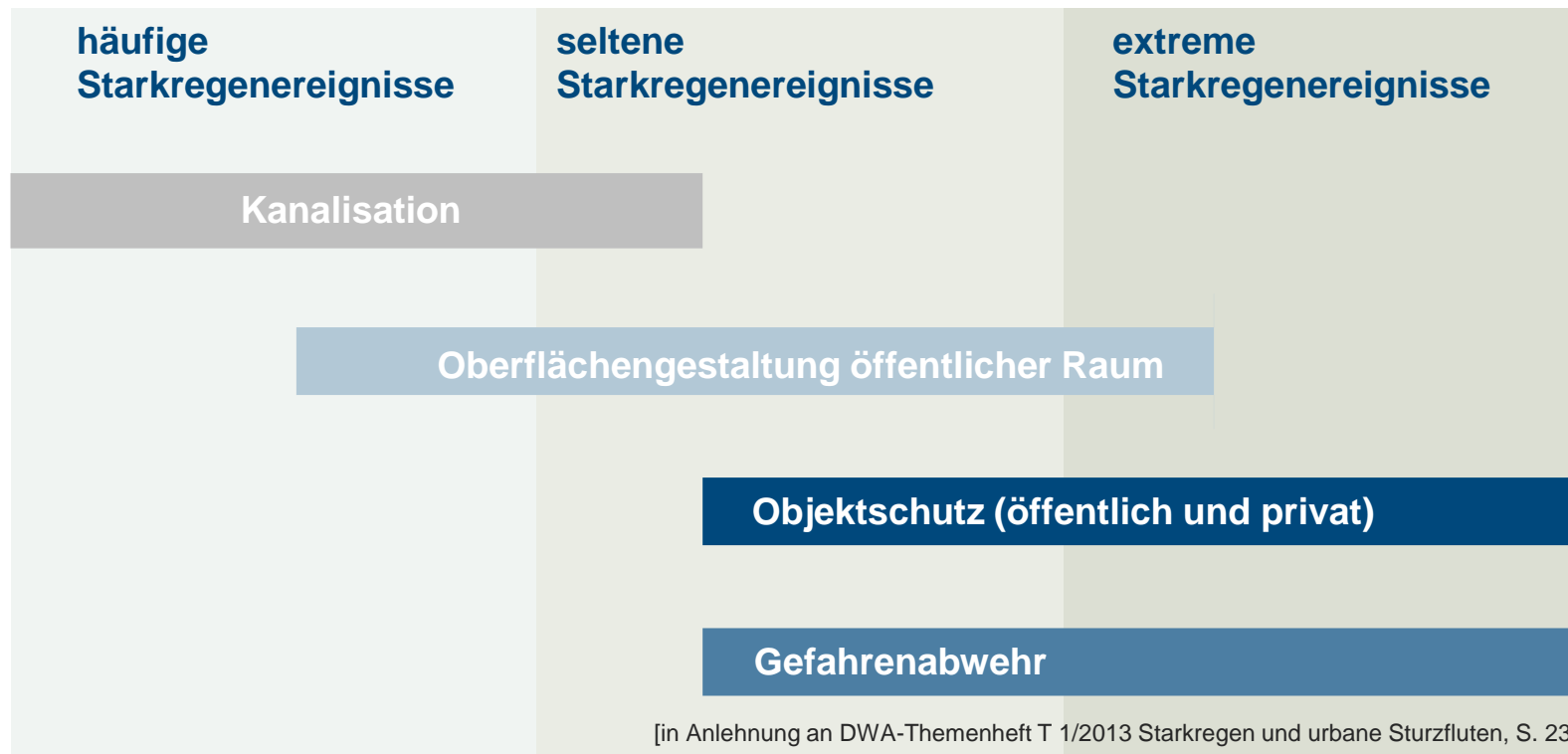
4 Handlungsfelder und Lösungsansätze





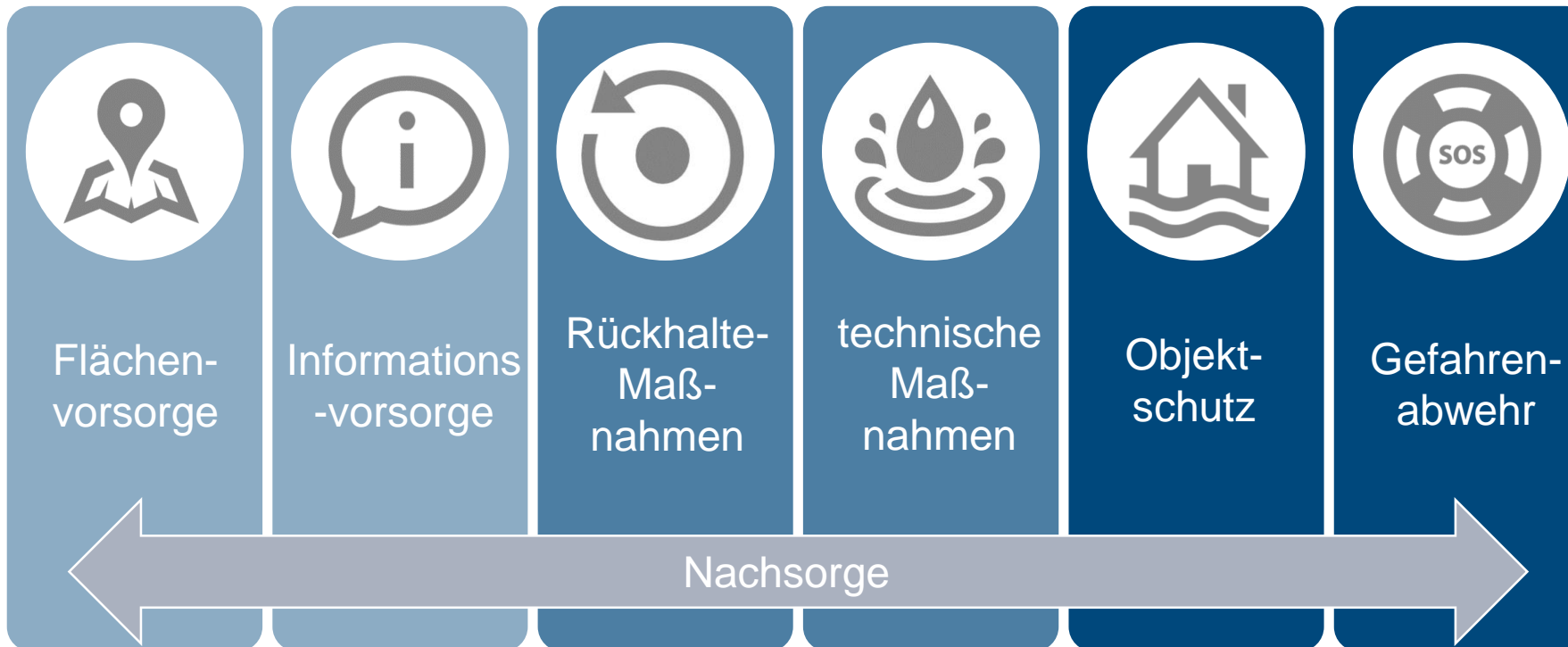
Wann greift welche Maßnahme?

Starkregenereignisse und Maßnahmenebene



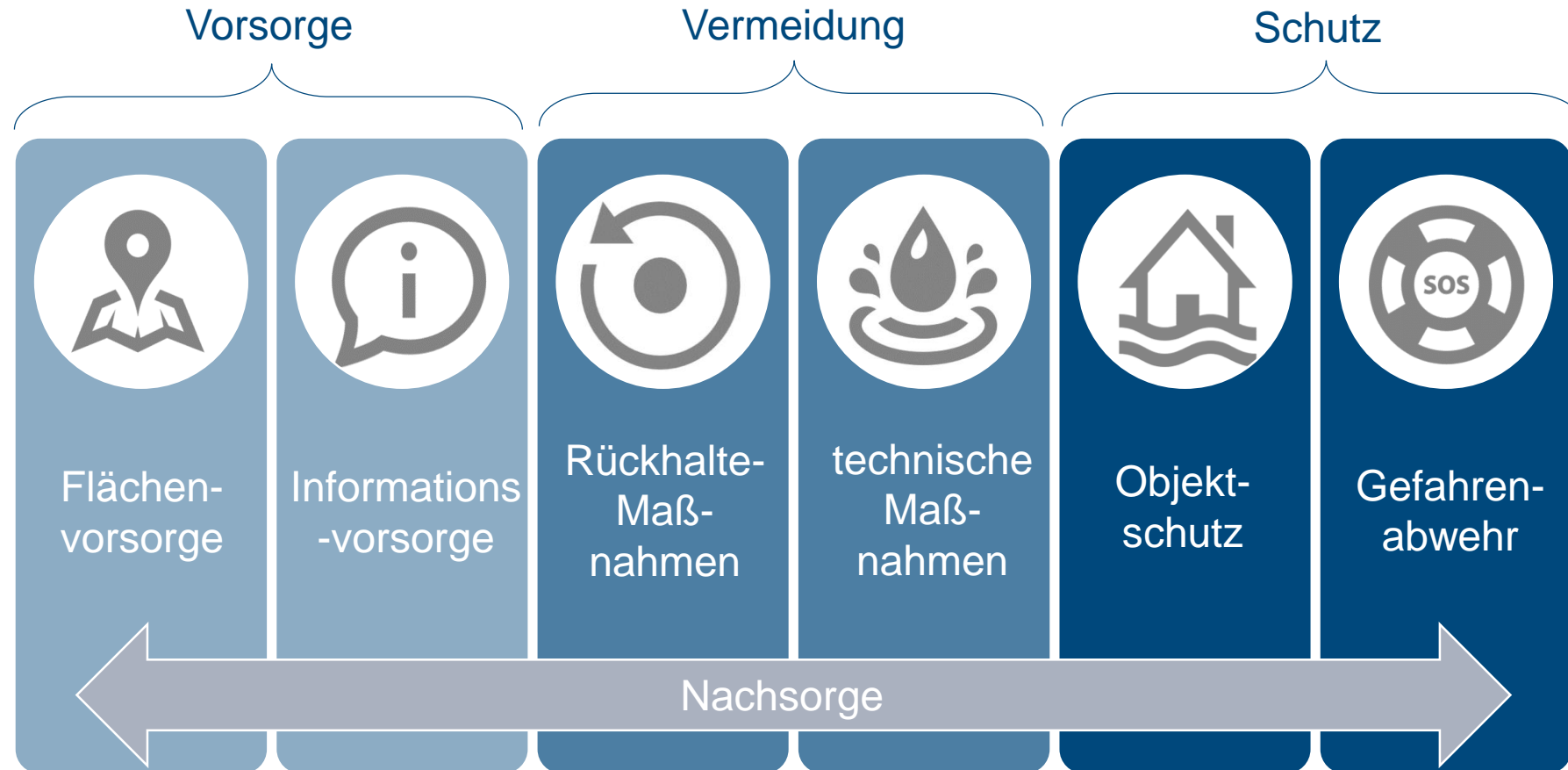


Wo muss gehandelt werden?





Wo muss gehandelt werden?





Flächenvorsorge

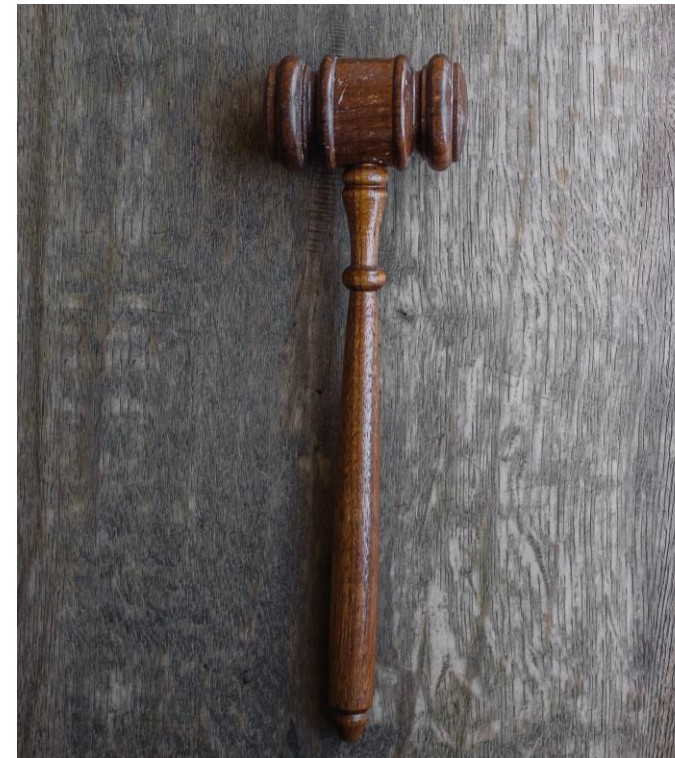
- › Berücksichtigung von zu erwartenden Ereignissen in der Bauleitplanung
 - › Wohn- und Gewerbegebiete nicht in unmittelbarer Nähe von Gewässern ausweisen
 - › Flächenversiegelung minimieren
- › Sensibilisierung von Stadtplaner*innen hinsichtlich Starkregen
- › Problematik: Umsetzung von Vorgaben sowie Überprüfung derer werden nicht immer durchgeführt



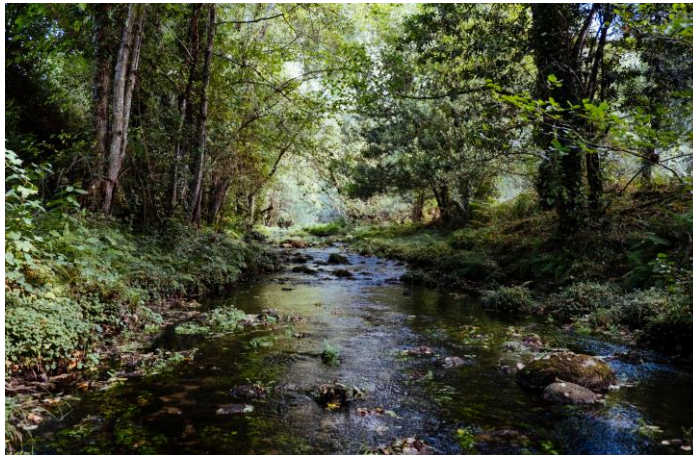


Informationsvorsorge: Öffentlichkeitsarbeit

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



Rückhaltmaßnahmen: Natürlicher Rückhalt



Gewässerrenaturierung

- › Flusslandschaften entfesseln
- › Umsetzung WRRL
- › Raum für Auenlandschaften
- › Querbauwerke minimieren



Flächenentsiegelung

- › Dorf: Landwirtschaftsflächen
- › Stadt: dichte Bebauung
- › Rückhalteflächen in landwirtschaftlich und urbanen Räumen vorsehen



Technischer Hochwasserschutz

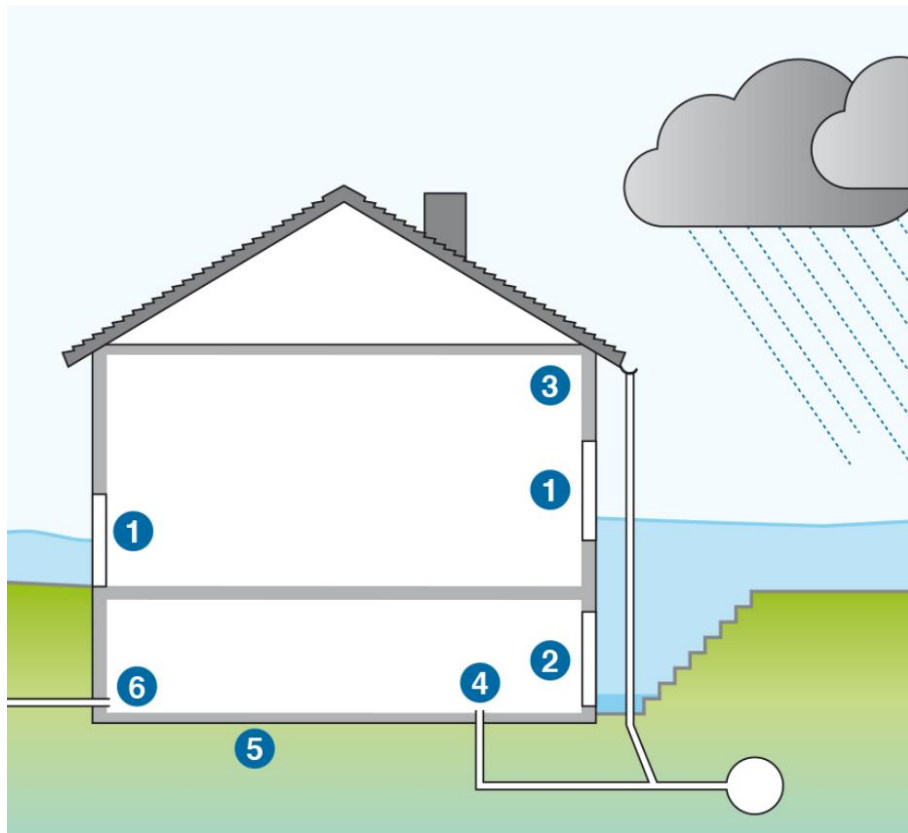
Von der Talsperre zum Sandsack

- › Deiche, Mauern und Rückhaltebecken
- › Ziel: Wasser zurückhalten und Überschwemmungen verhindern
- › Vermitteln Bürger*Innen ein Gefühl von Sicherheit
- › Problem: Schutz nur bis zum Bemessungshochwasser
- › Bei Überspülung können Schäden höher ausfallen als ohne Schutz



Objektschutz

Schadensursachen bei Hochwasser



1. Wassereintritt durch Fenster
2. Wassereintritt durch Keller
3. Durchnässte Außenwand
4. Wasser durch Rückstau aus der Kanalisation
5. Wasser durch Bodenplatte
6. Wasser durch undichte Leitungsführung



Gefahrenabwehr

Einrichtung von Krisenstäben - auch auf kommunaler Ebene



- › Kommunikation im Hochwasser- und Alarmfall ist in vielen Kommunen überarbeitungsbedürftig:
 - › Wer verfolgt Wetterprognosen und wer alarmiert wann und wen?
 - › Im Vergleich zu Hochwasserereignissen gibt es bei Starkregen kaum „stehende Aufgaben“, deshalb liegt der Fokus auf situative Problemlösungen, was wiederum mehr Führung erfordert.
 - › Cell-Broadcasting und Frühwarnsystem: kaum Pegel an kleineren Gewässern



5 Zusammenfassung





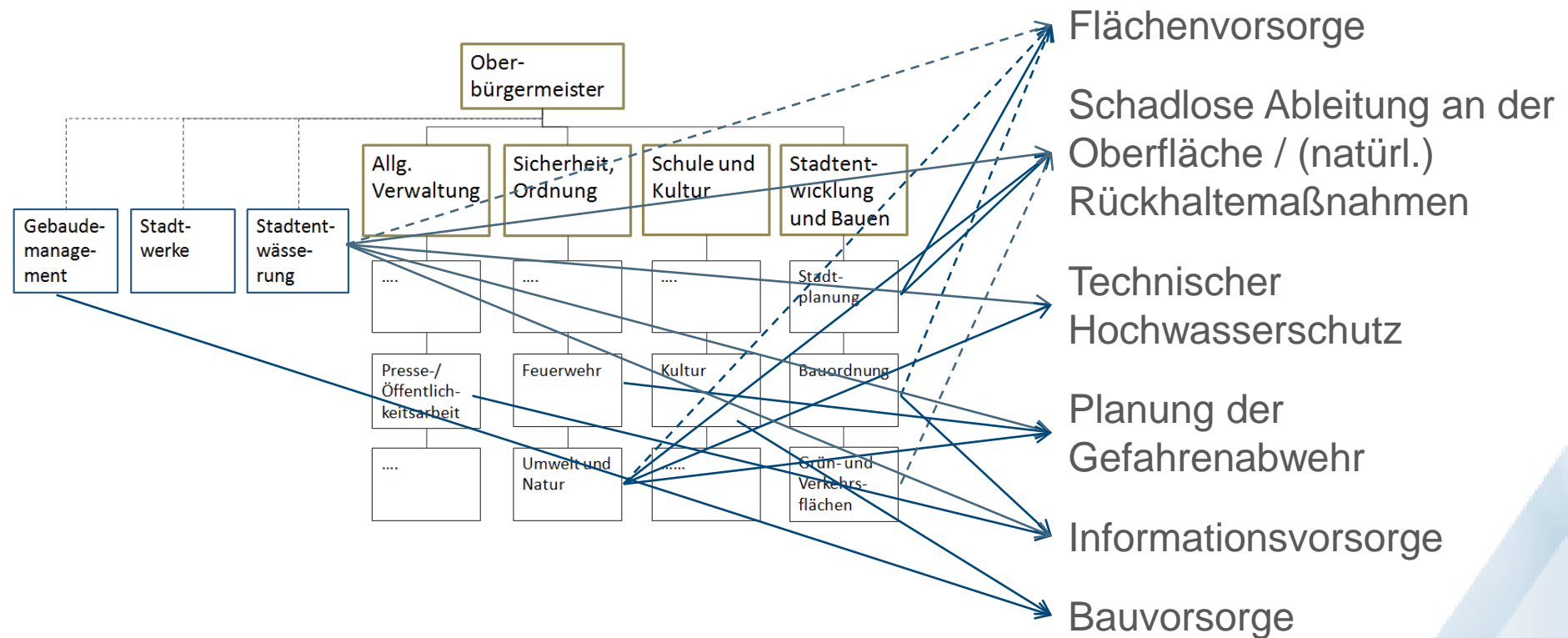
Vermeidung, Schutz und Vorsorge

Wo kann man anknüpfen?

- > **Planungsämter** müssen weitere Maßnahmen zur Vermeidung, Schutz und Vorsorge ergreifen
- > **Private Bürger*Innen, Architekt*Innen und Unternehmen** müssen stärker in die Verantwortung genommen, aber auch informiert und beraten werden, um Bauvorsorge zu forcieren
 - Informationsvorsorge muss zur gängigen Verwaltungspraxis werden und an verschiedenen Stellen erfolgen
- > **Krisenstäbe** müssen Maßnahmen der **Gefahrenabwehr** verbessern:
 - **Alarm- und Einsatzpläne** müssen insbesondere vor den Hintergrund **extremer Starkregenereignissen** überarbeitet werden



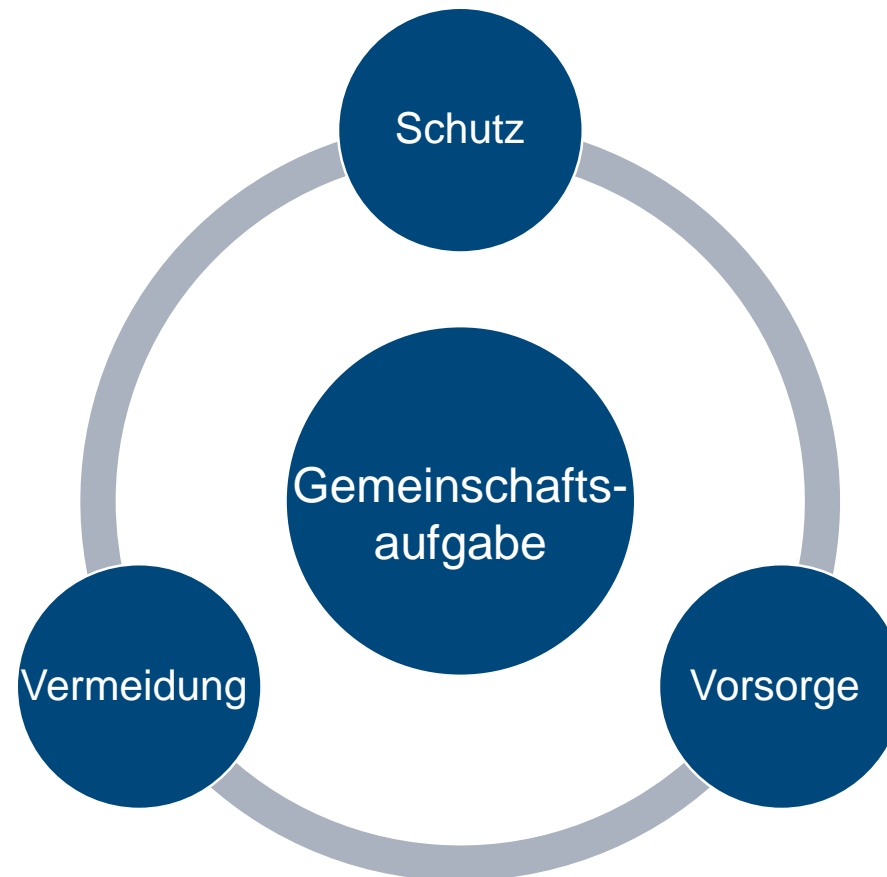
Konsequenzen zunehmender Starkregenereignisse





Nachhaltiger integrierter Hochwasserschutz...

...ist eine Gemeinschaftsaufgabe





Ansprechperson

Lisamarie Jaksits

Telefon: 0211 43077-272

jaksits@KommunalAgentur.nrw



Quellenangaben

Abbildungen:

Abbildung S.5: unsplash, Melissa Bradley, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.6: Darstellung BR, Link: <https://www.br.de/wissen/wetter-extremwetter-klimawandel-100.html>, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.7: unsplash, Max, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.8: unsplash, Nazrin Babashova, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.9: unsplash, Frame Harirak, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.11: unsplash, Matthew, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.12: unsplash, Chris Gallagher, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.15: unsplash, Jametlene Reskp, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.16: eigene Darstellung nach DWA-Themenheft T 1/2013 Starkregen und urbane Sturzfluten, S.23

Abbildung S.19: unsplash, Max Bottinger, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.20: unsplash, Wesley Tingey, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.21: unsplash, Karim Sakhigareev und Erik Jan Leusink, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.22: mhp / stock.adobe.com, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Abbildung S.25: unsplash, Tim Mossholder, zuletzt aufgerufen am: 19.04.2022

Inhalt:

Hochwasser-Eigenvorsorge, https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_103_hochwasser.pdf, zuletzt aufgerufen am 21.04.2022

Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz, https://www.lawa.de/documents/leitlinien_1552299715.pdf, zuletzt aufgerufen am 21.04.2022

Starkregen, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Starkregen.html>, zuletzt aufgerufen am 21.04.2022

Wasserhaushaltsgesetz, https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/_5.html, zuletzt aufgerufen am 21.04.2022